



2018

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 24 № 1

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 # 8 from 1st of March, 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 № 8 від 1 березня 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

Аннетта Зелінська
Anetta Zielinska

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

Брайан Мак Кенна
Brian McKenna

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

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 Halyna 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 Арсенєва 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

Маковецька С.В., М'якшило О.М. Формування розкладу поставок сировини на цукровий завод із застосуванням генетичних алгоритмів

Брацький В.О. Дослідження та розробка методу обробки log-файлів у розподіленій інформаційній системі з використанням нереляційної бази даних MongoDB

Економіка і соціальний розвиток

Губа М.І., Барсук Ю.В. Трансформація земельних відносин у контексті формування і реалізації державної аграрної політики

Ткачук С.В., Стахурська С.А., Стахурський В.О. Маркетинг освітніх послуг: проблеми та перспективи

Страшинська Л.В. Продовольча безпека України: проблеми та напрями забезпечення

Петухова О.М., Коняга А.В. Підвищення конкурентоспроможності продукції підприємств агропродовольчої сфери

Безпалко О.В., Белова Т.Г. Методичні аспекти оцінки вартості знака для товарів і послуг як інтелектуального капіталу інноваційної економіки

Труш Ю.Л. Чинники впливу на якість хлібобулочної продукції

Головань О.О., Олійник О.М., Сербіненко К.Г., Олійник М.О. Особливості мікросегментації вітчизняного ринку кави

Менеджмент

і стратегічне управління

Закревська Л.М. Перспективи розвитку системи управління персоналом в аграрному секторі економіки

Бергер А.Д. Методичний підхід до формування маркетингового потенціалу підприємств м'ясопереробної галузі

Драган О.І. Формування системи стрес-менеджменту на підприємствах м'ясопереробної галузі

Процеси і апарати харчових виробництв

Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Білик О.А., Мироненко С.М. Енергетичні потенціали газорідних середовищ

Святненко Р.С., Українець А.І., Маринін А.І., Кочубей-Литвиненко О.В., Бойко М.І. Вплив імпульсних електричних полів на амінокислотний склад незбираного молока

Поводзинський В.М. Методологія конструкційного розрахунку ферментерів під спільною дією декількох видів навантажень

CONTENTS

Automation and Information Technologies

7 *Makovetska S., Myakshylo O.* Formation of the timetable for the supply of raw materials to the sugar factory with the use of genetic algorithms

17 *Bratskyi V.* Research and development of the method of processing log files in a distributed information system using non-relational database MongoDB

Enterprise Economy and Social Development

26 *Huba M., Barsuk Y.* Transformation of land relations in the context of formation and realization of the state agricultural policy

37 *Tkachuk S., Stakhurska S., Stakhurskiy V.* Marketing of education services: problems and perspectives

48 *Strashynska L.* Food security of Ukraine: problems and areas of providing

57 *Pietukhova O., Koniaha A.* Enhancing the competitiveness of production of enterprises of agricultural sphere

66 *Bezpalco E., Belova T.* Methodical aspects of valuation the cost of goods and services as intellectual capital innovation economy

74 *Trush Yu.* Factors influencing the quality of bakery products

81 *Holovan O., Oliynyk O., Serbinenko K., Oliynyk M.* Peculiarities of the domestic coffee market micro-segmentation

Business Administration and Strategic Management

89 *Zakrevska L.* Perspectives of development of human resources management system in the agricultural sector of economy

96 *Berger A.* Methodical approach to formation of marketing potential of enterprises of meat processing industry

101 *Dragan E.* The formation of the system of stress-management at the enterprises of the meat-processing industry

Processes and Equipment for Food Industries

107 *Sokolenco A., Shevchenko O., Bilyk O., Myronenko S.* Energy potentials of the gaz-liquid media

119 *Svyatnenko R., Ukrainets A., Marynin A., Kochubei-Lytvynenko O., Boyko M.* Effect of pulsed electric fields on the amino acid composition of whole milk

126 *Kopylenko A., Shybetskyi V., Kostyk S., Povodzinskiy V.* Methodology of construction calculation of bioreactors with a joint action of different loads

- Пригодій Д.В., Васильківський К.В.* Навантаження гнучких зв'язків у технічних системах
- Ковальов О.В., Шутюк В.В., Карвацький А.А.* Фізична і математична модель процесу випікання тістових заготовок у хлібопекарських печах
- Петренко В.П., Прядко М.О., Рябчук О.М., Глоба О.В.* Тепловіддача при випарувальному концентруванні розчинів у вертикальних низхідних кільцевих потоках
- Никитюк І.І., Лементар С.Ю., Вересоцький Ю.І., Риндюк Д.М.* Моделювання процесу розподілення теплоносія в сушарці для термолабільних продуктів
- Бондар В.І., Солодка К.М., Василенко С.М.* Аналіз результатів експериментального дослідження процесу конденсації пари з парогазової суміші на поверхні циліндричного вільно-стікаючого струменя рідини (частина 1)
- Фізико-математичні науки**
- Воробіова А.М., Циганкова Г.А.* Спіраль Архімеда — історія і сучасність
- Харчові технології**
- Дейниченко Л.Г.* Технологія та якість збитих десертів на основі молочно-білкового концентрату
- Сімахіна Г.О., Науменко Н.В., Мартиненко Т.А.* Особливості створення та використання дієтичних добавок
- Дітріх І.В., Євтушенко Н.В.* Розробка рецептури нового виду шоколадного брауні спеціального призначення
- Заморська І.Л.* Легкі сполуки соку сонячного натурального неосвітленого
- Шаповаленко О.І., Євтушенко О.О., Петренко А.О., Шатківська О.М.* Визначення показників якості зернової сировини та перспективи її експорту в інші країни
- Токар А.Ю., Миронюк С.С., Волкова Т.В.* Математичне моделювання технологічного процесу обсмажування овочів в олії
- Дорохович А.М., Мазур Л.С.* Визначення впливу цукрів сахарози, глюкози, фруктози та різних видів крохмальної патоки на властивості карамельної маси
- Заболотец А.А., Ермаков А.И., Литвяк В.В.* Размеры и морфологические особенности зерен нативного крахмала разного ботанического происхождения
- 136 *Pryhodii D., Vasilkovskiy K.* Load flexible connections in technical systems
- 144 *Kovalyov A., Shutyuk V., Karwacki A.* Physical and mathematical models of baking process of dough pieces in oven units
- 154 *Petrenko V., Pryadko M., Ryabchuk O., Globa O.* Heat transfer at evaporative concentration solutions in vertical descending annular flows
- 167 *Nykytiuk I., Lementar S., Veresotskiy Yu., Ryn-diuk D.* Modeling of the distribution process of thermal heatonsous in dryer for thermalable products
- 174 *Bondar V., Solodka K., Vasilenko S.* Analysis of the results of an experimental study of the process of vapor condensation from vapor-gas mixture on the surface of the cylindrical free-draining liquid jet (part 1)
- Physical and Mathematical Sciences**
- 181 *Vorobiova A., Tsygankova G.* Archimedes' spiral — history and modernity
- Food Technology**
- 189 *Deinychenko L.* Technology and quality of whipped desserts based on milk-protein concentrate
- 197 *Simakhina G., Naumenko N., Martynenko T.* The specification of production and using the dietary supplements
- 205 *Ditrikh I., Yevtushenko N.* Development of the formulation of a new kind of chocolate brownie for special purpose
- 213 *Zamorska I.* Volatile compounds of natural unclarified strawberry juice
- 220 *Shapovalenko O., Yevtushenko O., Petrenko A., Shatkivska O.* Grain quality determination indicators and prospects for grain export to other countries
- 227 *Tokar A., Muronyuk S., Volkova T.* Mathematical modeling of technological process of roasting vegetables in oil
- 234 *Dorokhovych A., Mazur L.* Determination of the effect of sugars sucrose, glucose, fructose and various types of the starched molasses on the properties of caramel mass
- 245 *Zabolotec A., Ermakov A., Lityyak V.* The size and morphological features of grains of native starch of different botanical origin

FORMATION OF THE TIMETABLE FOR THE SUPPLY OF RAW MATERIALS TO THE SUGAR FACTORY WITH THE USE OF GENETIC ALGORITHMS

S. Makovetska, O. M'yakshylo

National University of Food Technologies

Key words:

*Properties of sugar beet hybrids
Raw area
Seasonal production
Genetic algorithm
Individual structure
MatLab*

Article history:

Received 09.01.2018
Received in revised form
24.01.2018
Accepted 14.02.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The effectiveness of sugar production largely depends on the technological quality of raw material — sugar beet. When sugar beets with the same sugar content are processed at different sugar beet plants, the yield of sugar largely fluctuates, that is, the technological qualities of the sugar beet roots of these batches were different, which is determined by the genetically determined properties of individual varieties and sugar beet hybrids. As a result of the analysis of sugar production functioning, it can be concluded that applying the correct selection of modern high-yield sugar beet varieties and hybrids with high technological parameters and their processing time at the sugar factory, one of the additional reserves to increase the efficiency of sugar production can be obtained. Therefore, when planning the supply of raw materials to a sugar plant, it is necessary to examine the genetically determined properties of modern varieties and sugar beet hybrids.

The paper considers the problem of the process of forming an effective schedule for the supply of raw materials from various raw material zones to the sugar factory to ensure a reduction in production costs, taking into account the genetically determined properties of modern varieties and sugar beet hybrids and the seasonality of production. The task of forming an effective schedule for the supply of raw materials from various raw material zones to the sugar plant to ensure a reduction in production costs and increase the technical and economic indicators of production belongs to the class of NP-complete combinatorial problems. Taking into account the specific features of the problem under constant economic and climatic changes, it requires the constant adjustment of the plan for the import of raw materials to the sugar factory and a significant amount of data, the use of traditional methods to solve this task is impossible. Therefore, it is advisable to use heuristic methods to solve such problems.

The article suggests a modern optimization method based on heuristic approaches — genetic algorithm. As a result of the implementation of the genetic algorithm in MatLab, a software module was created, taking into account the structure of the individual and the function of fitness.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-3

ФОРМУВАННЯ РОЗКЛАДУ ПОСТАВОК СИРОВИНИ НА ЦУКРОВИЙ ЗАВОД ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ГЕНЕТИЧНИХ АЛГОРИТМІВ

С.В. Маковецька, О.М. М'якшило

Національний університет харчових технологій

Ефективність цукрового виробництва значною мірою залежить від технологічної якості сировини — цукрового буряка. При переробці на цукрових заводах різних партій буряків з однаковою цукристістю вихід цукру значною мірою коливається, тобто технологічні якості коренеплодів цукрових буряків цих партій були різними, що обумовлено генетико-детермінованими властивостями окремих сортів і гібридів цукрового буряка. В результаті аналізу функціонування цукрового виробництва можна зробити висновок, що, застосовуючи правильний підбір сучасних високопродуктивних сортів і гібридів цукрових буряків з високими технологічними показниками і термінами їх перероблення на цукровому заводі, можна отримати один із додаткових резервів підвищення ефективності виробництва цукру. Тому при плануванні постачання сировини на цукровий завод необхідно обов'язково враховувати генетико-детерміновані властивості сучасних сортів і гібридів цукрових буряків.

У статті розглядається проблема процесу формування ефективного розкладу постачання сировини з різних сировинних зон на цукровий завод для забезпечення скорочення виробничих витрат з урахуванням генетико-детермінованих властивостей сучасних сортів і гібридів цукрових буряків та сезонності виробництва. Задача формування ефективного розкладу постачання сировини з різних сировинних зон на цукровий завод для забезпечення скорочення виробничих витрат і підвищення техніко-економічних показників виробництва відноситься до класу NP-повних комбінаторних задач. Оскільки особливості задачі специфічні за умови постійних економічних і кліматичних змін, що вимагає постійного коригування плану завезення сировини на цукровий завод та значної кількості даних, то використання традиційних методів для розв'язання неможливе. Тому для розв'язку таких задач доцільно використовувати евристичні методи.

Авторами запропоновано сучасний метод оптимізації, що базується на евристичних підходах — генетичний алгоритм. У результаті реалізації генетичного алгоритму в середовищі MatLab було створено програмний модуль з урахуванням структури індивіда та функції пристосованості.

Ключові слова: властивості гібридів цукрових буряків, сировинна зона, сезонність виробництва, генетичний алгоритм, структура особини, MatLab.

Постановка проблеми. Цукровий буряк — основна сировинна для цукрового заводу, яка має тенденцію швидко втрачати свої якості (цукристість і тургор) і саме через цю особливість виникає потреба слідкувати за графіком збирання та вивезення сировини із сировинних зон цукрового за-

воду. Сировина, яка не відповідатиме технологічним характеристикам при переробці, буде мати невеликий вихід готової продукції — цукру.

Цукровий завод, що має добре організовані сировинні зони, отримує сировину для переробки більш високої якості, яка надходить у ритмічному режимі і в оптимальні терміни. Підприємство при цьому несе менші витрати, пов'язані з доставкою, краще використовує виробничі потужності, матеріальні і трудові ресурси, має більш високі техніко-економічні показники порівняно з підприємствами, у яких сировинні зони організовані невдало.

Використовуючи правильний підбір сучасних гібридів цукрових буряків і терміни їх надходження на цукровий завод, навіть при однаковій собівартості одиниці вирощеної сировини, на етапі її переробки на цукровому заводі можна отримати значний додатковий економічний ефект.

Отже, для отримання максимальних техніко-економічних показників цукрового виробництва необхідно організувати ефективно постачання сировини на завод з конкретних сировинних зон для забезпечення безперервного, ритмічного виробничого процесу з мінімальними виробничими витратами для кожної партії цукрових буряків. Реалізувати таке завдання без використання інформаційних технологій неможливе, тому доцільно скористатися одним із перспективних евристичних методів — генетичним алгоритмом, який є потужним інструментом оптимізації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результат роботи цукрового заводу цілком залежить від технологічної якості цукрового буряка, зокрема від генетико-детермінованих властивостей кожного типу гібриду та оптимізації постачання сировини на бурякоприймальні пункти. Зокрема, в публікації [1] розглядається впровадження у виробництво нових гібридів цукрового буряка, що характеризуються більш високим потенціалом продуктивності та дають змогу підвищити отримання цукру з гектара посівів.

У [2] розглядається раціональна організація матеріально-технічного постачання цукрових заводів, також обґрунтовано комплекс заходів з оптимізації постачання сировини, що сприятиме скороченню виробничих витрат і підвищенню економічної ефективності виробництва цукру за рахунок формування системи партнерських відносин між цукровими заводами та постачальниками цукрових буряків і зниження, на цій основі, ризиків виникнення кризових ситуацій.

Для раціонального функціонування промислового підприємства і планування випуску продукції виникає необхідність у формуванні розкладу. В публікації [3] розглядається задача складання розкладу для виробництва, де необхідно враховувати навантаження, зберігання і транспортування продуктів на виробництві. Часто на підприємствах виникає необхідність у створенні розкладу, де для виконання виробничих операцій потрібно враховувати різного роду обмеження ресурсів (сировина, електроенергія, людські ресурси тощо). Вирішення таких задач в рамках декомпозиційного підходу розглянуто в [4].

Проте в розглянутих публікаціях не висвітлено питання забезпечення підприємства сировиною з урахуванням її технологічної якості, терміну

дозрівання, що є резервом для підвищення техніко-економічних показників виробництва.

Мета дослідження: формування ефективного розкладу поставок сировини на цукровий завод, що дасть змогу скоротити втрати цукру та підвищити техніко-економічні показники виробництва з використанням евристичного методу — генетичного алгоритму.

Викладення основних результатів дослідження. Цукрове виробництво — складний комплекс, що поєднує різні процеси як сільськогосподарського, так і промислового характеру (вищлення цукрового буряку, його транспортування й технологічного циклу переробки в готовий продукт).

Вплив сировинного фактора на рівень ефективності цукробурякового виробництва виражається в тому, що, по-перше, кількість і якість буряка, який переробляється, впливають на ефективність виробництва цукру; по-друге, специфічні особливості коренеплодів цукрового буряка, що виражаються у високому вмісті вологи (75—80%), обумовлюють їх швидке псування, мало-транспортабельність, а також високі витрати на виробництво одиниці готової продукції. Тому при переробці коренеплодів цукрового буряка отримуємо невеликий вихід готової продукції, а зворотна величина — витрата сировини на одиницю готової продукції — досягає дуже високих показників.

Як зазначається в [5], одним із основних напрямів підвищення ефективності виробництва цукру є отримання високоцукристої, технологічно якісної та зрілої сировини. Технологічна якість і зрілість сировини обумовлена хімічним складом її коренеплодів, насамперед максимальною наявністю в ній цукру, що найбільшою мірою впливає на показники виходу готового продукту, а також на наявність у буряках мелясоутворюючих компонентів — нецукрів, що перешкоджають вилученню цукру.

На разі у буряківництві України впроваджуються сучасні сорти і гібриди різного селекційного походження. У процесі селекції створено сорти з різним рівнем цукристості коренеплодів, показники яких лягли в основу розподілення сортів на три напрями — врожайного (*E*), нормального (*N*), цукристого (*Z*). Відповідно до їхніх генетичних характеристик коренеплоди різняться між собою врожайністю, вмістом цукру, а також терміном досягання та зберігання.

Кожен сорт і гібрид цукрового буряка, залежно від його генетико-детермінованих властивостей і впливу факторів зовнішнього середовища, втрачає свою технологічну якість, що суттєво відбивається на економічних показниках підприємства й обумовлює сезонність виробництва як одну з характерних особливостей цукрової промисловості [6]. Тож, одним із головних завдань цукровиробництва є організація ефективного постачання сировини на завод із конкретних сировинних зон для забезпечення безперервного виробничого процесу з максимальним виходом цукру.

Авторами було проведено дослідження та математичне моделювання процесу постачання цукрових буряків з урахуванням їх генетико-детермінованих властивостей на цукровий завод. Розроблена математична модель охоплює всі аспекти процесу планування постачання сировини для її переробки з

метою скорочення втрат цукру та підвищення техніко-економічних показників підприємства [7].

Задача формування ефективного розкладу постачання сировини з різних сировинних зон на завод для забезпечення скорочення виробничих втрат відноситься до NP-повних комбінаторних задач [8]. Вирішення даної задачі за умови значної кількості даних з використанням точних методів не є можливим, використання евристичних методів призводить до значних часових витрат, пов'язаних з високою обчислювальною складністю при формуванні рішення та великої ймовірності відхилення знайденого рішення від оптимального [9]. Тому для задач такого класу доцільно використовувати евристичні методи, які дозволяють знайти оптимальний розв'язок задачі за короткий проміжок часу.

Одним із перспективних евристичних методів є генетичні алгоритми. Генетичні алгоритми — це потужний інструмент оптимізації. За своєю природою вони працюють із сукупністю індивідів, виконуючи паралельний пошук, легко можуть бути реалізовані на паралельних архітектурах, що дає змогу значно підвищити швидкість пошуку та якість отриманих рішень.

При реалізації генетичного алгоритму необхідно розробити структуру індивіда. До нього висуваються такі вимоги:

- індивід несе всю необхідну інформацію розв'язку задачі, тобто варіант розкладу поставок цукрових буряків на цукровий завод;
- за індивідом можна відносно легко розрахувати функцію придатності, тобто зважений показник якості розкладу поставок.

Розглянемо структуру індивіда: введемо набір визначень. Ресурс — це кожний з об'єктів, для яких складається розклад. Є чотири типи ресурсів: C_i — вміст цукру в цукрових буряків, що надходять з i -ї сировинної зони; Z_i — коефіцієнт забрудненості цукрових буряків з i -ї сировинної зони; T_{r_i} — витрати на транспортування цукрових буряків з i -ї сировинної зони на приймальний пункт цукрового заводу; x_{ij} — обсяг поставок відповідного гібриду цукрового буряка з i -ї сировинної зони, за кожен j -декаду надходження за весь період роботи цукрового заводу.

Подія — це кортеж, що містить по одному об'єкту кожного з типів ресурсів. Для кожної події точно відомі декада постачання сировини на завод, тип гібриду та зони постачання. Цукристість гібридів та обсяг повинні бути назначені в процесі пошуку оптимального розв'язку серед множини припустимих розв'язків.

При реалізації генетичного алгоритму потрібно розробити функцію оцінювання придатності. Для регулювання роботи генетичного алгоритму було впроваджені такі функції пристосованості [7]:

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

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

де N — 9-денний запас; M — 15-денний запас цукрового буряка; P — добова потужність цукрового заводу, де x_{ij} — обсяг постачання цукрових буряків з i -ї сировинної зони, за кожний j — декада надходження за весь період роботи цукрового заводу ($j = 1 \dots t_i$, від першої до останньої (t_i) декади роботи надходження з i -ї сировинної зони); Z_i — коефіцієнт забрудненості коренеплодів цукрових буряків з i -ї сировинної зони; C_i — вміст цукру (дигестія) із коренеплодів цукрового буряка, що надходять з i -ї сировинної зони ($i \in 1 \dots k$); k — кількість сировинних зон, з яких надходить цукровий буряк. З огляду на характеристики заводу значення параметрів періоду запасів цукрового буряку може бути змінено.

2. Постачання буряків з урахуванням біологічних термінів збирання гібридів коренеплодів на завод:

- для ранньостиглих гібридів:
$$\sum_{\tau=1}^9 C_{\text{гиб},y} X_y = R_y ;$$

- для середньостиглих гібридів:
$$\sum_{\tau=2}^9 C_{\text{гиб},y} X_y = R_y ; \tag{2}$$

- для гібридів нормального типу:
$$\sum_{\tau=3}^9 C_{\text{гиб},y} X_y = R_y ,$$

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

У табл. 1 представлено постановку задачі для складання оптимального плану поставки сировини на цукровий завод на основі генетичного алгоритму.

Таблиця 1. Постановка задачі для складання оптимального плану поставки сировини на цукровий завод

Ресурси \ Події	Поставки від 1-го постачальника за 1 декаду	Поставки від 2-го постачальника за 1 декаду	Поставки від 3-го постачальника за 1 декаду	...	Поставки від i -го постачальника за j декаду
Цукристість гібриду	Ген 1,1	Ген 1,2	Ген 1,3	...	Ген 1, n
Обсяг постачання гібриду	Ген 2,1	Ген 2,2	Ген 2,3	...	Ген 2, n
Транспортні витрати	Ген 3,1	Ген 3,2	Ген 3,3	...	Ген 3, n
Коефіцієнт забрудненості	Ген 4,1	Ген 4,2	Ген 4,3	...	Ген 4, n

Життєвий цикл популяції — це декілька випадкових схрещувань (за допомогою кросовера) і мутації. Після цих дій до популяції додаються нові індивідууми. Вибір у генетичному алгоритмі — процес формування нової популяції на основі старої та відмирання старої популяції. В результаті

відбору до нової популяції знову застосовуються операції кросовера і мутації та відбувається відбір тощо.

Розклад — це множина подій. Об'єкти деяких подій тривіально залежать від об'єктів іншої події. Наприклад, цукрові буряки різних видів гібридів мають однакові показники цукристості, але мають різні терміни дозрівання, тому необхідно занести ці пов'язані події в різні декади.

Нетривіальні вимоги до розкладу будемо задавати за допомогою часткових штрафних функцій (постачання цукрових буряків від i -го господарства пізніше зазначеної дати, надходження цукрового буряка не в повному обсязі). Кожна з цих функцій співвідносить розкладу не негативне число. Штрафні функції задають жорсткі вимоги, виконання яких обов'язкове для припустимих розкладів.

Кожен індивід має чотири хромосоми. Кожна хромосома відповідає типу ресурсу і містить стільки генів, скільки є подій. Генетичний алгоритм змінює гени лише тих хромосом, які відповідають змінним ресурсам (тобто цукристість гібридів та обсяг постачання), тому перші дві хромосоми можна зберігати в одному екземплярі для всієї популяції. Загалом потрібно зберігати $2n + 2np$ генів, де p — кількість особин в популяції. Цю структуру можна поліпшити. Залежні ресурси можна не зберігати в особині, тому що вони однозначно розраховуються через незалежні ресурси. Нова структура включає одну особину, що зберігає лише незалежні гени, тому потрібно зберігати $2n + np$ генів.

На ефективність алгоритмів впливатимуть параметри: початкова популяція, стратегія уточнення цільової функції, рівень мутацій, рівень схрещувань, стратегія відбору, об'єм популяції, стратегія формування нової популяції, локальний пошук і специфічні оператори, кількість обчислювальних елементів.

Математична модель оптимізації поставок цукрового буряку на цукровий завод на основі цільової функції має вигляд [7]:

$$f = \sum_{j=1}^{t_i} \sum_{i=1}^k (x_{ij} - x_{ij} \cdot Z_i) \cdot C_i - \sum_{j=1}^{t_i} Tr_i \rightarrow \max . \quad (3)$$

Цільова функція (3) відповідає основній меті функціонування цукрового заводу, а саме: забезпечити максимальний вихід цукру із сировини, що надійшла на завод.

На основі проведеного дослідження було створено декілька програмних модулів в середовищі MatLad, в яких описуються відповідні функції:

- *Sugarbeet_scheme* — головний модуль програми, має великий функціонал, але при цьому використано та залишено лише необхідні елементи;
- *CheckTransport* — обрахування доцільності транспортування буряка із зони;
- *CheckVolume* — перевірка на величину обсягу поставки буряка із зони;
- *CheckWarehouse* — перевірка на допустимість відносно об'єму складу;
- *Fetus* — створення першого нащадка для подальших модифікацій;
- *Hybrid* — відтворення гібриду для наступного покоління;
- *Mutant* — модуль, у якому відбувається процес мутації;
- *Sort* — сортування поколінь за спаданням та безпосереднє заміщення.

У модулі «*Sugarbeet_scheme*» використано метод кластеризації стосовно процесу роботи самого алгоритму, а саме: метод двохетапної роботи генетичного алгоритму. В цьому методі відбувається відбір еліти (N — кількість особин в одному поколінні; m — кількість еліти, що обирається з кожного покоління) та продовжується робота тільки з нею.

У результаті застосування оператора мутації (модуль «*Mutant*») формується популяція нащадків, що замінює батьківську популяцію, після чого виконується перевірка умови зупинки алгоритму. Якщо задане значення максимальної кількості ітерацій алгоритму досягнуто, то алгоритм завершує роботу. В останньому поколінні як розв'язок задачі вибирається той варіант розкладу, який найбільшою мірою задовольняє вимоги, що ставляться до розкладу.

Нижче наведено код модуля «*Mutant*» (рис. 1):

```
>> [IN, JN] = size (unit);
n = ceil(IN * MP); %number of rows to be changed
unit_mutant = unit;

for i = 1:n
    k = randi([1 IN],1,1);
    j1 = randi([3 idivide(JN,int32(2),'ceil')],1,1);
    j2 = randi([idivide(JN, int32(2),'ceil')+1 JN],1,1);
    if (mod(k,2))
        unit(k,j1) = unit(k,j1)*(1-MV);
        unit(k,j2) = unit(k,j2)*(1+MV);
    else
        unit(k,j1) = unit(k,j1)*(1+MV);
        unit(k,j2) = unit(k,j2)*(1-MV);
    end;
end;

unit = CheckVolume(unit, V);
ft = CheckTransport (unit, D);
fw = CheckWarehouse (unit);

%mutation allowed
if(ft*fw > 0)
    unit_mutant = unit;
end;
```

Рис. 1. Реалізація оператора мутації в середовищі MatLab

При реалізації генетичного алгоритму був використаний метод розпаралелювання, який заснований на використанні засобу MatLab Parallel Computing Toolbox і представлених модулів, що дає змогу збільшити швидкість роботи алгоритму.

Результат роботи генетичного алгоритму — розклад поставки сировини на цукровий завод (рис. 2) організовано у середовищі засобу Microsoft Excel. У ньому доступна така інформація:

- параметри, за якими відбувалася побудова генетичного алгоритму;

- значення функції, що було знайдено, яке відповідає найбільшій можливій величині отриманої продукції;
- якому поколінню відповідає отриманий результат;
- назви відповідних гібридів, стосовно яких виконувалися розрахунки;
- декади, протягом яких буде здійснюватися збір відповідних гібридів цукрового буряка на сировинних зонах для постачання на цукровий завод;
- назви сировинних зон, на яких вирощується цукровий буряк;

Назви гібридів буряку	GN = 100 Fmax = 3542429,3 (ц)		m = 5		N = 30		MP = 0,2		MV = 0,25		Назви відповідної зони
	Обране покоління = 96										
	Декади										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
АХАТ	2693,7	5267,9	1969,5	7503,7	4464,3	8196,9	3441,6	8491,3	6639,4	ПСР "Приват Агро"	
МЕРАК	0,0	5291,9	3884,4	11302,0	9314,6	11622,3	9815,9	2149,8	7398,1	ПСР "Лазрик"	
ВІНЦЕНТ	0,0	14767,9	4328,6	3236,8	14516,6	16103,4	16980,7	14645,0	17503,5	ТОВ "Агрофірма "Ворониці"	
МОЗАК	0,0	1770,5	27947,3	6093,2	9824,8	21166,3	32826,1	25808,2	18321,1	СФК "Каміла"	
РЕМОС	0,0	38876,6	34284,9	22368,2	1931,5	3127,0	28868,0	23043,3	32573,2	ФГ "Північ Агро"	
ПЕБОР	0,0	3809,5	10350,6	9416,9	6684,8	6756,7	24702,4	14399,5	10868,8	СТОВ "Україна"	
АРМІН	0,0	0,0	63767,9	46578,1	21422,1	9986,9	26726,3	19370,1	24988,1	СФГ "Еліта"	
РОНАЛД	0,0	16422,4	10041,0	706,4	1138,0	8018,0	17602,6	16449,1	5512,8	ТОВ "Ярмир Агро"	
ЛОГАН	0,0	0,0	51711,9	36789,9	48973,1	19097,3	53907,3	40034,2	1776,1	СТОВ "Сельська"	
БАСЛПУС	0,0	0,0	11434,5	1195,1	22202,0	3123,4	19091,2	16076,3	16106,3	СТОВ "Луїсія"	
ПУШКІН	0,0	45934,7	36326,2	32665,0	2610,5	20096,6	28924,0	47989,5	4856,8	СФГ "Обрій"	
МАЛУС	0,0	21329,5	19481,9	18469,1	21704,0	2212,4	12386,4	8779,4	17278,5	СТОВ "Агрофірма "Дружба"	
ЛБЕРО	0,0	3372,9	2902,3	15528,7	531,9	20189,8	7533,6	5041,7	8790,3	ПСР "Маяківка"	
ЗОЛЕА	0,0	4341,2	21239,1	31461,6	24594,0	24774,6	15580,5	17862,8	33715,7	"Інтер-Агро"	
БЕРНІ	11373,1	1369,7	5104,0	23711,3	21022,5	9918,2	4867,3	17208,7	18237,5	СФГ "Злагода"	
ВЕДА	24738,6	10780,2	54065,0	21742,7	35501,9	39102,0	36770,1	205,2	14147,0	ПСР "Орхиза"	
ВАРЕЛА	0,0	1079,8	49466,9	18282,1	34062,8	29099,1	57535,1	26794,5	24198,7	ТОВ "Мадет"	
ВАВЛОВ	23387,0	14046,3	13229,9	8355,4	21209,0	14667,9	2138,8	3659,1	9265,0	СТОВ "Агрофірма "Зоря"	
ЯРОСЛАВ	0,0	4052,8	3585,5	4491,9	22860,0	19251,1	11878,8	20574,0	19030,3	СТОВ "Агрофірма "Орхизка"	
ЛАМАРК	0,0	31662,0	14534,4	12659,7	33748,4	16363,3	36435,9	19797,9	31347,3	СТОВ "Агрофірма "Куйбішева"	
АККУ	0,0	4658,0	9306,2	1444,0	4059,8	8764,1	5232,4	1235,5	7893,3	ТОВ "Національний колорит"	
ВІКТОР	0,0	7249,1	7356,1	2580,6	420,8	4928,6	3470,0	9750,0	8059,8	СТОВ "Перше травня"	
ГЕРО	17352,3	19454,2	15330,1	10556,8	33764,5	17967,5	5068,5	10783,7	12449,8	СФГ "Світланос"	
ВОК	0,0	17445,3	15521,0	7987,6	14176,9	29207,0	16569,3	22595,7	24113,0	ТОВ "Юнірейн-Агро"	
ПІЛІНДРА	10273,4	8032,3	23086,4	10875,3	6831,2	3223,6	23622,8	8159,0	10452,3	Агрофірма "Агротемологія"	
ДЕПРОТ	0,0	0,0	10350,8	4352,8	10310,2	3489,9	9673,4	9205,3	8713,9	ТОВ "Агротек СВК"	
РЕНОВА	0,0	7803,2	7970,3	4098,4	9228,4	3859,0	10601,6	6408,5	958,0	ТОВ "Вишневе агро"	
МУЛАТКА	0,0	15492,4	15089,3	16240,2	16015,4	21728,2	4473,7	10893,3	15546,8	ПФ "Ворониці"	

Рис. 2. Розклад поставок цукрових буряків на завод

При реалізації генетичного алгоритму були враховані всі пункти, сформовані у постановці задачі, а саме: обмеження та вимоги, згідно з якими мають відбуватися розрахунки, сезонність при збиранні гібридів цукрового буряка.

Висновок

1. У результаті розробки генетичного алгоритму представлено постановку задачі для складання оптимального плану поставки цукрових буряків на завод з урахуванням технологічних властивостей коренеплодів із різних сировинних зон.

2. Створено й оптимізовано генетичний алгоритм з урахуванням функції пристосованості.

3. Показано, що використання генетичних алгоритмів при знаходженні оптимального розв'язку задачі є доцільним, оскільки вони дають змогу враховувати специфічні особливості задачі за короткий проміжок часу.

Література

1. Вахній С.П. Продуктивність цукру буряків залежно від сортових особливостей / С.П. Вахній // Збірник наукових праць. — 2008. — Випуск 10. — С. 198—201.

2. *Загоруйко В.Л.* Управління постачанням цукрового виробництва / В.Л. Загоруйко, О.В. Ковальчук // Економічний форум. — 2014. — № 1. — С. 33—38.
3. *Гимади Э.Х.* Полиномиальная разрешимость задач календарного планирования со складированными ресурсами и директивными сроками / Э.Х. Гимади, В.В. Залюбовский, С.В. Севастьянов // Дискретный анализ и исследование операций. Сер. 2. — 2009. — Т. 7, № 1. — С. 9—34.
4. *Борисовский П.А.* Гибридный алгоритм построения расписания многопродуктивного производства, основанный на декомпозиционном подходе и генетическом алгоритме / П.А. Борисовский, А.В. Еремеев // Материалы IV Всероссийской конференции «Проблемы оптимизации и экономические приложения». — Омск : Полигр. центр КАН, 2009. — С. 214.
5. *Щоткін В.* Агротехнологія вирощування цукрового буряку / В. Щоткін // Пропозиція. — 2001. — № 2. — С. 47—51.
6. *Жолоб В.Д.* Влияние удобрений и сроков уборки на продуктивность сахарной свеклы / В.Д. Жолоб, Е.А. Тонкаль // Селекция и агротехника — Киев : ВНИС, 1982. — С. 96—103.
7. *Маковецька С.В.* Дослідження та математичне моделювання процесу постачання сировини на цукровий завод з урахуванням генетико-детермінованих властивостей цукрових буряків / С.В.Маковецька, О.М.М'якшило, С.В.Грибков // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2016. — Том 22, № 6. — С. 7—15.
8. *Кормен Т.* Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест // Пер. с англ. под ред. А. Шеня. — Москва : МЦНМО, 2002. — 96 с.
9. *Безгинов А.Н.* Обзор существующих методов составления расписания / А.Н. Безгинов, С.Ю. Трегубов // Информационные технологии и программирование: межвузовский сборник статей. — Москва : МГИУ, 2005. — № 2(14) — С. 5—18.

**RESEARCH AND DEVELOPMENT OF THE METHOD
OF PROCESSING LOG FILES IN A DISTRIBUTED
INFORMATION SYSTEM USING NON-RELATIONAL
DATABASE MONGODB**

V. Bratskyi

National University of Food Technologies

Key words:

Database

SQL

NoSQL

JSON

BSON

Relational database

Non-relational database

MongoDB

SQL Server

GridFS

FileTable

Article history:

Received 11.01.2018

Received in revised form

26.01.2018

Accepted 06.02.2018

Corresponding author:

V. Bratskyi

E-mail:

vadymbratskyi@gmail.com

ABSTRACT

Every user of a personal computer, when actively using software in a distributed system, in real conditions, there are situations when there are errors or factors that cause program to fail. In such situations, an error message is generated in the software, which can be corrected by the user. In other cases, the program itself has time to fix the problem, and the user does not notice any changes in the functions of the program. In spite of the fact that the problem is solved, in such cases, it is important to establish the cause of the failure and eliminate it.

This article deals with this topic, where we will get acquainted with such moments where the software itself bypasses the errors and fixes them in log files that are not clear to the average user. The solution to save log files, parsing them, analyzing and making decisions about fixing errors found on the user's side in the distributed system is also considered. The structure of the log-files is described and their purpose is inquired. JSON format is considered and it is proved why it is advisable to describe logos exactly in this format. It is also considered the parsing and file saving algorithm using GridFS in MongoDB. After the data processing, suggestions were made for solving the discovered failures in the system. And also with the help of the software product, a comparative analysis of parameters for storing and processing log files in the relational (SQLServer) and non-relational (MongoDB) databases is conducted.

Therefore, this topic is currently relevant to each developer and system analyst, which simultaneously runs a large number of users. For developers, this analysis will help to diagnose software errors, to move in the right direction, and for analytics — to design a project to avoid these errors in the future.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА МЕТОДУ ОБРОБКИ LOG-ФАЙЛІВ У РОЗПОДІЛЕНІЙ ІНФОРМАЦІЙНІЙ СИСТЕМІ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕРЕЛЯЦІЙНОЇ БАЗИ ДАНИХ MONGODB

В.О. Брацький

Національний університет харчових технологій

У кожного користувача персонального комп'ютера при активному використанні програмного забезпечення в розподіленій системі в реальних умовах виникають ситуації, коли з'являються помилки або фактори, що призводять до збою роботи програми. Через це формуються повідомлення про помилку в програмному забезпеченні, яка може бути відкоригована користувачем. В інших випадках програма сама встигає усунути проблему, і користувач не помічає жодних змін у функціях програми. Незважаючи на те, що проблема вирішена, в таких випадках важливо встановити причину збою й усунути її.

У статті розглянуто програмний продукт, що сам обходить помилки і фіксує їх у log-файлах, які є незрозумілими для простого користувача. Запропоновано метод збереження log-файлів, їх парсинг-аналізу та прийняття рішень щодо виправлень виявлених помилок користувача в розподіленій системі. Описано структуру log-файлів, з'ясовано їхнє призначення. Розглянуто формат JSON і доведено, чому саме в цьому форматі доцільно описувати логи. Також визначено алгоритм парсингу і збереження файлів за допомогою GridFS в MongoDB. Після обробки даних запропоновано вирішення виявлених відмов у системі. За допомогою програмного продукту проведено порівняльний аналіз параметрів збереження та обробки log-файлів у реляційній (SQLServer) і нереляційній (MongoDB) базах даних.

Тема, що розглядається, є актуальною для кожного розробника й аналітика систем, де одночасно працює велика кількість користувачів. Проведений аналіз полегшить діагностування помилок програмного забезпечення розробникам, допоможе рухатися в правильному напрямку, дасть змогу аналітикам розробити проект так, щоб ці помилки в подальшому не проявлялися.

Ключові слова: бази даних, SQL, NoSQL, JSON, BSON, реляційні СКБД, нереляційні СКБД, MongoDB, SQL Server, GridFS, FileTable.

Постановка проблеми. Протягом тривалого часу для розробки веб-додатків традиційно використовувалися реляційні бази даних з метою зберігання, обробки і пошуку структурованих даних. У розподілених системах, де працює водночас багато користувачів, ведеться запис дій, які вони виконують у веб-програмах, у файли типу log. Ці файли надходять до адміністратора в центральному офісі. В них, поряд зі штатними діями, зафіксовано збої та відмови системи, що трапляються у клієнта. Оперативна обробка інформації, що знаходиться в log-файлах, дасть змогу вчасно виявити проблеми клієнта та запропонувати шляхи їх усунення. Але з часом log-файлів накопичуються

все більше і більше, що ускладнює їх аналіз і прийняття рішень щодо усунення проблем, які сталися на боці клієнта. Для вирішення цієї проблеми запропоновано і розроблено алгоритм та програмний продукт для обробки, запису в базу даних log-файлів та їх аналіз з метою діагностування збоїв і відмов програмного забезпечення в розподіленій в мережі Інтернет, клієнт-серверній системі.

Метою дослідження є розробка та застосування алгоритму і програми обробки даних з log-файлів для виявлення збоїв і відмов в розподіленій системі, а також формування рішень щодо їх усунення.

Викладення основних результатів дослідження. *Призначення і структура log-файла.* Лог, або логи сервера, лог-файл (словосполучення є синонімами) — це файл текстового формату, в який заносяться дані про всі дії будь-яких користувачів на серверах. Це може бути локальний сервер будь-якої організації або веб-сервер хост-провайдера, на якому працюють сайти, або FTP-сервера районної мережі [1].

У log-файли вноситься докладна інформація про те, який користувач звернувся до ресурсів сервера, його IP-адреса, MAC-адреса його мережевої карти, з якого ресурсу і за якими ключовими запитами був проведений вхід, які сторінки на сервері були відвідані і скільки часу він їх переглядав. Крім того, в log-файли записується, які файли були завантажені із сервера або закачані на сервер. Як ми бачимо, log-файли — це джерело інформації про всіх відвідувачів і користувачів сервера.

При кожному зверненні будь-якого користувача до веб-сайту відбувається запис про це у файл-журналі. При цьому відбуваються події, які розглянемо детальніше.

1. Здійснення запиту сторінки. Коли користувач вводить в адресному рядку свого браузера ім'я якого-небудь Інтернет-ресурсу і натискає клавішу Enter, браузер здійснює, відповідно до визначених правил, пошук потрібного сервера і передає йому запит на виведення сторінки. У запиті сервера відправляється така інформація:

- IP-адреса комп'ютера, з якого був посланий запит на отримання сторінки (або IP-адреса проксі-сервера, що використовується клієнтом);
- адреса запитуваної Інтернет-сторінки (IP-адреса);
- дата і час відправки запиту сервера;
- інформація про географічне місцезнаходження клієнта, який здійснив запит до сервера (або місце розташування використовуваного клієнтом проксі-сервера);
- найменування та версія використовуваного клієнтом Інтернет-браузера, з якого і був здійснений запит до сервера;
- адреса тієї веб-сторінки, з якої і був здійснений перехід.

2. Передача запитуваної сторінки в браузер клієнта. При цьому сервер здійснює передачу запитуваних даних (які можуть бути представлені у вигляді веб-сторінки, файлу, куки тощо) на комп'ютер клієнта, точніше в браузер, за допомогою якого було викликано попередню подію.

3. Здійснення запису в log-файл. При цьому сервер здійснює запис усієї отриманої інформації в log-файл, який ще називають журналом подій. Дані у

log-файли вміщують у собі досить незрозумілу інформацію для непідготовленого новачка, але для системних адміністраторів і розробників веб-додатків це цілком зрозумілий і осмислений текст, який є підставою для проведення будь-яких дій або навіть кримінального переслідування клієнта (звичайно, в разі, якщо доступ до ресурсу був неправомірним, наприклад, хакерським зломом, що призвело до виведення з сервера інформації, яка там зберігалася, бази даних банківських карт клієнтів компанії).

Але при аналізі файлів журналу подій (log-файлів) системним і мережевим адміністраторам слід враховувати, що отримані дані все ж не є на 100% реальними, відхилення в них зазвичай становить 5—10% через різні технічні і технологічні особливості використовуваного обладнання та його налаштувань. Однак, якщо навантаження на сайт є постійним (інакше кажучи, адміністрація не проводить будь-яких активних рекламних кампаній із залучення відвідувачів, внаслідок чого відвідуваність сайту збільшується на порядки), то отримані при передачі значення помилок можна вважати більш-менш постійними, що забезпечує можливість здійснення порівняння статистики за минулі періоди.

Звичайно, можна читати й аналізувати і самі логи, але це досить незручний і трудомісткий процес. Оскільки існує можливість самому створювати формат логів і їх структуру, то запропоновано зберігати всі збої, зареєстровані у log-файлах системи, у форматі JSON. Для цього розроблено парсер файлів, який зберігає log-файли в базі даних MongoDB, переглядає цей файл за заданими критеріями, створюючи документи в колекціях для аналізу.

Формат JSON. JSON (англ. JavaScript Object Notation) — текстовий формат обміну даними, що базується на JavaScript. Як і багато інших, текстові формати JSON легко читаються. Формат JSON був розроблений Дугласом Крокфордом [2].

Незважаючи на походження від JavaScript (точніше, від підмножини мови стандарту ECMA-262, 1999 р.), формат вважається незалежним від мови і може використовуватися практично будь-якою мовою програмування. Для багатьох мов існує готовий код для створення й обробки даних у форматі JSON.

За рахунок своєї лаконічності, якщо порівняти з XML, формат JSON більше підходить для серіалізації складних структур. Якщо говорити про веб-додатки, він доречний у задачах обміну даними як між браузером і сервером (AJAX), так і між самими серверами (програми HTTP-сполучення).

Наступний приклад показує JSON-представлення об'єкта, що описує людину. В об'єкті є строкові поля імені і прізвища, об'єкт, що описує адреси, і масив, що містить список телефонів. Як видно з прикладу, значення може являти собою вкладену структуру.

```
{  
  "FirstName": "Іван",  
  "LastName": "Іванов",  
  "Address": {"StreetAddress": "np. Науки, 26, кв. 5—4",  
    "City": "Київ",  
    "PostalCode": "000101"},  
  "PhoneNumbers": ["812 123-1234", "916 123-4567"]}
```

Якщо порівняти з мовами XML або SQL, то можна помітити, що JSON має більш компактний вигляд і краще читається.

Парсер log-файлів. Розроблений парсер і алгоритм обробки даних призначені для швидкого і лаконічного аналізу великої кількості log-файлів. Файли можна як завантажувати в базу даних (БД), так і напряму звертатися до парсера. Для завантаження файлу в базу даних використовується методика GridFS [3]. Це специфікація MongoDB для зберігання великих файлів. Тобто ця технологія розбиває великі файли на менші фрагменти. Фрагменти зберігаються в одній колекції (fs.chunks), а метадані про фото або текстовий документ — в іншій колекції (fs.files). Коли користувач робить запит до файлу, то GridFS звертається до колекції з фрагментами. Кожен фрагмент має id (ідентифікатор) файлу і за id GridFS збирає файл повністю та повертає користувачеві.

Кілька переваг GridFS:

- GridFS сам виконує реплікацію або сегментування (шардінг);
 - MongoDB розділяє файли на фрагменти по 2 Гб, тому в ОС не виникатимуть проблеми з маніпулюванням файлами;
 - не виникає потреба обмежувати ОС на імена файлів або кількість файлів в одній директорії;
 - MongoDB автоматично генерує і зберігає MD5 хеш збереженого файлу.
- Це зручно для порівняння завантажених файлів по MD5 хешу і виявлення дублікатів або валідації успішного завантаження.

Програмний продукт парсера написано на мові програмування C#, обрана СКБД MongoDB. Алгоритм парсера для обробки log-файлів веб-системи описаний нижче.

На початку парсингу створюється об'єкт *Parser()*, який матиме як шаблони регулярних виразів, так і два динамічних масиви *LogsList*, де зберігатимуться об'єкти готових документів для передачі в базу даних, і *TempLogsList*, де зберігатиметься тимчасовий неповний об'єкт.

Далі відкривається файл і передається в метод самого парсингу і вибірки даних. На початку методу створюються дві змінних *dataStart*, *dataEnd* — дати запиту і відповіді в одному з рядків знайдених у файлі, *value* — сам рядок. Потім відтворюється цикл, який перебирає всі рядки файлу. В циклі створюються дві змінні, де записуються дата запиту і відповіді. Після знайденої дати відбувається пошук за шаблоном *Input*, *Output*, а після знайденого бігу запускається метод *CreateLog()*, в який передаються *messageId*, *requestDate*, *request*, *responseDate*, *response*, *logFile*. У методі створюється змінна *log*, де записується перший знайдений документ у тимчасовому масиві *var log = TempLogList.FirstOrDefault(o=>o.id==id)*. Якщо в результаті буде *null*, тоді відбуватиметься створення нового log-документа, що додається в тимчасовий масив з неповними даними із запитом або відповіддю. Але якщо об'єкт буде знайдений у тимчасовому масиві, тоді відбуватиметься перевірка вхідних даних. Тобто якщо *request != ""*, тоді в знайдений об'єкт у тимчасовому масиві буде передані *requestDate* і *request*, або, навпаки, *responseDate*, *response*. Після успішного створення або доповнення об'єкта відбуватиметься

перевірка на повність. Якщо `MessageId != "" && log.Request != "" && log.Response != ""`, тоді додаємо готовий, повний об'єкт `LogsList.Add(log)` і видаляємо з тимчасово масиву `TempLogsList.Remove(log)`. І так до тих пір, доки не переберемо всі рядки файлу. Після завершення перебору записуємо всі повні документи в базу даних MongoDB і перевіряємо, чи щось залишилося в тимчасовому масиві. Якщо так, тоді заповнюємо об'єкт шаблоном «Дані не знайдено і стандартне налаштування дати».

Розглянемо роботу алгоритму на прикладі невеличкого фрагменту з log-файлу, в якому зберігаються всі запити і відповіді від сервера.

`=> BarsScheduler at 5/6/2016 9:32:51 PM : from 10.7.73.12 ; RequestType = POST; ContentType = application/json; charset="UTF-8";`

`Input = {"sessionId": "alpcpcwpxltypjxc1horz3j", "method": "SetClientData", "params": [{"branch_id": "/302076/", "RNK": "25184", "changed": "2013-05-06T20:58:01", "created": "2008-12-30T00:00:00", "fio": "ІВАЦУК ЛІЛІЯ ВАЛЕНТИНІВНА", "client_type": "1", "inn": "2821615501", "birth_date": "1977-04-02T00:00:00", "document_series": "AA", "document_number": "614213", "client_data": "", "mergedRNK": [], "user_login": "U01_120_06", "user_fio": "Миرونенко Людмила Павлівна"}], "message_id": "BARS-MESS-6717784"}`

`<= BarsScheduler at 5/6/2016 9:32:51 PM : to 10.7.73.12`

`Output = {"status": "OK", "RESULT": [{"RNK": "25184"}], "message_id": "BARS-MESS-6717784", "responce_id": "1", "current_timestamp": "2016-05-06T21:32:51"}`.

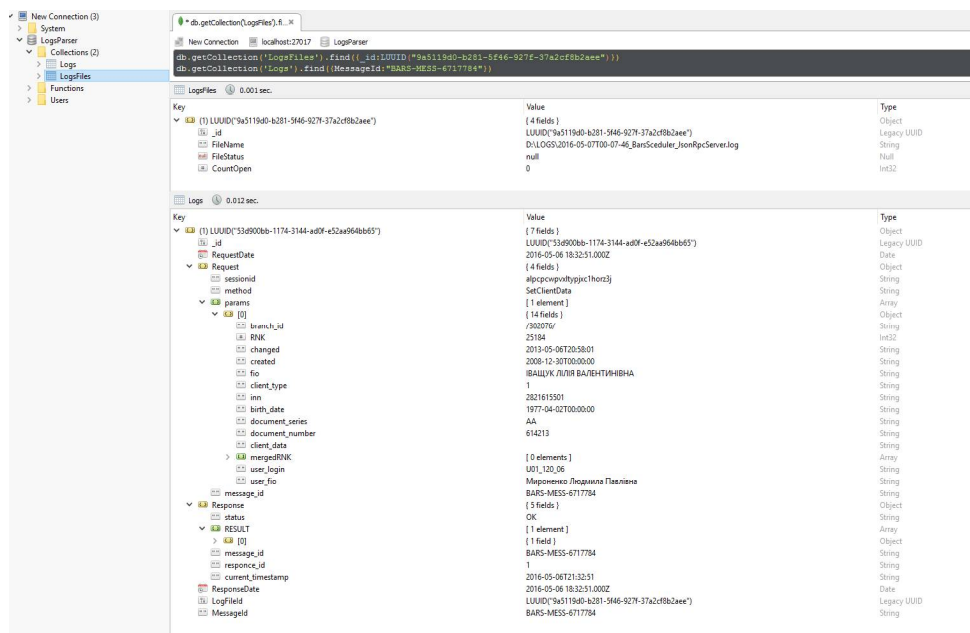


Рис. 1. Інтерфейс RoboMongo

Інтерфейс RoboMongo наведено на рис. 1, інтерфейс парсера — на рис. 2.

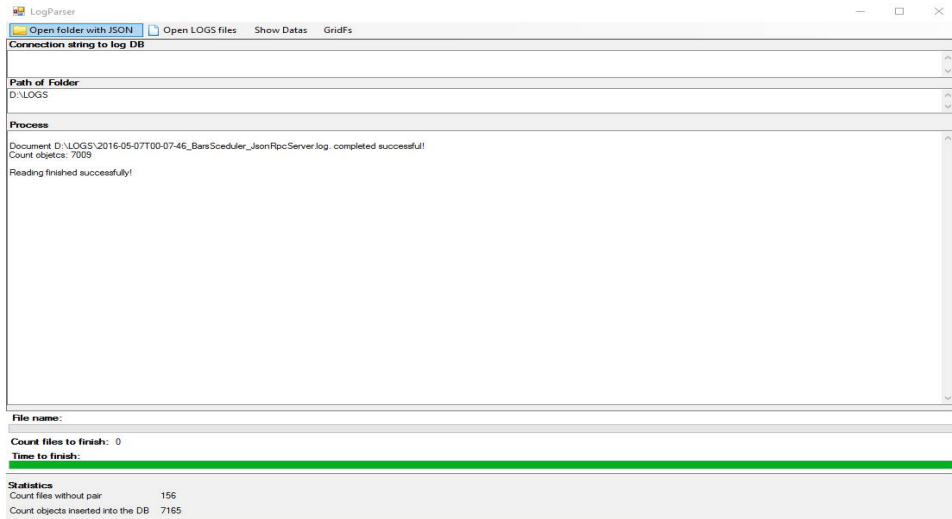


Рис. 2. Інтерфейс парсера log-файлів

Наведений приклад показує завантаження файлу в MongoDB. Загальний розмір 43, файл b займає 504 Мб. Вставка тривала 10,05 секунди. Розмір колекції з файлами займає 265 Мб. Як можна побачити, MongoDB стискає колекцію майже вдвічі, швидкість при цьому прийнятна.

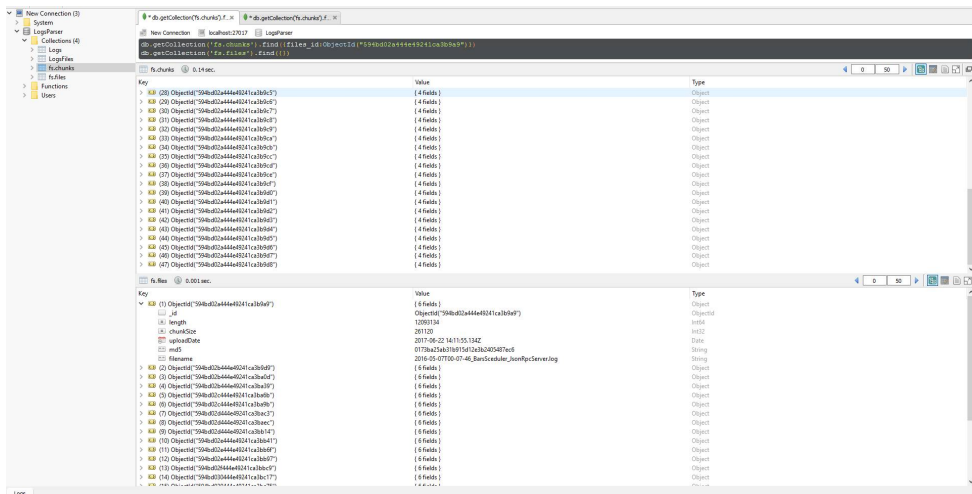


Рис. 3. Інтерфейс бази даних з log-файлами

З рис. 3 можна побачити, що один файл розділено на 47 фрагментів рівномірного розміру. В кожному фрагменті, або шарді, є id (ідентифікатор) файлу і бінарні дані документа.

Після занесення log-файлу до БД у MongoDB, можна легко побудувати JSON запити і проводити аналіз даних, наприклад, за такими параметрами, як дата, місце розташування, статус виконання тощо.

Порівняння технології збереження *log-файлів* у *SQL Server* і *MongoDb*. Традиційним способом зберігання в БД неструктурованих двійкових файлів, таких як відео, аудіо, картинки тощо, є визначення в таблиці поля типу *varbinary (max)* або застосування *FileStream* (з'явилося в *SQL Server 2008*). У *SQL Server 2012* з'явився новий підхід з використанням таблиць *FileTable*. Технологія *FileTable* базується на функціоналі *FileStream*, розширюючи при цьому його можливості. У *FileTable* для організації структури каталогів використовується тип *HierarchyId* [4].

Для створення таблиці, в якій будуть зберігатися файли, потрібно провести незначні модифікації з базою даних і сервером, як описано в документі [5]. В результаті створюється директорія, яку слід задати в налаштуваннях сервера і базах даних. Саме там будуть зберігатися всі дані *FileStream*. У *SQL Server Management Studio* в розділі *Tables* → *File tables* буде відображено таблицю з *log-файлами*. Для додавання файлів у задану директорію можна використовувати як систему *CRUD*, так і провідники, які автоматично будуть завантажувати *log-файли* у базу даних.

І тут же ми можемо помітити, що при збереженні файлів у *MS SQL Server* розмір бази даних буде залежати від кількості файлів і їх розміру. А у файлової системі у *MongoDb* колекція з файлами стиснена майже вдвічі і база даних є одним документом, який легко транспортувати.

Особливість *FileTables* полягає в тому, що ця технологія об'єднує компонент *SQL Server Database Engine* з файловою системою *NTFS*, розміщуючи дані великих двійкових об'єктів (*BLOB*) типу *varbinary (max)* у файлової системі. Виходячи з цього, можна виділити такі переваги:

- можливий нетранзакційний доступ через файлову систему *Windows*, при цьому продуктивність дорівнює продуктивності файлової системи;
- для кешування файлів у сховище *FileTable* використовується системний кеш *NT*, при цьому *SQL-буфер* використовується тільки для обробки запитів;
- розмір виконуваного файлу обмежений тільки розміром *NTFS-розділу*;
- можливий також транзакційний доступ за допомогою звичайних інструкцій *SELECT*, *INSERT*, *UPDATE* і *DELETE*;
- доступне використання інтегрованих служб *SQL Server*, таких як резервне копіювання, вбудована підтримка безпеки, повнотекстовий пошук тощо.

Під час розробки програми проводилося порівняння *SQL Server 2014* і *MongoDB*. Програма розроблена з асинхронними можливостями і проблемою у *MongoDB* було збереження оброблених даних у базі даних. Якщо під час збереження даних відбувалася обробка іншого файлу, в іншому потоці, то його збереження переривало попереднє і всі попередні документи не потрапляли до бази даних. У БД *SQL Server* в цьому випадку все нормально — сам сервер виставляє потоки в чергу і не перериває дії попередніх. Тому було прийняте рішення у БД *MongoDB* для кожного потоку створювати окреме з'єднання з базою даних, і кожне введення даних з парсера має працювати в окремому потоці в окремому *MongoClient*. Це є одним із мінусів *MongoDb* порівняно з *SQL Server*.

Перевагою БД у *MongoDb* є його зручність і читабельність *log-файлів* у форматі *JSON*, з яким база даних легко взаємодіє. У *MongoDb* швидше вико-

нуються запити для аналізу даних, ніж у БД в SQL Server, де пошук відбувається послідовно по рядках таблиці для виявлення даних, подібних до параметра пошуку.

Висновок

У результаті проведеного дослідження з'ясовано, що log-файли є вельми потужним засобом для аналізу функціонування клієнтських додатків розподіленої системи на сервері. Використання MongoDB дає змогу побудувати чіткі і точні запити для аналізу log-файлів і за допомогою зручної та швидкої технології GridFs зберігати будь-які файли у базі даних у фрагментованому вигляді, якщо порівняти з реляційною базою даних [6]. Для збору статистики та структурування отриманих даних планується реалізація фільтру на основі ключових слів для формування результуючого документа про збої, що відбулися у програмному забезпеченні клієнта за заданий період.

Програмний продукт у складі системи підтримки прийняття рішень пропонується для використання аналітиками та програмістами. З його допомогою можна визначити причину відмови, побудувавши запит за певними параметрами. В подальшому планується створення бази знань експертів, яка буде містити шаблони несправностей і варіанти їх виправлення. Всі ці заходи сприятимуть підвищенню надійності функціонування розподіленої системи.

Література

1. Логи: розбираємося з поняттям лог-файл [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://thelocalhost.ru/log/>.
2. Формат JSON [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://learn.javascript.ru/json>.
3. Symfony — загрузка файлів у MongoDB GridFS [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://habrahabr.ru/post/314840/>.
4. Зберігання ієрархічних структур даних в Microsoft SQL Server [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://ts-soft.ru/blog/hierarchyid>.
5. Таблиці файлів в SQL Server 2012 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://ts-soft.ru/blog/filetable>.
6. Брацький В.О. Дослідження особливостей застосування реляційних і нереляційних баз даних на прикладі SQL Server та MongoDB / В.О. Брацький, О.М. М'якшило // Наукові праці Національно університету харчових технологій. — 2016. — Том 22, № 5. — С. 15—23.

TRANSFORMATION OF LAND RELATIONS IN THE CONTEXT OF FORMATION AND REALIZATION OF THE STATE AGRICULTURAL POLICY

M. Huba, Y. Barsuk

Kherson State Agricultural University

Key words:

*Land relations
Land market
Agrarian policy
Transformation of the
structure of the land fund
Land reform*

Article history:

Received 12.01.2018
Received in revised form
22.01.2018
Accepted 05.02.2018

Corresponding author:

M. Huba
E-mail:
gubamarina16@gmail.com

ABSTRACT

In the article the process of transformational changes taking place in land relations of the subjects of the agrarian sector of the economy as the basic factor of formation and implementation of the agrarian policy of the state is researched. The institutional component of the agrarian policy of the state is considered in order to determine the guidelines for the further development of land relations in the agrarian sector of the ukrainian economy. An analysis of the normative and legal provision of state regulation of land relations shows that since the restoration of Ukraine's independence, a whole range of subordinate legal acts aimed at regulation and development of land relations and the completion of land reform has been adopted.

The features of land use from the point of view of forms of ownership and forms of management are revealed. The tools and mechanisms of the regulatory influence of the state on their implementation in the conditions of reforms are determined. It has been established that, despite such a significant amount of adopted laws and regulations in the field of land reform, the authorities empowered to carry out land reform (especially at the local level) faced the following main difficulties: a number of legislative acts are contradictory, which complicates their implementation, and respectively, land reform; redistribution of land, granting and securing them into property and using require significant amount of work and mainly extent depend on the amount of funding.

The normative-legal documents, which specify the main directions, strategic goals and tasks of the state social policy in the field of land relations, are considered. However, the formation of the regulatory framework must be directed at deepening and completing the land reform and building, first of all, civilized market land relations and ensuring the social development of the village.

It is proved that the improvement of land relations in the agrarian sector at the local, regional and national levels is a prerequisite for the formation and implementation of agrarian policy focused on the development of competitive agrarian production and rural areas.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-5

ТРАНСФОРМАЦІЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН У КОНТЕКСТІ ФОРМУВАННЯ І РЕАЛІЗАЦІЇ ДЕРЖАВНОЇ АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ

М.І. Губа, Ю.В. Барсук

Херсонський державний аграрний університет

У статті досліджено процес трансформаційних змін, що відбуваються у земельних відносинах суб'єктів аграрного сектору економіки як базового чинника формування та реалізації аграрної політики держави. Розглянуто інституційну складову аграрної політики держави з метою визначення орієнтирів подальшого розвитку земельних відносин в аграрному секторі економіки України. Аналіз нормативно-правового забезпечення державного регулювання земельних відносин свідчить про те, що з часу відновлення незалежності України прийнято цілий спектр підзаконних нормативно-правових актів, спрямованих на регулювання та розвиток земельних відносин та завершення земельної реформи.

Виявлено особливості землекористування з точки зору форм власності та форм господарювання. Визначено інструменти і механізми регуляторного впливу держави на їх впровадження в умовах проведення реформ. Встановлено, що, незважаючи на значний обсяг прийнятих законів та підзаконних актів у сфері реформування земельних відносин, органи, які уповноважені проводити земельну реформу (особливо на місцевому рівні), зіткнулися з такими основними труднощами: ряд законодавчих актів суперечливі, що ускладнює їх реалізацію, а відповідно, і проведення земельної реформи; перерозподіл земель, надання та закріплення їх у власність та користування потребують значних обсягів робіт і значною мірою залежать від обсягів фінансування.

Розглянуто нормативно-правові документи, у яких визначено основні напрями, стратегічні цілі та завдання державної соціальної політики у сфері земельних відносин. Однак формування нормативно-правової бази необхідно спрямувати на поглиблення й завершення земельної реформи та розбудову насамперед цивілізованих ринкових земельних відносин і забезпечення соціального розвитку села.

Доведено, що удосконалення земельних відносин в аграрному секторі на локальному, регіональному і загальнодержавному рівнях є необхідною умовою формування й реалізації аграрної політики, зорієнтованої на розвиток конкурентоспроможного аграрного виробництва та сільських територій.

Ключові слова: *земельні відносини, земельний ринок, аграрна політика, трансформація структури земельного фонду, земельна реформа.*

Постановка проблеми. Аграрна економіка України вступила в новий етап активних трансформацій, спрямованих на завершення формування інституційної системи й аграрної реформи. Трансформації, які відбуваються в земельних відносинах, є результатом інституційних змін. Формування ринко-

вих відносин в економіці країни сприяло виникненню нових умов розвитку аграрної сфери через інститути власності, ринку, оренди, конкуренції, ціноутворення, вартості. У зв'язку з цим в Україні здійснено важливі етапи реформування земельних відносин: проведено роздержавлення і грошову оцінку земель, приватизацію сільськогосподарських угідь. На новій організаційно-правовій основі сформовані підприємства ринкового типу. Передача державою сільськогосподарських угідь у приватну власність громадян стала передумовою формування ринкових земельних відносин. Однак слід констатувати, що на сьогодні земельна реформа в Україні далека від свого логічного завершення. Більшість найважливіших цілей земельної реформи, визначених законодавчо, так і не було досягнуто. Держава не забезпечила остаточного вирішення проблем справедливого розподілу земель, раціонального землекористування, дотримання екологічних норм законодавства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам ефективного використання земельних ресурсів в Україні, розвитку ринку землі присвячено наукові праці провідних учених, серед яких: А. Даниленко, П. Пресіч, О. Олійник, П. Саблук, Т. Сидоренко, А. Сохнич, М. Ступень, Г. Черевко, І. Юхновський, А. Третяк та інші. Відзначаючи внесок цих та інших вчених у розвиток системи земельних відносин, необхідно зазначити, що в сучасних умовах ці відносини настільки динамічні і суперечливі, що вимагають подальшого дослідження.

Сьогодні ведуться наукові розробки щодо подальшого розвитку земельних відносин, зокрема, формування та розвитку ринку земель і його інфраструктури, методики нормативно-грошової оцінки сільськогосподарських земель в умовах формування ринкових відносин, ефективного та еколого-безпечного використання земель сільськогосподарського призначення, організації державного контролю над їх екологічним станом. Відзначаючи позитивні зрушення в розвитку земельних відносин, слід підкреслити актуальність існуючих проблем, на розв'язання яких спрямована стаття.

Метою статті є розгляд питань, пов'язаних з концептуальними напрямками земельної реформи держави як базової складової аграрної політики в цілому, удосконаленням системи управління землекористуванням, соціально-економічними проблемами розвитку сільських територій у контексті земельних відносин.

Викладення основних результатів дослідження. Перехід до цивілізованих форм ринкових відносин передбачає реформування суспільства з багатьох напрямків соціально-економічного розвитку країни. Найважливішим із них є вдосконалення системи земельних відносин та її інституційного забезпечення. Трансформація земельних відносин у науці і практиці розглядається як ключовий елемент аграрної реформи. Сутність ринкових перетворень в аграрному секторі передбачає зміну основ земельної власності, форм використання земельних ресурсів з урахуванням регіональної специфіки землекористування. Трансформація земельних відносин в умовах ринкового середовища функціонування вітчизняної системи землекористування перетворилась в повномасштабну земельну реформу, яка й досі повністю не завершилась. Але головне завдання реформування архаїчних відносин щодо форм власності на землю стало об'єктивним процесом [1].

Земельна реформа в Україні триває вже 26 років. Утім, незважаючи на ряд реалізованих заходів (величезні площі передані у приватну власність, розпайовані), реформа ще далека від завершення: ринок землі сільськогосподарського призначення не існує, значна частина ринку оренди знаходиться «в тіні», а декілька категорій землі не мають чіткого правового статусу або ж використовуються непрозоро. За період здійснення земельної реформи в Україні відбулася поетапна реалізація комплексу тактичних і стратегічних організаційно-економічних заходів, які забезпечили перехід до нової системи земельних відносин.

На першому етапі земельної реформи (1991—1993 рр.) відбувся перехід від адміністративно-планових до ринкових відносин в аграрному секторі, який характеризувався законодавчим визнанням [2—5], поряд з державною, колективною та приватною власністю на землю; створенням правового поля та умов для реформування економічних відносин на селі шляхом демонополізації державної власності; проведенням приватизації державного майна і землі; формування реального господаря-власника на селі; розвиток вільного підприємництва; створення належних умов для прибуткового господарювання сільськогосподарських підприємств, що, у свою чергу, повинно забезпечити підвищення рівня життя людей у сільській місцевості та продовольчої безпеки в Україні. Процес приватизації забезпечив безоплатну передачу селянам сільськогосподарських угідь, земель запасу та земель резервного фонду, які раніше знаходилися у державній власності, у приватну власність громадянам з метою ведення особистих селянських господарств і фермерських господарств. Таким чином, на цій основі сформувався передумови для розвитку конкуренції та багатокладності у сільському господарстві України.

На другому етапі реформування земельних відносин (1994—1999 рр.) відбулося формування пайового земельного фонду, який розподілявся між членами колективних сільськогосподарських підприємств і організацій, включаючи пенсіонерів з їх числа, на земельні частки (паї), в їх умовних (кадастрових) гектарах, із зазначенням їх вартості, та із можливістю подальшого виділення земельної ділянки в натурі (на місцевості), з видачею на них відповідного документа-сертифіката, а пізніше — державного акта на право на земельну частку (пай) [6]. У результаті майже 6 млн громадян України, які були членами колективних сільськогосподарських підприємств, отримали сертифікати на право на земельну частку (пай), що пізніше були замінені на державні акти на право приватної власності на землю.

Наступним кроком реформування земельних відносин стало правове врегулювання орендних земельних відносин [7]. З 1 січня 1999 року в Україні запроваджено фіксований сільськогосподарський податок на землю та визначений статус орендної плати.

Третій етап реформування земельних відносин (2000 р. — донині) передбачав створення на базі колективних і недержавних сільськогосподарських підприємств нових агроформувань ринкового спрямування та організацію належного державного контролю за формуванням і функціонуванням ринку земель сільськогосподарського призначення, їх екологічним станом та раціо-

нальним використанням [8]. Однак відсутність належного правового регулювання земельних орендних відносин сповільнила процеси реорганізації колективних сільськогосподарських підприємств у ринкові формування.

У результаті здійснення земельної реформи в Україні відбулись докорінні зміни у земельних відносинах з огляду на форми власності та господарювання. Так, якщо на кінець 1991 р. весь земельний фонд України перебував у державній власності, то на початок 2017 р. питома частка сільськогосподарських угідь у користуванні сільськогосподарськими підприємствами державної власності становила 2,6%, недержавної власності — 56,9%, населення — 43,1% (табл. 1). Усього станом на 1 січня 2017 року земельний фонд України становить 60,3 млн гектарів, або близько 6% території Європи. Сільськогосподарські угіддя становлять близько 19% загальноєвропейських, у тому числі рілля — близько 27%. Показник площі сільськогосподарських угідь у розрахунку на одну особу є найвищим серед європейських країн і становить 0,9 гектара, у тому числі 0,7 гектара ріллі (середній показник європейських країн — 0,44 і 0,25 гектара відповідно).

Розглянемо у таблиці площу та розподіл сільськогосподарських угідь за землевласниками і землекористувачами в Україні.

Таблиця. Площа сільськогосподарських угідь за категоріями землевласників і землекористувачів України, розроблено авторами за даними [9]

Показники	1990		2000		2005		2010		2016	
	Площа с.-г. угідь	До загальної площі с.-г. угідь	Площа с.-г. угідь	До загальної площі с.-г. угідь	Площа с.-г. угідь	До загальної площі с.-г. угідь	Площа с.-г. угідь	До загальної площі с.-г. угідь	Площа с.-г. угідь	До загальної площі с.-г. угідь
	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
Усі категорії господарств	41 721	100	40 308	100,0	37 322	100,0	36 555	100,0	36 453	100,0
Сільськогосподарські підприємства	39 156	93,9	34 065	84,5	23 502	63,0	20 864	57,1	20 747	56,9
державні	29 099	69,7	32 067	79,6	22 214	59,5	1 048	2,9	937	2,6
недержавні	10 057	24,1	1 997,7	5,0	1 288,7	3,5	19 816	54,2	19 810	54,3
Господарства населення	2 565	6,1	6 243,2	15,5	13 819	37,0	15 690	42,9	15 706	43,1

Основними тенденціями трансформації структури земельного фонду за 1991—2017 рр. за основними власниками землі та землекористувачами є зменшення площ земель у власності та користуванні недержавних і державних сільськогосподарських підприємств (це стосується підприємств усіх організаційно-правових форм господарювання) та збільшення площ земель, які надані у власність і користування громадянам, а також земель селянсько-фермерських господарств. Сьогодні очевидно, що очікування і результати, пов'язані з проведенням цієї реформи, є суперечливими. Серед основних негативних наслідків земельної реформи такі:

- виникнення та розвиток процесів надмірної консолідації землі в рамках одного вертикально інтегрованого агроформування;

- негативні структурні зрушення галузевої структури агровиробництва: частка продукції рослинництва досягає в останні роки 70% порівняно з 52% на початку реформи;

- порушення раціональної структури посівних площ і чергування сільсько-господарських культур, зниження вмісту гумусу в ґрунті та зниження його родючості.

- занепад, а подекуди зникнення цілих галузей аграрного виробництва та галузей, що з ними технологічно й організаційно споріднені;

- зменшення кількості робочих місць у сільському господарстві, зuboжіння сільських жителів, відсутність рівних можливостей реалізації їх професійних і соціальних прав. Кількість домогосподарств, чий дохід на людину складає менше прожиткового мінімуму в сільській місцевості майже 25% проти 10,5% в містах, причому жителі сільських територій — це майже третина (31%) від усього населення України;

- погіршення соціально-економічного розвитку сільських територій.

З метою проведення земельної реформи була створена відповідна правова база, яка включає в загальній кількості більше сотні нормативно-правових документів: закони, постанови Верховної Ради України, постанови Кабінету Міністрів, базові накази Держкомзему тощо. Виконання вищезазначених нормативно-правових актів дало змогу здійснити більшість завдань вищезазначених етапів земельної реформи в Україні. Але в цьому нагромадженні документів щодо земельних відносин прийняті законодавчі норми та концепції не завжди підкріплювалися відповідними цільовими програмами, які, зі свого боку, не мали і на разі не мають дієвих механізмів реалізації. Так, наприклад, після прийняття Концепції Державної цільової програми розвитку земельних відносин в Україні на період до 2020 р., затвердженої розпорядженням Кабінетом Міністрів України від 17.06.2009 № 743-р, досі не прийнята сама програма, і тільки в 2017 р. зареєстровані законопроекти щодо загальнодержавних програм розвитку земельних відносин в Україні.

Крім того, сучасне земельне законодавство характеризується частими змінами провідних аспектів земельної політики, а значна кількість нормативних документів морально застаріла і не може якісно та в повному обсязі регулювати відносини, що виникають у процесі реалізації земельної реформи. Гальмується вирішення питання щодо регулювання ринку землі. Поряд з недоліками правової регламентації земельних відносин дуже повільно вирішуються проблеми адміністративної системи управління земельною сферою. Загальнодержавні дискусії щодо земельних відносин стали політичним питанням суспільства. Недосконалість нормативно-правової бази земельних відносин, механізмів ринкового обігу земельних ділянок, системи обліку земель, непрозорість процесів приватизації та відведення земельних ділянок державної та комунальної власності в оренду та приватне користування, заборона продажу земель сільськогосподарського призначення призвели до появи тіньового ринку землі.

Останніми роками в Україні ведеться активний пошук підходів у напрямку розвитку земельних відносин з метою формування дієвого ринку землі. Досвід країн Східної Європи при проведенні земельної реформи та розвитку сільськогосподарського виробництва показує, що однозначного вирішення цієї проблеми не існує, тому що існують різні форми власності на землю. У 90-і роки ХХ ст. багато держав регіону проводили реституцію націоналізованого майна, в тому числі земельних наділів. Якщо власник доводив свої права на ділянку, він міг її отримати назад або ж продати державі.

І в Угорщині, і в Польщі були створені державні земельні органи, які виконують функції як операторів фонду земель, так і ресурсних центрів для модернізації виробництва та природоохоронного захисту земель. У країнах Східної Європи великі фермерські господарства (більше 50 га) переважають над малими, виняток становлять Румунія, Словенія, Литва. Так, у Польщі в 1997 р. 3,6 млн гектарів с/г земель була віддана в лізинг, 0,6 млн гектарів — продано, а розпорядником 0,4 млн гектарів залишилося Національне земельне агентство. Більша ж частина державних агропідприємств продана і віддана в лізинг без дроблення. Лише незначна частина розподілена між дрібними фермерськими господарствами. Підсумовуючи, можна сказати, що при існуючому ринку продажу земель основна частина земельного фонду залишається у володінні держави, яке здає його в довгострокову оренду або лізинг. У багатьох країнах введені дуже жорсткі заходи державного регулювання ринку земель сільськогосподарського призначення.

Досвід Австралії, Данії, Іспанії, США, Франції, Швеції та інших країн у питанні функціонування ринку земель сільськогосподарського призначення показав ряд особливостей. Вони полягають у забороні на певний термін продавати землю (Іспанія, Франція, США), в отриманні дозволу уряду на купівлю сільськогосподарських земель (Швеція), встановлення максимального розміру наділу у власності сім'ї (Данія), переведення земель з однієї категорії в іншу тільки з дозволу відповідних державних органів тощо. У Норвегії державне регулювання ринку земель направлено на захист сільськогосподарських земель і створення умов для ефективного їх використання. У США частина орендованої землі становить 70%, у Німеччині — близько 80%.

Дозвільний порядок відчуження земель сільськогосподарського призначення, дія якого спрямована на ефективне використання земель і боротьбу зі спекулятивними операціями в сфері земельного обороту, давно існує також в Австрії.

Після об'єднання ФРН і НДР сільськогосподарські землі стали власністю держави, яке здає їх в оренду з правом подальшого викупу. Орендар, який придбав землю, не має права продавати її протягом 20 років.

До основних об'єктивних проблем формування ринку землі в Україні можна віднести такі:

1. В Україні чинний кадастр земельних ресурсів є недосконалим. Практично всі складові кадастру мають значні труднощі щодо їх реалізації, а сам кадастр на разі не можна вважати джерелом необхідних, достовірних і своєчасних відомостей про земельні ресурси.

2. Процес визначення меж ділянки на місцевості (винесення в натурі) ускладнений існуючими інструкціями і неточностями між декларованими та реальними межами ділянок.

3. Парцеляція (роздробленість) земельних ресурсів. Власниками українських земель є 6,8 млн жителів села, з них 2/3 — передпенсійного і пенсійного віку, тоді як для ефективного агровиробництва потрібні великі наділи. З іншого боку, скорочення кількості дрібних і середніх фермерських господарств призведе до зменшення зайнятості населення в сільських районах і підвищення соціальної напруги.

4. Наявність великої кількості неоформленої, так званої «нічийної» землі.

Розвитку ринку сільськогосподарських земель заважають такі чинники:

- небезпека спекуляцій земельними ділянками, коли значні площі земель скуповуватимуться фінансовими спекулянтами;
- зміна цільового призначення та урбанізації сільськогосподарських земель, що призведе до зростання цін на аграрну продукцію;
- недовіра до державних органів влади через їх високу корумпованість;
- брак коштів для придбання землі і страх перед конкуренцією з аграрними холдингами;
- скуповування земель сільськогосподарського призначення іноземними державами.
- незаконне й тіньове використання землі;
- відсутність економічного та правового визначення паїв;
- недосконалість Земельного кодексу України;
- корупція у галузі земельних відносин.

Для реалізації української земельної реформи на всіх ієрархічних рівнях, як свідчить зарубіжний досвід, необхідний дієвий інструментарій, що включає нормативні, стратегічні й оперативні елементи. Якщо на нормативному рівні основну роль відіграють правила екологічного поводження, що визначають загальні обов'язки підприємств з виконання екологічних вимог і нормативів, то на стратегічному — системи планування, керівництва і контролінгу. На оперативному ж рівні використовується низка систем та інструментів, за допомогою яких вимірюється і контролюється екологічна ефективність діяльності підприємства, під якою мається на увазі форма одержання результатів, що дає змогу досягти поставленої мети при мінімізації витрат ресурсів і навантаження на навколишнє природне середовище.

З метою забезпечення успішного землекористування та управління земельними ресурсами, запровадження ринку земель в Україні необхідне:

- створення інфраструктури ринку земель сільськогосподарського призначення (земельні аукціони, земельний банк, оцінювачі, страхові компанії, землевпорядні організації, органи реєстрації прав тощо)
- запровадження «прозорого» механізму реалізації земельних ділянок, який би функціонував на засадах відкритості, рівного доступу та публічного контролю;
- налагодження ефективного функціонування Державного земельного банку — спеціалізованої державної фінансової установи, орієнтованої на

кредитування сільськогосподарських товаровиробників під заставу землі та іншого майна;

- вдосконалення електронного Державного земельного кадастру, який би забезпечив доступ широкого загалу до інформації про об'єкти земельної власності, зокрема про межі земельних ділянок, їх цільове призначення, вид функціонального використання, нормативну грошову оцінку, розподіл між власниками і користувачами, надійну синхронізацію даних тощо;

- вдосконалення організації та підвищення якості адміністративних послуг у сфері земельних ресурсів;

- стимулювання землекористувачів до раціонального використання земельних ресурсів шляхом надання податкових і кредитних пільг особам, які здійснюють за власні кошти заходи щодо захисту земель і підвищення родючості ґрунтів; звільнення від плати за земельні ділянки, на яких ведуться роботи щодо поліпшення їх стану;

- створення системи вимог щодо користування сільськогосподарськими землями, включаючи екологічні вимоги та вимоги до сівозміни;

- встановлення жорстких антимонопольних обмежень та запровадження інших механізмів унеможливлення тінізації ринкового обігу земель;

- запровадження автоматизованої електронної системи обліку платників земельного податку і плати за оренду земель та фінансових трансакцій при купівлі-продажу прав власності чи прав оренди на землю

Основними базами управління земельними ресурсами і формування земельних відносин на рівні населених пунктів у довгостроковому періоді зобов'язані стати:

- посилення системи застави та гарантій прав власності на землю;

- встановлення режиму господарської діяльності та суб'єктів права на землю місцях прибережних захисних смуг, лісозахисних смуг, прибережних смуг гідрофітних ліній, охоронних і захисних зон, зон зі спеціальними критеріями землекористування;

- розвиток стійких і результативних ринків землі, а крім того, введення повного і прозорого ринку земель;

- формування повної організаційної реєстрації власності майна на землю і нерухоме майно,

- ведення автоматизованої організації урядового земельного кадастру і забезпечення автоматизованого його ведення;

- удосконалення елементів ведення урядового земельного кадастру;

- впровадження загального координаційно-законного посвідчення на власність землею та оформлення правостановлюючих паперів на землю;

- удосконалення урядового обліку земель для забезпечення правдивості, актуальності, повноцінності та об'єктивності даних про земельні ділянки і предмети нерухомої власності, що знаходяться на них;

- удосконалення законодавчої, нормативно-правової та інституційної бази та інструментів подальшого регулювання земельних відносин і формування відповідних умов з метою планового й стабільного обліку всіх земель України;

- підвищення урядового контролю через використання земель, землеустрій, оцінку і прогноз земель як загальної організації взаємозалежних компонентів з метою прийняття адміністративних висновків;

- перетворення конфігурацій загальнодержавної звітності щодо земельних ресурсів відповідно до європейських стандартів.

Аспекти розгляду результатів проведення земельної реформи в Україні доцільно розглядати разом із проблемами реформування сільського господарства і соціального розвитку села, що ускладнює розуміння розв'язання проблеми в цілому. Отже, необхідно розглядати систему взаємопов'язаних цілей:

- формування політики, спрямованої на більш розумне застосування та раціональне використання й охорону земельних ресурсів;

- вдосконалення механізмів планування, управління і рівня оцінювання земельних ресурсів;

- посилення органів і координаційних елементів при регулюванні земельних ресурсів;

- формування елементів сприяння ефективної ролі абсолютно всіх зацікавлених сторін, зокрема територіальних громад, та необхідності забезпечення продовольчої безпеки держави в ході прийняття рішень і висновків у галузі землекористування й управління земельними ресурсами.

Висновок

Отже, одним із основних чинників виникнення проблем у системі землекористування є тривалий процес трансформації земельних відносин на території нашої країни до ринкового типу та відсутність дієвих і науково обґрунтованих механізмів реформування. Ринкові земельні відносини в Європі і світі демонструють наявність різних форм власності на землю, але для ведення сільського господарства переважно використовуються довготривала оренда землі або лізинг. Держава в таких випадках є як активним гравцем і контролером ринку землі, так і донором технічної та фінансової допомоги фермерам.

Стимулювання інвестування в землю і все створене на ній, забезпечення повноцінного функціонування ринку нерухомості в цілому, розширення фінансово-кредитного простору за рахунок іпотечного кредитування, збільшення матеріально-фінансової бази територіальних утворень — все це можливе при повноцінному земельному ринку.

Реалізація затвердженої в 2017 році Кабінетом Міністрів України Концепції розвитку фермерських господарств і сільськогосподарської кооперації на 2018—2020 рр. дає поштовх для активізації фермерського руху в Україні [10]. Фермерські господарства, які мають в обробітку невеликі площі, потребують підтримки, тому земельна реформа повинна бути направлена на підтримку фермерських господарств, які мають в обробітку на праві власності та користування (з урахуванням корпоративних прав) земельні ділянки загальною площею не більше 100 га.

Найбільш важливим в умовах сьогодення для України є продовження трансформації земельних відносин у напрямку формування інституту цивілізованого ринку землі.

Література

1. *Кадикова І.М.* Формування ринку землі в умовах ринкової трансформації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. ек. наук : спец. 08.00.01 «Економічна теорія та історія економічної думки» / Кадикова Ірина Миколаївна. — Харків, 2008. — 22 с.
2. Земельний кодекс Української РСР від 08 липня 1970 року № 2874-VII // Відомості Верховної Ради. — 1970. — № 29. — Ст. 205.
3. Про земельну реформу: постанова Верховної Ради України від 18 грудня 1990 року № 563-XII // Відомості Верховної Ради УРСР. — 1991. — № 10. — Ст. 100.
4. Про форми власності на землю: Закон України від 30 січня 1992 року. № 2073-XII // Відомості Верховної Ради. — 1992. — № 18. — Ст. 225.
5. Земельний кодекс України від 18 грудня 1990 року № 561-XII (втратив чинність) // Відомості Верховної Ради. — 1991. — № 10. — Ст. 98.
6. Про невідкладні заходи щодо прискорення земельної реформи у сфері сільськогосподарського виробництва: Указ Президента України від 10 листопада 1994 року № 666/94. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/793-94-%D0%BF>.
7. Про оренду землі: Закон України від 16 жовтня 1998 р. № 161- XIV [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/161-14>.
8. Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектора економіки: Указ Президента України від 03 грудня 1999 року № 1529/99 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.president.gov.ua/>.
9. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://ukrstat.gov.ua/>.
10. Концепція розвитку фермерських господарств та сільськогосподарської кооперації на 2018-2020 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 13 вересня 2017 року № 664-р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/664-2017-%D1%80>.

MARKETING OF EDUCATION SERVICES: PROBLEMS AND PERSPECTIVES

S. Tkachuk, S. Stakhurska, V. Stakhurskiy

National University of Food Technologies

Key words:

Marketing
Marketing of services
Marketing of educational services
Educational services
Marketing-mix of educational services

Article history:

Received 10.01.2018
Received in revised form
23.01.2018
Accepted 12.02.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

Problems and perspectives of forming the competitive educational service, considering two markets: market of educational services and labor market are analyzed. The main features of classical and innovational approaches to provision of educational services are investigated and systematized. The existing disadvantages of the classical approach are filtered out, the ways of their elimination are proposed. The main advantages of the classical approach are highlighted and proposed to combine with innovative methods. The main stages of formation of marketing strategy of educational institutions are highlighted, the features of the strategy are analyzed. The features and factors of success of marketing-mix of educational institutions are formulated, taking into account the intangible component of the proposed product and specificities of education services. The marketing-mix of educational service is proposed to consider as the totality of seven interconnected elements: the classical four and the additional three that are inherent in the field of intangible production. The description of each element is presented and the interrelation among them is investigated. The basic principles of forming of a successful marketing-mix of educational institutions are described. The process of servicing during the provision of educational service is proposed to be considered in accordance with the model of service marketing SERVACTION as the interaction between contact personnel, each individual client and other clients in the material medium. The material medium of educational establishment is considered as the totality of three debugged systems: components that are related to the implementation of NTP, achievements in education, aesthetic components and components of comfort. The requirements for personnel are proposed to be classified according to two main features: professional and personal qualities. The organization of the process of providing educational services is considered in three dimensions: the process of interaction between contact personnel and clients, organization of the educational process in space and time, the process of providing accompanying and additional services.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-6

МАРКЕТИНГ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ: ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

С.В. Ткачук, С.А. Стахурська, В.О. Стахурський
Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано проблеми і перспективи формування конкурентоспроможної освітньої послуги з огляду двох ринків: ринку освітніх послуг та ринку праці. Досліджено й систематизовано основні риси класичного та інноваційного підходів до надання послуг освіти. Відфільтровано наявні недоліки класичного підходу, запропоновано способи їх усунення. Виділено основні переваги класичного підходу, які пропонується поєднувати з інноваційними методами, та основні етапи формування маркетингової стратегії освітніх закладів, проаналізовано її особливості. Сформульовано особливості та чинники успішності маркетинг-міксу освітніх закладів з урахуванням нематеріальної складової продукту, який пропонується, а також специфіки послуг освіти. Маркетинговий комплекс освітньої послуги пропонується розглядати як сукупність семи взаємопов'язаних між собою елементів: чотирьох класичних, трьох додаткових, таких, що притаманні нематеріальній сфері. Описано кожен елемент, досліджено взаємозв'язок між ними. Визначено основні принципи формування успішного маркетингового комплексу закладів освіти.

Процес обслуговування при наданні освітньої послуги пропонується розглядати як модель маркетингу послуг SERVACTION, взаємодію контактного персоналу, кожного окремо взятого клієнта та інших клієнтів у матеріальному середовищі. Матеріальне середовище закладу освіти розглядається як сукупність трьох налагоджених систем: складових, пов'язаних із впровадженням в освіту досягнень НТП, естетичних складових і складових комфорту. Вимоги до персоналу пропонується класифікувати за двома основними ознаками: за професійними та особистими якостями. Організація процесу надання освітньої послуги розглядається у трьох площинах: процес інтерактивної взаємодії між контактним персоналом та клієнтами, організація процесу освіти в просторі і в часі, процес надання супутніх і додаткових послуг.

Ключові слова: маркетинг, маркетинг послуг, маркетинг освітніх послуг, освітні послуги, маркетинг-мікс освітніх послуг.

Постановка проблеми. Маркетинг послуг є відносно новим напрямом у науці, ще менш дослідженим залишається питання маркетингу у сфері освітніх послуг. При цьому питання створення конкурентоспроможної освітньої послуги є досить важливим, що пояснюється такими причинами: значною конкуренцією між вищими навчальними закладами (ВНЗ); зв'язком між якістю освітньої послуги та забезпеченням необхідних країні професіоналів, а також добробутом самих громадян; інтеграцією країни у міжнародний простір, що зумовлює необхідність нового погляду на якість освіти; взаємовідносинами між ВНЗ та органами державної влади, зокрема щодо виділення

необхідної кількості держбюджетних місць; значним впливом макроекономічних чинників на маркетингову стратегію ВНЗ тощо. Тенденціями сьогодення, що спостерігаються у сфері освіти, є так звана «боротьба» між «старими» (класичними) та «новими» підходами до навчання. Важливим при цьому є формування такої освітньої послуги, яка б поєднувала у собі переваги обох підходів і максимально задовольняла вимоги ринку. Для досягнення цієї мети необхідно перш за все ефективно виконати такі завдання:

- 1) розмежувати переваги та недоліки класичних підходів до навчання, ліквідувати недоліки, а переваги розвивати разом із «новими» підходами;
- 2) сформувані загальні вимоги до ефективного маркетинг-міксу освітньої послуги з урахуванням специфіки послуги як продукту та сучасних потреб ринку;
- 3) сформувані загальний підхід до розроблення маркетингової стратегії освітніх закладів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам маркетингу освітніх послуг присвячені праці [1—12], у яких розглядаються специфічні риси освітньої послуги в аспекті особливостей послуги як товару, її невідчутності, невіддільності від джерела, непридатності до зберігання та мінливості [10], подається опис основних базових елементів маркетинг-міксу освітньої послуги [11], аналізуються перспективи застосування Інтернет-технологій у сфері освітніх послуг [8], досліджуються проблеми якості та параметрів сучасної освітньої послуги [7]. Водночас існує необхідність систематизації існуючих поглядів, детального розгляду додаткових елементів маркетинг-міксу освітньої послуги, а також подальшого дослідження проблем впровадження в освіту сучасних підходів до наукової комунікації.

Мета дослідження: систематизація та подальший розвиток існуючих підходів до формування конкурентоспроможної освітньої послуги і розроблення дієвого маркетингового комплексу у сфері освіти.

Викладення основних результатів дослідження. Якість освітніх послуг та їх відповідність ринковим вимогам багато в чому є запорукою успішного розвитку країни з погляду макро- та мікроекономіки, міжнародних взаємовідносин і соціального добробуту. Від якості освіти залежить рівень зайнятості, рівень інноваційного розвитку підприємств, промислової безпеки держави та багато іншого, що пов'язано із забезпеченістю держави висококваліфікованими, затребуваними кадрами, з одного боку, та добробутом і психологічним станом кожного окремого індивіда — з іншого. Розроблення ефективної маркетингової стратегії закладами освіти повинно базуватись на класичному алгоритмі стратегічного планування, враховувати специфіку послуги, що надається (рис. 1).

Так, на першому етапі визначаються цілі маркетингу, наступним кроком є проведення стратегічного аналізу, виявлення й оцінка зовнішніх загроз та можливостей і внутрішніх сильних та слабких сторін. Потім, на основі визначення й аналізу стратегії освітнього закладу за методом SWOT, мета та цілі можуть бути підкореговані. Після цього необхідно розробити дієву стратегію STP-маркетингу та, відповідно до неї, сформувані маркетинговий комплекс.



Рис. 1. Алгоритм формування маркетингової стратегії закладу освіти

Слід враховувати і той факт, що формування стратегії STP ускладнюється неоднозначністю сегмента, на який орієнтована освітня послуга. Йдеться про те, що людина у віці 16—18 років, на який, як правило, припадає вибір освітнього закладу і спеціальності взагалі, не завжди може здійснити цей вибір правильно. Це пояснюється такими причинами: розрив між бажаною професією та реальними здібностями й можливостями, відсутність (у більшості випадків) попереднього досвіду роботи і, як результат, абстрактне уявлення про відповідність майбутньої спеціальності й типу роботи взагалі власним здібностям і бажанням. Значна роль у виборі ВНЗ, як правило, належить батькам чи опікунам абітурієнтів. З одного боку, це підвищує практичну складову вибору та його реальність, що є позитивним, з іншого — зменшує

участь абітурієнта у виборі власного шляху, що може в майбутньому негативно відобразитися на його задоволеності від отриманої професії. При розробленні маркетингових стратегій та комплексу маркетингу підприємство-виробник освітніх послуг має враховувати особливості сегменту молоді та середнього і старшого віку, які разом обирають освітній продукт. Це, зокрема, важливо під час формування елементів «просування» (засоби та джерела просування, тип рекламної стратегії, форма звернення), «фізичний доказ» (імідж і солідність ВНЗ, наявність працевлаштованих успішних випускників, грантів, сертифікатів тощо) та «матеріальне середовище» (солідне технічне оснащення, привабливе для молоді оформлення видимої частини процесу обслуговування тощо). Детальніше про особливості маркетинг-міксу в освіті піде нижче. Перш ніж говорити про кожен елемент комплексу маркетингу, потрібно визначитись із так званими «новими» та «класичними» підходами до надання освітніх послуг, зробити їх узагальнення та систематизацію, виявити переваги й недоліки кожного підходу та врахувати результати при формуванні маркетинг-міксу. Основні риси «нових» і «класичних» тенденцій подані на рис. 2.

Інколи прийнято піддавати «старі» підходи жорсткій критиці. І це справедливо. Втім не варто дивитись на «стару» систему освіти лише з негативного боку. Натомість доцільно виділити її переваги, які можуть поліпшити «нову» систему.

1. Теоретична база є необхідним інструментарієм для подальшої практичної діяльності, а тому чіткі вимоги до її засвоєння є необхідними у процесі навчання. При цьому необхідно дотримуватись таких вимог для усунення наявних недоліків «старої» освіти:

- чітке роз'яснення сутності теоретико-методичних положень, їх практичної значущості та зв'язку із реальністю;
- недопущення «сліпого» заучування студентом (учнем) теоретичного матеріалу без його розуміння;
- подача матеріалу у систематизованому, структурованому, доступному, стислому вигляді.

2. Класичний підхід до організації процесу навчання вирізнявся, зокрема, так званим «спокійним» темпом подачі матеріалу. З одного боку, це є недоліком, адже, по-перше, не привчає молодь до стрімкого ритму життя, по-друге, може сприйматися споживачем (студентом) як нецікавий, «сумний» процес. З іншого боку, помірний темп подачі матеріалу сприяє кращому його засвоєнню за умови вмілого викладання. Тут необхідно знайти «золоту середину» вдалого поєднання мінімального занотовування основних положень та інтерактивної взаємодії викладача й студента, наявності елементів наочності, жвавих дискусій і пояснень. Особливо важливе завдання до контактного персоналу (викладача) має висуватись під час організації практичних занять та оцінювання студентів. Тут важливо застосовувати комбінацію класичних прийомів (проведення усних опитувань, обговорення питань теми, написання контрольних робіт виконання творчих завдань) та інноваційних, так званих динамічних прийомів (групові завдання, брейн-ринги, кейси). Це є важливим не лише з погляду якісної організації процесу надання освітньої послуги, але

й з погляду майбутньої профорієнтації студентів. Виконуючи різнобічні типи завдань («групові динамічні», творчі, «класичні», розрахункові), їм буде легше зрозуміти, який тип роботи підійде у майбутньому (індивідуальні завдання чи активна робота в групах; «абстрактно-творча» сфера або професії, що вимагають чіткого слідування інструкціям).

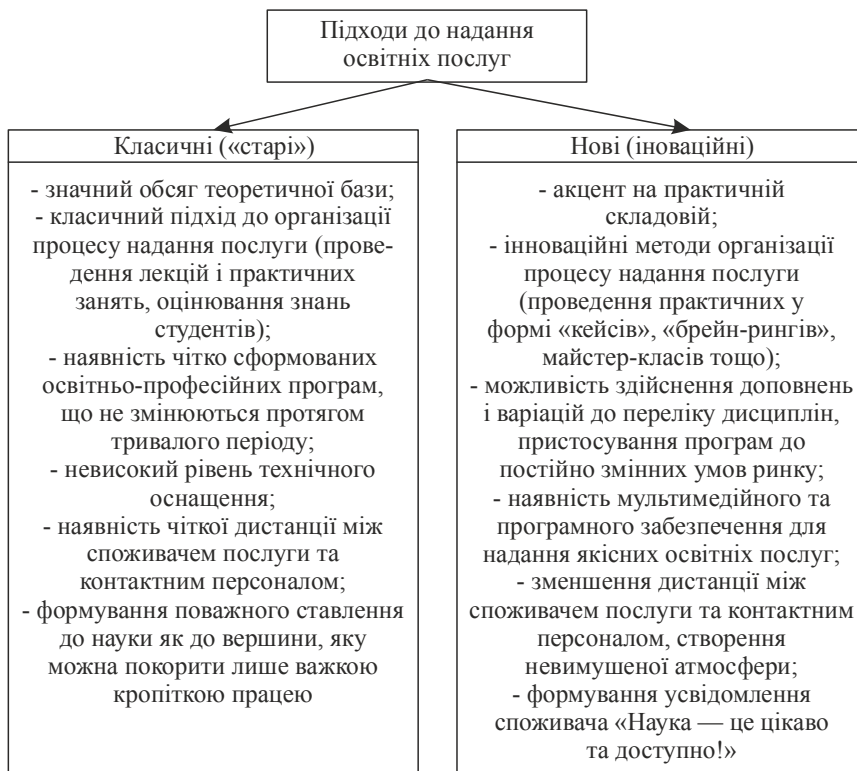


Рис. 2. Класичні та іноваційні тенденції у наданні освітніх послуг

3. Слабке технічне оснащення однозначно є недоліком, що погано характеризує як процес надання послуги, так і матеріальне середовище освітнього закладу. Під час здобуття освіти з деяких видів спеціальностей відсутність відповідного програмного забезпечення може стати суттєвою перепорою для організації процесу навчання взагалі. Проте в інших випадках високий професійний рівень викладача міг частково знизити негативний ефект відсутності засобів наочності, що підтверджує важливість такого елемента маркетинг-міксу, як персонал. У «новій» системі організації процесу навчання мультимедійні технології повинні поєднуватись із високою професійністю контактного персоналу, застосуванням прийомів ефективної аргументації, правил підготовки презентацій тощо.

4. Ефект сприйняття вченого як надлюдини повинен бути замінений формуванням у студента розуміння практичної корисності та доступності науки, невимушена атмосфера у процесі здобуття освіти лише сприятиме кращому засвоєнню матеріалів і всебічного розвитку студента як особистості. Взаємини

викладача та студента слід будувати з урахуванням основ маркетингу взаємовідносин, тобто рівності і взаємоповаги, як між бізнес-партнерами.

Усе вищеперераховане має бути покладено в основу маркетинг-міксу освітньої послуги, зокрема щодо елементів «процес», «персонал» і «матеріальне середовище». Пропонується розробляти комплекс маркетингу у сфері освіти в розрізі семи елементів, запропонованих М.Д. Бітнер для сфери послуг: класичних (товар, ціна, розповсюдження та просування) і додаткових, специфічних (матеріальне середовище, процес, персонал) (рис. 3).

При цьому слід пам'ятати такі правила:

- специфічні складові є не менш важливими за основні, їх недооцінка при формуванні маркетингових програм однозначно призведе до втрати конкурентних позицій;
- між усіма елементами маркетинг-міксу наявний складний багатofункціональний зв'язок і взаємовплив. Похибка та неврахування вимог ринку при формуванні одного з елементів, а також невідповідність між елементами можуть призвести до збою в цілій системі маркетинг-міксу;
- елементи «товар», «персонал» і «матеріальне середовище» чинять значний вплив і багато в чому формують елемент «процес».

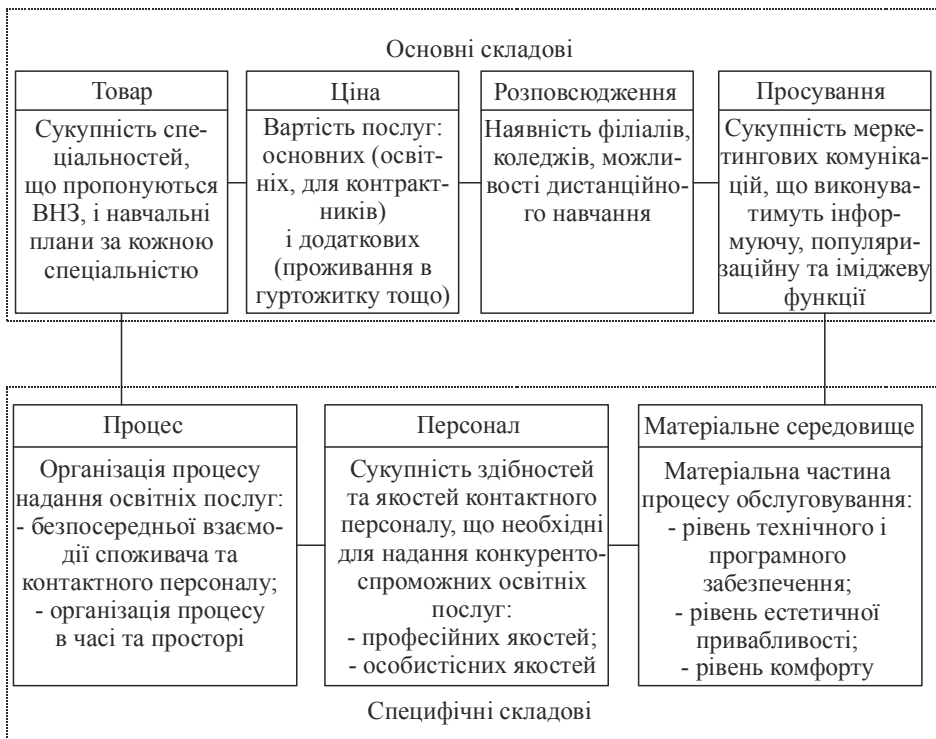


Рис. 3. Набір елементів маркетинг-міксу для освітньої послуги

Формуючи комплекс маркетингу освітньої послуги, необхідно враховувати специфіку такої послуги, а також специфічні риси самої спеціальності, менталітет майбутніх спеціалістів і вимоги не лише ринку освітніх послуг,

але й ринку праці. У будь-якому разі, працюючи над елементами «персонал» і «процес», слід пам'ятати про Customer-relationships marketing та навіть впроваджувати систему Love-маркетингу [6].

Детальніше про специфіку кожного елемента та правила їх успішного формування йдеться нижче (табл.).

Таблиця. Специфіка і підходи до формування елементів маркетинг-міксу освітніх послуг

Елемент комплексу маркетингу	Специфіка і підходи до формування
1	2
Товар	Специфіка товару освітньої послуги — у його нематеріальності. Під ним слід розуміти перелік спеціальностей, які пропонує ВНЗ, а в межах кожної спеціальності — перелік дисциплін, які викладатимуться студентам. З метою підвищення попиту на освітню послугу під час формування товарної політики необхідно керуватись такими положеннями: - наявність професійно спрямованих дисциплін уже з перших курсів навчання; - формування навчальних планів і програм дисциплін з урахуванням вимог ринку праці; - підвищення частки практичної підготовки студентів.
Ціна	Ціна на освітні послуги повинна формуватись з урахуванням таких умов: - рівня унікальності послуги; - рівня конкуренції між ВНЗ; - функціонально-інструментальної якості обслуговування.
Розповсюдження	Розповсюдження освітньої послуги може здійснюватись такими шляхами: - створення філій, коледжів та інших структурних частин ВНЗ у містах країни; - створення дистанційних курсів.
Просування	Покликане виконувати інформуючу, популяризаційну та іміджеві функції. Засоби просування: - Інтернет-маркетинг (просування через соцмережі, створення та розкрутка сайтів, застосування SEO-технологій, вірусний маркетинг тощо); - івент-маркетинг (проведення цікавих заходів, подій, майстер-класів, днів відкритих дверей — із подальшою популяризацією подій засобами Інтернет-маркетингу).
Процес	Організація процесу надання освітньої послуги: - організація безпосереднього процесу обслуговування (процесу інтерактивної взаємодії, учасниками якої є викладач, кожен окремий студент та інші студенти у матеріальному середовищі); - організація процесу надання освітньої послуги в просторі та в часі (розподіл аудиторного фонду, тривалість і чергування часу праці та відпочинку, зручний розподіл чергування лекційних і практичних занять тощо); - організація надання супутніх і додаткових послуг (послуг проживання у гуртожитку, харчування, розважальні послуги, банківські послуги (оплата за навчання й отримання стипендій) тощо).

1	2
Персонал	<p>Основним контактним персоналом для споживача освітньої послуги є викладач. До нього висувається перелік таких вимог:</p> <ul style="list-style-type: none"> - щодо професійних якостей: <ul style="list-style-type: none"> - обізнаність у предметах, що викладаються; - наявність практичної підготовки, орієнтація у сучасних тенденціях у розрізі дисципліни, що викладається; - високий рівень ораторського мистецтва; - застосування прийомів ефективної аргументації; - вміння інтерактивної взаємодії з групами, ведення дискусій тощо; <ul style="list-style-type: none"> - щодо особистісних якостей: <ul style="list-style-type: none"> - ввічливість, пунктуальність, повага до студента; - доброзичливе ставлення; - індивідуальний підхід до студента; - базове розуміння психології особистості; <p>- вміння запобігати та, за необхідності, вирішувати конфліктні ситуації.</p>
Матеріальне середовище	<p>Видима для споживача матеріальна частина процесу обслуговування повинна розглядатись принаймні з трьох ракурсів:</p> <ul style="list-style-type: none"> - матеріальні складові, пов'язані з впровадженням у навчання інновацій науково-технічного прогресу (наявність і доступність мультимедійного обладнання; інноваційне програмне забезпечення; сучасна комп'ютерна техніка; наявність Wi-Fi тощо); - матеріальні складові, пов'язані з підвищенням рівня естетичної привабливості (приємна кольорова гама, охайність аудиторій, привабливе оформлення студзони покликані позитивно впливати на самопочуття споживача, сприяти позитивній атмосфері); - матеріальні складові, покликані підвищити рівень комфорту споживача (зручність стільців і парт, приємне освітлення, наявність жалюзі (на випадок надмірного сонячного світла), утеплення вікон взимку та достатнє опалення приміщень тощо).

При формуванні маркетинг-міксу освітньої послуги слід обов'язково враховувати основні засади наукових шкіл маркетингу послуг, які матимуть відображення і в сфері освіти:

1. Послуга є невідривною від джерела надання й споживання, процес виробництва та споживання послуги збігаються в часі, а тому важлива роль повинна відводитись питанням інтерактивного маркетингу, тобто маркетингу взаємодії між контактним персоналом (викладачем) і споживачем (студентом). Через це зростає роль людського чинника і вимоги до персоналу підвищуються.

2. Елементи «персонал», «процес» і «матеріальне середовище» перебувають у постійному взаємозв'язку і разом із споживачами створюють процес обслуговування [4] або процес інтерактивної взаємодії споживача та контактного персоналу [4]. Ці три елементи є не менш важливими, ніж перші чотири, класичні елементи маркетинг-міксу.

3. Якість освітньої послуги потребує всебічного сприйняття з урахуванням функціонально-інструментальної моделі якості обслуговування, запропонованої К. Грьонросом [1]. Інструментальна якість, яка відображає якість результату від отримання послуги, є менш прогнозованою, ніж у багатьох

інших сферах. Це впливає із самої сутності результату освітньої послуги — успішного працевлаштування. Останнє, у свою чергу, залежить від багатьох факторів, а не лише від якості освіти. Завданням виробника освітніх послуг — максимальне врахування вимог ринку праці у розрізі пропонованих спеціальностей, а також внесення оперативних коректив в елементи маркетинг-міксу у разі змін вимог ринку. Завданням контактного персоналу також є максимальне надання студентам практичних навичок і здійснення допомоги у майбутній профорієнтації. Інша складова якості освітніх послуг — функціональна — відповідає за якість процесу надання послуги. Тут значна роль належить персоналу та матеріальному середовищу, а також процесу обслуговування як такому. Ефективність трьох зазначених елементів формує високу функціональну якість освітньої послуги.

4. В основі конкурентоспроможної освітньої послуги лежить вдало налагоджене функціонування всіх зв'язків за «трикутником маркетингу послуг» Ф. Котлера [3]. Зовнішній маркетинг покликаний врахувати вимоги та кон'юнктуру ринку освітніх послуг та ринку праці і на основі цього сформулювати ефективні маркетингові програми. Завданням внутрішнього маркетингу — дослідження потреб працівників і розроблення ефективної системи мотивації. Останнє має призвести до дієвого інтерактивного маркетингу, коли висококваліфікований мотивований персонал забезпечуватиме якісний процес надання послуги.

Висновки

1. На основі виділення головних ознак класичного та інноваційного підходу до надання освітніх послуг можна зробити висновок про перевагу інноваційного підходу, втім класичний підхід також має позитивні риси, які повинні бути збережені і в новій системі.

2. Маркетинг-мікс у сфері освітніх послуг повинен включати в себе сім елементів, запропонованих М.Д. Бітнер: чотири — стандартні (товар, ціна, розповсюдження, просування), три — притаманні сфері нематеріального виробництва (процес, персонал, матеріальне середовище). Значна роль належить персоналу, який у процесі інтерактивної взаємодії із споживачами у матеріальному середовищі освітнього закладу формує високу функціональну якість послуги.

3. Загальна схема формування маркетингової стратегії освітнього закладу в цілому не відрізняється від стандартних схем. Основна специфіка має місце на етапі формування комплексу маркетингу з огляду на специфіку нематеріальної сфери взагалі та, зокрема, сфери освіти. Також потрібно враховувати специфіку цільових сегментів під час формування STP-стратегії.

Література

1. Grönroos C. Adopting a Service Logic for Marketing / C. Grönroos // Marketing Theory. — 2006. — # 6(3). — P. 317 — 333.
2. Завалько Н.А. Проблемы маркетинга образования в аспекте продвижения образовательных услуг / Н.А. Завалько // Вестник Омского университета. Серия «Экономика», № 3. — 2011. — С. 119—123.

3. *Котлер Ф.* Маркетинг. Менеджмент: экспресс-курс // Ф. Котлер, К.Л. Келлер. — Санкт-Петербург: Питер: Мир книги, 2012. — 479 с.
4. *Красовська О.Ю.* Моделі маркетингу послуг в системі управління сервісними організаціями / О.Ю. Красовська // Європейський вектор економічного розвитку. — 2009. — Вип. 1(6). — С. 52—58.
5. *Лавлок К.* Маркетинг услуг: персонал, технология, стратегия, 4-е изд. — Москва : Издательский дом «Вильямс», 2005. — 108 с.
6. *Минина Т.Б.* Love-маркетинг в системе высшего образования / Т.Б. Минина // Управленец № 7 — 8 (11—12). — 2010 [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/love-marketing-v-sisteme-vysshego-obrazovaniya>.
7. *Панкрухин А.П.* Маркетинг образовательных услуг / А.П. Панкрухин // Из материалов Гильдии маркетологов // www.marketologi.ru [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://www.marketing.spb.ru/lib-special/branch/mou/2.htm>.
8. *Розова Н.В.* Интернет-маркетинг в сфере образовательных услуг вуза / Н.В. Розова // Материалы XII Международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Междисциплинарные исследования». — Новосибирск, 2017 [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://sibac.info/studconf/science/xii/66687>.
9. *Сотникова Н.В.* Особенности и специфика маркетинга образовательных услуг / Н.В. Сотникова // Социальная сеть работников образования nsportal.ru. — 2014. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://nsportal.ru/detskiy-sad/upravlenie-dou/2014/12/17/osobennosti-i-spetsifika-marketinga-obrazovatelnykh-uslug-1>.
10. *Сударкина Х.В.* Маркетинг образовательных услуг вуза: особенности, возможности, перспективы / Х.В. Сударкина [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/v/marketing-obrazovatelnyh-uslug-vuza-osobennosti-vozmozhnosti-perspektivy>.
11. *Тугаев В.О.* Особенности маркетинга образовательных услуг / В.О. Тугаев // Материалы XXX Международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки». — Новосибирск, 2015 [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://sibac.info/studconf/econom/xxx/41161>.
12. *Шевченко Д.А.* Маркетинг образовательных услуг / Д.А. Шевченко // Профессиональная социальная платформа для специалистов в рекламе и маркетинге Marketingpeople [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <http://marpeople.com/articles/253>.

FOOD SECURITY OF UKRAINE: PROBLEMS AND AREAS OF PROVIDING

L. Strashynska

National University of Food Technologies

Key words:

*Food security
Agriculture
Food independence
The structure of nutrition
Sustainable development
Agricultural sector
Food industry*

Article history:

Received 12.01.2018
Received in revised form
25.01.2018
Accepted 15.02.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article is devoted to the substantiation of the necessity of providing food security as an integral part of the national security of the state, the main approaches to the definition of the essence of “food safety” concerning the peculiarities of the interpretation of this concept are analyzed. The factors that determine the level of food security of the state are determined. By analyzing the indicators of the domestic agro-industrial complex development the state of national food security has been investigated. In particular, the dynamics of production of main crops by all categories of farms during the period of 1990—2015, as well as the yield of the main crops from 1 ha of the collected area, was analyzed. The article presents the dynamics of the livestock and poultry population in Ukraine in all categories of farms, as well as the production of the main types of livestock products. It was determined that mentioned tendencies directly influenced on the level of main food types consumption by the population of Ukraine. The consumption dynamics of the main food products’ types by the population of Ukraine according to the rational consumption norms and level of consumption in the EU countries, consumption dynamics of the basic trace elements in the composition of food products by the population, as well as the level of food self-sufficiency are analyzed. The article emphasizes the limited possibilities of the population of Ukraine in the consumption of food in the required volumes and assortment. It has been determined that in spite of the rather high level of self-sufficiency, the consumption of the main types of food products by the population of Ukraine, as well as the main trace elements in the composition of food products as a whole, remains rather low.

In addition, it is noted that the population of Ukraine in recent years is not approaching, but is getting away about the consumption of the main types of food products, both from rational consumption norms, and from the level of consumption in the EU countries. Modern nutrition of the population is characterized by an unbalanced diet at a lower level than scientifically substantiated. While in the majority of countries the quality of food supply has improved significantly, there are reverse trends in Ukraine.

The article proposes series of measures that will allow Ukraine not only to provide its own food security, but also to become an active player in the global food market.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-7

ПРОДОВОЛЬЧА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ: ПРОБЛЕМИ ТА НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Л.В. Страшинська

Національний університет харчових технологій

У статті обґрунтовано необхідність забезпечення продовольчої безпеки як складової національної безпеки держави, проаналізовано основні підходи до визначення сутності «продовольча безпека» з огляду на особливості трактування цього поняття. Визначено фактори, від яких залежить рівень продовольчої безпеки держави. На основі аналізу показників розвитку вітчизняного агропромислового комплексу досліджено стан національної продовольчої безпеки. Зокрема, проаналізовано динаміку виробництва основних сільськогосподарських культур усіма категоріями господарств протягом 1990—2015 років, а також урожайність основних сільськогосподарських культур з 1 га зібраної площі. Наведено динаміку поголів'я худоби та птиці в Україні в усіх категоріях господарств, а також динаміку виробництва основних видів продукції тваринництва. З'ясовано, що зазначені тенденції безпосередньо вплинули на рівень споживання населенням України основних видів продуктів харчування. Проаналізовано динаміку споживання населенням України основних видів продуктів харчування відповідно до раціональних норм споживання та рівня споживання в країнах Євросоюзу, динаміку споживання населенням основних мікроелементів у складі продуктів харчування, а також рівень продовольчої самозабезпеченості. Наголошено на обмежених можливостях населення України в споживанні продуктів харчування в необхідних обсягах і асортименті. Визначено, що, незважаючи на досить високий рівень продовольчої самозабезпеченості, споживання населенням України основних видів продуктів харчування, а також основних мікроелементів у складі продуктів харчування в цілому залишається досить низьким.

Крім того, зазначено, що населення України протягом останніх років не наближається, а віддаляється при споживанні основних видів харчових продуктів (як від раціональних норм споживання, так і від рівня споживання в країнах ЄС). Сучасне харчування населення характеризується розбалансованістю раціону на рівні нижчому за науково обґрунтований. У той час, коли у більшості країн світу забезпечення населення якісними продуктами харчування значно покращилось, в Україні спостерігаються зворотні тенденції.

Запропоновано низку заходів, які дають змогу Україні не лише забезпечити власну продовольчу безпеку, а й стати активним гравцем на світовому ринку продовольства.

Ключові слова: продовольча безпека, сільське господарство, продовольча незалежність, структура харчування, сталий розвиток, аграрний сектор, харчова промисловість.

Formulation of the problem. Nowadays, protection of vital interests of man and citizen, society and the state, which ensured the sustainable development of society, early detection, prevention and neutralization of real and potential threats

to national interests in all areas of public administration, is a leading indicator of the modern state, forming the essence of the concept “National security”. This concept was firmly established in the middle of the twentieth century and is covering a number of problematic tasks due to risks and uncertainties in different areas of the state. National security of any state is based on economic security, a major component of which is food safety, which is achieved through sustainable economic and social development of society, its demographic reproduction.

First studies of food security in economic theory were held by British economist T. Malthus, who pointed the necessity for human food as the main means of existence. Various aspects of food security were seen in the works of such classical economists, as A. Smith, D. Ricardo, K. Marx, J. Keynes, J. Galbraith, P. Ehrlich, A. Maslow, V. Pareto, M. Lowe, S. Podolynsky, N. Kondratyev and others.

Analysis of recent research and publications. The new surge of research on the problems first of the world, and then the national food security began in the 70-ies. Nowadays, to the problem of food security are dedicated works of domestic and foreign scientists as O. Bilorus, A. Boyko, V. Borschevsky, P. Vlasov, Z. Illin, O. Korbut, O. Hoychuk, B. Paskhaver, M. Petrovich, P. Sabluk, A. Sen, V. Topihy, I. Ushachova and many others. However some scientists consider it in terms of the state, including here both the level of households and the region, others analyze food safety primarily on a global or regional level.

Setting objectives. The aim is to study the nature of the category of “food security” to determine its status, problems and areas of support in Ukraine.

The main material of research. The problem of food security has always occupied a leading position in the overall national security of each country, as a prerequisite and a precondition for social and economic stability of the state. Its experts explore different branches of agricultural production, linking with the national economic security. In this context, food security depends on many factors:

- the level of development of the agricultural sector, including private land owners;

- development of the food industry;

- the level of export-import operations;

- the level of purchasing power and culture of the population;

- the possibility of using innovative technologies;

- the financial capacity of enterprises;

- logistics and investment attractiveness of agricultural enterprises;

- state support, providing agribusiness benefits of effective fiscal policy.

The above shows that food safety is a complex economic and historical category, and therefore there are many approaches to determine its nature.

Some authors argue that food security is the level of food security of the population, guaranteeing socio-political stability in society, survival and development of the nation, individuals, families, sustainable economic development of the country [4, p. 4].

Other experts expressed the view according to which food security — “a degree of security of the population environmentally friendly and healthy food production for domestic scientifically based standards and affordable prices while maintaining

and improving the environment” [7, p. 237]. Experts believe that for the life of the current generation the food problem could turn into a deep international crisis.

In international agreements define food security as following: “the state of the economy in which everything and everyone is guaranteed access to food, drinking water and other products in quality, variety and volume sufficient for the physical and social development of the individual, providing health and expanded reproduction of the population” [5, p. 180].

However, multifaceted and sometimes contradictory views on the nature of domestic food security experts are reduced to a common position on which the foundation of food security should be considered to stabilize the situation in agriculture, the revival of agricultural production and social living conditions in rural areas [7, p. 237].

Thus, the state of food security depends largely on the agricultural development of the state, its ability to supply appropriate materials for food production, the timeliness of its receipt, quality and other indicators.

Production of major crops during the 1990—2015 years are presented in table 1.

Table 1. Production of major crops (all categories of farms) in the 1990—2015 years

Name of agricultural crop	In fact							2015 in % to 1990
	1990	2000	2006	2012	2013	2014	2015	
Cereal, m tons	51.0	24.5	34.3	46.2	63.0	63.8	60.1	117.8
Sugar beet (factory), m tons	44.3	13.2	22.4	18.4	10.8	15.7	10.3	23.3
Sunflower, m tons	2.6	3.4	5.3	8.4	11.1	10.1	11.2	430.8
Potatoes, m tons	16.7	19.8	19.5	23.3	22.2	23.7	20.8	124.6

* Farming Ukraine 2015 Statistical Yearbook. — Kyiv : State Statistics Committee of Ukraine, 2016. — P. 74.

Analysis of the data in table 1 shows that from 1990 to 2000 cereal production has decreased in almost 2 times, sugar beet — 3.4 times. Beginning in 2006 compared to 2000 dynamics of production of major crops has a positive trend, with the exception in 2015. Thus, from 2006 to 2014 grain production (all categories of farms) increased from 34.3 m tons in 2006 to 63.8 m tons in 2014, sunflower (grain in weight after processing) from 5.3 m tons to 10.1 m tons. According to these years, the situation with sugar beet was slightly different, so in 2010 sugar beet production decreased significantly compared to 2006, in 1.6 times in 2012 — an increase of sugar beet production to 18.4 m tons in 2013 — there was a decline in production to 10.8 m tons again. The results of 2014 indicate a positive trend — 15.7 m tons and in 2015 a decline in production to 10.3 m tons again. The production of potatoes increased in 2015 compared to 1990 by 24.6%.

An important indicator of the efficiency of agriculture are crop yield (table 2).

Table 2. Yields of major crops quintals per 1 hectare of harvesting area

Name of agricultural crop	In fact					Difference 2015 to 1990, +, -
	1990	2000	2013	2014	2015	
1	2	3	4	5	6	7
Cereals and legumes	35.1	19.4	39.9	43.7	41.1	+6.0

Continuation of Table 2

1	2	3	4	5	6	7
Sugar beet (factory)	275.7	176.7	398.9	476.5	435.8	+160.1
Sunflower	15.8	12.2	21.7	19.4	21.6	+5.8
Potatoes	116.8	121.6	159.7	176.4	161.4	+44.6
Vegetables	149.0	112.3	199.9	207.8	206.1	+57.1
Fruits and berries	42.7	38.4	103.5	95.2	104.5	+61.8

* Farming Ukraine 2015 Statistical Yearbook. — Kyiv : State Statistics Committee of Ukraine, 2016. — P. 75.

Analysis of the data table 2 shows the growth of productivity of major crops for the period of 1990—2015 which is the evidence of increased efficiency of agricultural production for this indicator.

It should be noted that the output of major crops, except yields affect change in the structure of production. During 1990—2015 yearsthe structure of sown areas of major crops was changed (table 3).

Table 3. The structure acreage of major crops Ukraine (percent)

Name of agricultural crop	In fact					Difference 2015 to 1990, +, -
	1990	2000	2013	2014	2015	
Entire cultivated area	100	100	100	100	100	-
Cereals and legumes	45	50.2	57.2	54.3	54.8	+9.8
Industrial crops	11.6	15.4	27.8	31.0	31.0	+19.4
Potatoes, vegetables, melons	6.4	8.4	6.9	7.0	6.8	+0.4
Forage crops	37.0	26.0	8.1	7.7	7.4	-29.6

* Farming Ukraine 2015 Statistical Yearbook. — Kyiv : State Statistics Committee of Ukraine, 2016. — P. 70.

Analysis of the data table 3 shows a significant increase in acreage over the period 1990—2015 for grain and leguminous crops, industrial crops, as well as a slight increase in potato and vegetable and melon crops. Analysis of statistical data indicates the redistribution of cereals and legumes acreage. Most notably increased sowing area occupied by grain corn. A significant reduction of crops like buckwheat and legumes is important for the food security. Increased acreage crops share of the total acreage of the country primarily affected the increase in crops of sunflower, soybean and rapeseed. This reduced crops of sugar beet and flax. During this period area occupied by forage crops was reduced by 5 times. This in turn affected the livestock and forage availability for livestock and poultry (table 4).

Table 4. Livestock and poultry in Ukraine (of all categories) on January 1, thous. Heads

Name	In fact				Difference 2015 to 1991, +, -	
	1991	2001	2015	2016	+, -	y %
1	2	3	4	5	6	7
Cattle total. incl.:	24 623.4	8 423.7	3 884.0	3 750.3	-20 873.1	15.2
Cows	8 378.2	4 958.3	2 262.7	2 166.6	-6 211.6	25.9

ENTERPRISE ECONOMY AND SOCIAL DEVELOPMENT

Continuation of Table 4

1	2	3	4	5	6	7
Pigs	19 426.9	7 962.3	7 350.7	7 079.0	-12 347.9	36.4
Sheeps and goats	8 418.7	1 875.0	1 371.1	1 325.3	-7 093.4	15.7
Horses	738.4	701.2	316.8	305.8	-432.6	41.4
Birds of all kinds	246 104.2	123 722.0	213 335.7	203 986.2	-42 118.0	82.9

* Farming Ukraine 2015 Statistical Yearbook. — Kyiv : State Statistics Committee of Ukraine, 2016. — P. 105.

As on January 1, 2016 in all categories of cattle amounted to 3 750.3 ths. heads (15.2% compared to 1991), including cows — 2 166.6 ths. heads (25.9% compared to 1991), pigs — 7 079.0 thousand heads (36.4% compared to 1991), sheep and goats — 1 325.3 ths. heads (15.7% compared to 1991), poultry — 204.0 m heads (82.9% compared to 1991). Thus, the negative trend in comparison with 1991 is characteristic of all the above items.

As at the beginning of 2016 in all categories of farms the number of cattle and poultry has decreased, respectively, there was a reduction of major livestock production, especially production of wool and milk. Positive dynamics is characteristic only for the production of eggs (table 5).

Table 5. Production of major livestock products (of all categories) in the 1990—2015 years

Name of products	In fact						Difference 2015 to 1990, +, -
	1990	2000	2006	2013	2014	2015	
Milk, mm tons	24.5	12.7	13.3	11.5	11.1	10.6	43.3
Eggs, mm pcs	16.3	8.8	14.2	19.6	19.6	16.8	103.1
Meat (in slaughter weight), ths. tons	4 358	1 663	1 723	2 389	2 360	2 323	53.3
Wool, ths. tons	29.8	3.4	3.3	3.5	2.6	2.3	7.7

* Farming Ukraine 2015 Statistical Yearbook. — Kyiv : State Statistics Committee of Ukraine, 2016. — P. 112.

This situation of production of agricultural raw materials directly affected the production and consumption of basic foodstuffs.

Table 6. Consumption of main types of food in Ukraine (per person per year; kg)

Types of products	Rational consumption rates	Consumption in the EU (25 countries)	In fact in Ukraine				
			1990	2005	2010	2014	2015
1	2	3	4	5	6	7	8
Meat and meat products	83	95	68	39.1	52.0	54.1	50.9
Milk and dairy products	380	363	373	225.6	206.4	222.8	209.9
Eggs, pcs	290	222	272	238	290	310	280
Fish and fish products	20	24	18	14.4	14.5	11.1	8.6
Bread and bakery products	101	91	141	123.5	111.3	108.5	103.2

Continuation of Table 6

1	2	3	4	5	6	7	8
Potato	124	81	131	135.6	128.9	141.0	137.5
Vegetables and melons	161	116	103	120.2	143.5	163.2	160.8
Fruits, berries and grapes	90	110	47	37.1	48.0	52.3	50.9
Sugar	38	41	50	38.1	37.1	36.3	35.7
Vegetable oil	13	19	12	13.5	14.8	13.1	12.3

* Farming Ukraine 2015 Statistical Yearbook. — Kyiv : State Statistics Committee of Ukraine, 2016. — P. 147.

Data in table 6 confirm the limited capacity of Ukraine's population in the consumption of food in required quantities and stock. In particular, there was a decrease in 2015 compared to the prior year in consumption of all major types of food per one person. Thus, the population of Ukraine is far from consumption of basic food products as rational norms of consumption and the level of consumption in the EU. Rational consumption rates approaching domestic households only for products such as eggs, vegetables and melons, sugar and vegetable oil. A slight increase in rational norms was observed only in foods such as potatoes and bread products and it can't be viewed as a positive phenomenon. It is through these products domestic consumers under consumption of important products in the diet such as meat and meat products, milk and dairy products, fish and fish products as well as fruit, berries and grapes is covered.

Consumption of major minerals in the composition of foods are presented in table 7.

Table 7. Consumption of major minerals in the composition of food (per person per day)

Name of microelements	1990	2005	2010	2014	2015
Calories, kcal	3 610	2 916	2 933	2 939	2 799
Protein, g	105.0	86.0	87.5	89.2	84.3
Fats, g	124.0	89.7	99.2	97.9	92.0
Calcium, mg	1362	927	893	953	904
Iron, mg	25.0	20.5	20.5	21.1	20.2

* Farming Ukraine 2015 Statistical Yearbook. — Kyiv : State Statistics Committee of Ukraine, 2016. — P. 148.

Data in table 7 indicate that for calories and key micronutrients to approach the level of consumption in 1990 is not possible yet.

Food security of the state is considered by some experts purely through self-sufficiency rate (the ratio of domestic production to its use), where the data are rather contradictory. As the study indicates some researchers [1, p. 7], as well as acts of national legislation, food safety is ensured major groups of domestic agricultural products at least 80% of the demand of the domestic market (the level of self-sufficiency).

Despite the relatively high level of food self-sufficiency, consumption of the main types of food, and basic minerals in the composition of food in general is very low in Ukraine. Modern nutrition is characterized by imbalance level below

scientifically grounded. At a time when most of the world population to ensure food quality has improved significantly in Ukraine the opposite trend is observed. The bulk of the calories consumed with Ukrainian vegetable production and consumption of animal products 1.5 times lower than the established threshold criteria. Average daily nutritional intake in Ukraine in 2015 compared to 1990 decreased by 21%. The diet consists of more affordable products. Moreover, Ukraine faced the problem of malnutrition. Most of the population is unable to buy the necessary amount of food to ensure active and healthy life, and some may only consume cheap food without getting the required amount of calories.

The availability of food and the level of prices are affecting the livelihoods of the population, the physical and mental state of people, what changes the level of social, political and economic calm in the country, increasing social tensions, or vice versa — is the development of the nation as a whole organic system of social life.

Considering all the above, the food security of our country can be ensured if the following conditions are met:

- population provided with clean, full and healthy food production for domestic scientific and reasonable norms and ration of their consumption, taking into account age, gender, working conditions, climatic conditions and national traditions;

- prices of these foods are available to all large families, retired workers regardless of nationality and occupation;

- renewable strategic food reserves is established in case of natural disasters, wars and other emergencies. These stocks will avoid starvation in the country with the introduction of rationing of food distribution within not less than five years (there are historical confirmation of the necessity and reality of this condition. In particular, the present reserves are created in the United States, Switzerland and other countries);

- agriculture, fisheries and forestry are steadily developing and have reserves, which allow to increase food production to update insurance reserves and increasing reserves for unforeseen situations;

- science and education are at the highest level. All production areas are provided with the latest equipment and technology. National heritage is supported. Gene pool of livestock is breeding and plant cultivation is improved. Science gives credible forecasts and recommendations for the development of all areas of life and society in the future for intelligent control circuit;

- natural policy protection and nature restoration practice the conservation and improvement of environment.

Conclusions

Favorable climatic conditions for growing crops majority and powerful human potential allow Ukraine not only to ensure their own food security but also to become an active player in the global food market. The concept of food security should cover meet the physiological needs of the population in a safe, multifunctional, high-quality food in accordance with medical guidelines, environmental conditions and individual human condition. One way of achieving food security is strict adherence to hygiene requirements, technological instructions, recipes, modes of processing, storage, transportation, sale of raw materials

and finished products. You also need to accelerate the reform of the agricultural sector of Ukraine needs, substantial modernization in the development of entrepreneurship in rural areas, introduction of innovative technologies into production, ensuring the profitability of producers and the development of social infrastructure and rural development.

Literature

1. Agricultural complex in the system of foreign economic activity of Ukraine / P. Sabluk, A. Fesyna V. Vlasov; Ed.by P. Sabluk. — K. : NNC IAE, 2010. — P. 7.
2. *Vlasov V.* Some trends in global production of food resources // *Economy AIC*. — 2013. — # 4. — P. 142—147.
3. *Hoychuk A.* Food security. Monograph. / A. Hoychuk. — Zhytomyr: Polissya, 2004. — 348 p.
4. *Golikova K.* Food security: the nature, structure and features of its providing // *Scientific works of Kirovograd National Technical University. Economics*. — 2012. — Vol. 22, ch. II. — P. 1—5.
5. *Nemchenko V.* Food security in Ukraine. Collection of scientific works. Series: *Economics*. — 2012. — Volume 2, # 4(70). — P. 179—183.
6. *Sabluk P.* Globalization and food products: monograph / P. Sabluk, O. Bilous, V. Vlasov. — Kyiv : NNU IAE, 2008. — 632 p.
7. *Hmil N.* Food security as a component of sustainable agriculture // *Collection of scientific works of the Tauryskyi Agrotechnological State University (economic sciences)*. — # 2(26). — 2014. — P. 236—241.

ENHANCING THE COMPETITIVENESS OF PRODUCTION OF ENTERPRISES OF AGRICULTURAL SPHERE

O. Pietukhova, A. Koniaha

National University of Food Technologies

Key words:

*Competitiveness
Competitiveness of
products
Enterprise
Market
Quality
Canning industry*

Article history:

Received 16.01.2018
Received in revised form
01.02.2018
Accepted 14.02.2018

Corresponding author:

O. Pietukhova

E-mail:

ompetukhova@bigmir.net

ABSTRACT

The importance of the competitiveness criterion of products and enterprises in their struggle on the domestic and world markets is considered. It is noted that domestic enterprises can only function effectively with the implementation of fundamentally new approaches for managing products competitiveness and with formation of a competitive strategy. It is proved that the problem of increasing the products competitiveness of Ukrainian enterprises is very actual, it acquires new meanings and requires a new understanding and solution.

The theoretical aspects of competitiveness and the main directions of increasing the products competitiveness are considered. The market of fruit and vegetable canning products is investigated and the conclusion about production decreasing, costs increase, quality of products decrease, assortment narrowing, prices increase, loss of traditional markets is made. The causes of deterioration in the industry are determined.

The basic activity principles and products competitiveness of the Ukrainian producer Mogilev-Podolsky cannery Private Company on the national and foreign markets are analyzed. The main competitors of the company are determined on the domestic and foreign markets, a comparison is made with competitors in the domestic market, the matrix of the competitive profile is constructed, and the strengths and weaknesses, opportunities and threats of the plant are identified. It was substantiated that Mogilev-Podolsky cannery Private Company has sufficient potential for increasing production volumes and ways to increase the competitiveness of its products both on the domestic and foreign markets are suggested. A conclusion is made regarding the increase of competition between enterprises in the context of global integration processes deepening. That is why it is extremely important for enterprises not only to produce high-quality products, but also to apply other ways to increase the competitiveness of their products on the market.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-8

ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ПРОДУКЦІЇ ПІДПРИЄМСТВ АГРОПРОДОВОЛЬЧОЇ СФЕРИ

О.М. Пстухова, А.В. Коняга

Національний університет харчових технологій

У статті озглянуто значення критерію конкурентоспроможності продукції та підприємств у їх боротьбі на внутрішніх і світових ринках. Зазначено, що вітчизняні підприємства можуть ефективно функціонувати лише при втіленні принципово нових підходів до управління конкурентоспроможністю продукції і формування конкурентної стратегії. Доведено, що проблема підвищення конкурентоспроможності продукції підприємств України є досить актуальною, набуває нового змісту і вимагає нового її осмислення та розв'язання.

Розглянуто теоретичні аспекти конкурентоспроможності та основні напрями підвищення конкурентоспроможності продукції. Досліджено ринок плодоовочеконсервної продукції, визначено причини зменшення випуску продукції, зростання витрат на її виготовлення, зниження якості виробів, звуження асортименту, підвищення цін, втрати традиційних ринків збуту, а також погіршення становища в галузі.

Проаналізовано основні засади діяльності та конкурентоспроможність продукції українського виробника ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» на національному та зовнішньому ринку. Визначено основних конкурентів підприємства на внутрішньому та зовнішньому ринку, проведено порівняння з конкурентами на внутрішньому ринку, побудовано матрицю конкурентного профілю, а також виявлено сильні та слабкі сторони, можливості та загрози заводу. Обґрунтовано, що ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» має достатній потенціал для збільшення обсягів виробництва, та запропоновано шляхи підвищення конкурентоспроможності його продукції як на внутрішньому, так і на зарубіжному ринках. Зроблено висновок щодо посилення конкуренції між підприємствами в умовах поглиблення світових інтеграційних процесів. Саме тому для підприємств надзвичайно важливим є не лише виробництво якісної продукції, а й застосування інших способів підвищення конкурентоспроможності своєї продукції на ринку.

Ключові слова: конкурентоспроможність, конкурентоспроможність продукції, підприємство, ринок, якість, консервна промисловість.

Постановка проблеми. Процеси глобалізації, що розвиваються у світі, значно підсилюють значення критерію конкурентоспроможності продукції та підприємств у їх боротьбі на внутрішніх і світових ринках. На основі цих процесів у зарубіжних країнах здійснюється широкомасштабне впровадження висококreatивних моделей управління конкурентоспроможністю продукції, виокремлення його у самостійну систему та перетворення в одне з найбільш пріоритетних завдань державної політики.

У жорсткому конкурентному середовищі вітчизняні підприємства можуть ефективно функціонувати лише при наявності механізму забезпечення стійкого стану на ринку, тобто при втіленні принципово нових підходів до управління конкурентоспроможністю продукції і формування конкурентної стратегії.

У сучасній конкурентній боротьбі, за всієї її гостроти та динамізму, виграє той, хто аналізує та змагається за свої конкурентні позиції. Процес забезпечення конкурентоспроможності є невід'ємним етапом стратегічного управління підприємством і пов'язаний з вирішенням проблеми найшвидшого досягнення запланованих результатів в умовах мінливого внутрішнього середовища та ситуації на ринку [9].

У результаті трансформаційних процесів в економіці України послабилися організаційні основи управління конкурентоспроможністю вітчизняних підприємств та продукції і саме це стало загрозою їх витіснення конкурентами на внутрішньому ринку України і на зарубіжних ринках. Саме тому проблема підвищення конкурентоспроможності продукції промислових підприємств України є досить актуальною, набуває нового змісту і вимагає нового її осмислення та розв'язання.

Враховуючи зазначені обставини, необхідне наукове обґрунтування нових засад забезпечення конкурентоспроможності продукції і розроблення на цій основі методичних положень і практичних рекомендацій, спрямованих на досягнення та збереження стійких конкурентних позицій підприємств у динамічних умовах макроекономічного середовища, та визначення шляхів удосконалення управління конкурентоспроможністю продукції українських підприємств на зовнішньому та внутрішньому ринку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження теоретико-методичних основ та практичного застосування управління конкурентоспроможністю знайшли своє відображення в працях зарубіжних учених Г. Асселя, Ф. Котлера, Г. Мінцберга, М. Портера, Ф. Тейлора, А. Сміта, А. Файоля, Р. Уотермена, Е. Чемберлена, Й. Шумпетера та багатьох інших. Дослідженню проблем конкурентоспроможності підприємства присвячено праці: Г. Азоева, І. Ансоффа, О. Градова, Р. Фатхутдінова, А. Юданова та інших. У працях вітчизняних учених Я.Б. Базиліюка, В.А. Білошапки, Н.М. Гаращенко, В.І. Герасимчука, В.Л. Діканя, О.І. Драган, Г.В. Загорій, Ю.Б. Іванова, О.П. Манзій, Г.В. Осовської, Г.М. Скударя, О.Б. Чернеги та багатьох інших приділяється значна увага формуванню конкурентних переваг і конкурентоспроможності продукції та підприємств.

Однак, незважаючи на значні досягнення в теорії й практиці управління конкурентоспроможністю продукції, є проблеми, які залишаються предметом дискусій і обговорень вчених-економістів, зокрема складність і багатоаспектність проблеми забезпечення конкурентоспроможності продукції підприємств агропродовольчої сфери вимагає подальших наукових досліджень.

Мета статті: оцінювання конкурентоспроможності українського виробника ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» на національному та зовнішньому ринку, аналіз його діяльності та побудова матриці конкурентного профілю, а також визначення напрямів і шляхів підвищення конкуренто-

спроможності продукції вітчизняних підприємств на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Викладення основних результатів дослідження. Терміни «конкуренція», «конкурентоспроможність», «конкурентні переваги», «конкурентоспроможність товару», «конкурентоспроможність підприємства» тощо все частіше використовуються в сучасній економічній літературі, оскільки без знання цих економічних категорій неможливо вирішити сучасні економічні проблеми. Конкурентоспроможність як економічне явище втілює широке наукове і практичне усвідомлення процесів конкуренції як одного із ключових параметрів функціонування ринкової економіки і саме тому для реформування економіки України в напрямку створення повноцінного конкурентного середовища та розвитку конкурентних відносин необхідне дослідження поняття «конкуренція».

Основним інструментом регулювання ринкової економіки є конкуренція, суть якої полягає в боротьбі між підприємствами, що виступають на ринку з метою забезпечення кращих можливостей збуту своєї продукції, задоволення різноманітних потреб покупців і одержання найбільшого прибутку [1].

Конкуренцію слід розглядати як примусову силу, яка змушує підвищувати продуктивність праці, прискорювати НТП, збільшувати масштаби виробництва, впроваджувати нові форми організації виробництва тощо, оскільки вона є об'єктивним економічним законом розвинутого товарного виробництва, в результаті чого виступає важливою рушійною силою розвитку економічної системи, складовою частиною її господарського механізму [2].

Конкуренція існує у будь-якій країні з ринковою економікою та в будь-якій галузі. Якщо говорити про ринок плодоовочеконсервної продукції, то можна сміливо сказати, що він насичений продукцією. Варто врахувати, що для України питання забезпечення населення плодоовочеконсервною продукцією особливо актуальне, оскільки в країні з високим аграрним потенціалом рівень виробництва сільськогосподарської продукції і її переробки оцінюється як вкрай незадовільний. Водночас, якщо порівняти розвиток плодоовочеконсервного виробництва до і після 1990 р., то можна зробити висновок, що в період реформування національного господарства зменшився випуск продукції, зросли витрати на її виготовлення, знизилась якість виробів, звужився асортимент, підвищились ціни, втрачено традиційні ринки збуту. Основними причинами погіршення становища в галузі стало скорочення вирощування основних видів сільськогосподарської сировини, недостатня увага з боку держави до розвитку консервної галузі, недосконалість економічного механізму господарювання у період формування розвинутих ринкових відносин, руйнування фінансово-кредитної і платіжної системи, розрив економічних зв'язків з країнами-експортерами консервних виробів.

Основними виробниками плодоовочевих консервів в Україні є: компанія «Чумак», яка займається консервуванням овочів, виготовленням соків та інших видів плодоовочеконсервної продукції; група компаній «Верес», яка займається консервуванням овочів за особливою технологією — консервування «по-домашньому»; ПАТ Виробниче об'єднання «Одеський консервний завод» (торговельна марка «Господарочка») — виготовляє овочеві та плодови

консерви, соки, пюре, кетчупи, халву та рибні консерви; ТОВ «Ніжинський консервний комбінат», що виготовляє консервацію, соуси, соки, соління; ПАТ «Вінницький консервний завод» — займається виготовленням ікри, варення, джемів, повидла, овочевих консервів, рибних та м'ясних консервів, томатних соусів і кетчупів; компанія «Сандора» — займається виготовленням найрізноманітніших соків з плодів та ягід; ПрАТ «Одеський консервний завод дитячого харчування», що входить у великий соковий холдинг «Віт-марк-Україна» (його соки в білій упаковці займають більше 14% сокового ринку України, а дочірнє підприємство «ВКС-Соки» виготовляє соки та продає їх за доступними для споживача цінами); консервний завод «Іллічівський» — займається виробництвом плодоовочевих консервів; «Вінніфрут» — займається виготовленням фруктових та овочевих соків з натуральних продуктів.

Лідуючі позиції на ринку Вінницької області займає ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» — сучасне підприємство харчової промисловості, оснащене високопродуктивними лініями з виробництва фруктових, овочевих консервів, соків-концентратів.

Конкурентоспроможність підприємства визначається конкурентоспроможністю його конкретних товарів і/або послуг, виробничим і трудовим потенціалом, ефективністю системи управління та вимірюється визначеними ключовими показниками (індикаторами), які адекватно характеризують його стан і динаміку та використовуються для прийняття управлінських рішень менеджерами підприємства щодо підвищення рівня конкурентоспроможності [11].

З метою визначення рівня конкурентоспроможності ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» порівняємо підприємство з його основними конкурентами на вітчизняному ринку (ПрАТ «Виробниче об'єднання «Одеський консервний завод»», ПАТ «Новоушицький консервний завод» (Львівська обл.), ПАТ «Білоцерківський консервний завод» (Київська обл.)) за допомогою матриці конкурентного профілю (табл. 1), для побудови якої як експерти були задіяні фахівці ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод».

Таблиця 1. Матриця конкурентного профілю, складено авторами на основі проведених досліджень

Ключові фактори успіху	Вагові коефіцієнти	ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод»		ПрАТ «Виробниче об'єднання «Одеський консервний завод»»		ПАТ «Новоушицький консервний завод»		ПАТ «Білоцерківський консервний завод»	
		ранг	оцінка	ранг	оцінка	ранг	оцінка	ранг	оцінка
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ціна продукції	0,1	8	0,8	9	0,9	7	0,7	8	0,8
Канали розподілу	0,2	10	2	10	2	8	1,6	7	1,4
Охоплення ринку продукцією	0,1	9	0,9	9	0,9	6	0,6	8	0,8
Рівень реклами продукції	0,075	8	0,6	8	0,6	7	0,525	8	0,6

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кваліфікація персоналу	0,1	9	0,9	9	0,9	9	0,9	6	0,6
Продуктивність технологій	0,05	8	0,4	10	0,5	9	0,45	8	0,4
Рівень менеджменту	0,05	9	0,45	9	0,45	5	0,25	6	0,3
Якість продукції	0,2	10	2	10	2	9	1,8	7	1,4
Прибутковість підприємства за рахунок реалізації продукції	0,1	8	0,8	10	1	0	0	7	0,7
Надійність продукції	0,025	10	0,25	9	0,225	10	0,25	9	0,225
Загальна оцінка	1,0		9,1		9,475		7,075		7,225

З матриці конкурентного профілю бачимо, що лідером у групі підприємств є ПрАТ «ВО «Одеський консервний завод»», на що вплинули географічне місце розташування, розміри підприємства, імідж компанії і багата сировинна база.

ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» на другому місці в рейтингу, однак незначно поступається лідеру і має достатній потенціал для збільшення обсягів виробництва.

Основними конкурентами ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» на зарубіжному ринку є Вітебський плодоовочевий комбінат (Білорусія), Гродненський консервний завод (Білорусія), ПАТ «Турів» (Білорусія), Баховський консервноовочесушительний завод (Білорусія), Келерашський консервний завод (Молдова), Кантемирський консервний завод (Молдова), ПАТ «Natur Bravo» (Молдова), ПАТ «Агросфера-БМ» (Молдова), ПАТ «Вак-плід» (Польща), ПАТ «Бастіон-фрут» (Польща), ПАТ «Санлакол» (Ізраїль), ПАТ «Вітелі-фуд» (США), ПАТ «Randall Food Products» (США), французькі компанії «Bonduelle Group», Le Groupe Cecab (TM D'Aucy), американська General Mills, німецька Lorado International GmbH.

Порівнюючи ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» з конкурентами, можна виділити його сильні і слабкі сторони, можливості і загрози, які наведені у табл. 2.

Таблиця 2. SWOT-аналіз ПАТ «Могилів-Подільський консервний завод», складено авторами на основі проведених досліджень

Сильні сторони (S)	Слабкі сторони (W)
1	2
Контроль над значною часткою ринку консерв (домінування) у м. Могилів-Подільський (60—70%);	Недостатня прибутковість через високі витрати на упаковку та склотару.
Відносно низький рівень конкуренції виробників консерв	Наявність застарілого, енергозатратного устаткування на підприємстві, необхідність ремонтів і перевірки технічного стану

Продовження табл. 2

1	2
Налагоджені ділові зв'язки зі споживачами продукції і постачальниками сировини	Сезонність виробництва та нестабільна якість, що залежить від урожайності
Діяльність у прикордонній зоні та можливість виходу на зарубіжні ринки	Відсутність ефективної служби маркетингу
Накопичений багаторічний виробничий досвід роботи на ринку консерви	Недостатні оборотні активи
Можливість збільшення потужності виробництва за рахунок введених технологій	Недосконала система мотивації персоналу
Висока кваліфікація персоналу	
Високий імідж компанії та її визнання	
Зовнішні сприятливі можливості (О)	Зовнішні загрози підприємству (Т)
Можливість зайняти більшу частку ринку, шляхом підвищення якості продукції	Зростання рівня конкуренції; поступове зниження попиту на основні види продукції
Можливість закуповувати сучасне обладнання у зарубіжних фірм	Нестабільність і недосконалість законодавства (в т. ч. податкового)
Можливість розширення асортименту продукції	Низька інвестиційна привабливість консервної галузі
Автоматизація виробництва	Зміна потреб і смаків споживачів
Майбутні інвестиції	Зниження купівельної спроможності споживача
	Інфляція в країні

Простежити співвідношення факторів зовнішнього і внутрішнього середовища можна за допомогою матриці SWOT-аналізу, наведеної в табл. 3.

Таблиця 3. Матриця SWOT-аналізу ПАТ «Могилів-Подільський консервний завод», складено авторами на основі проведених досліджень

		Зовнішнє середовище	
		Можливості	Загрози
Внутрішнє середовище	Сильні сторони	<p align="center"><i>поле С1М:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - пошук лізингової схеми придбання сучасного обладнання; - використання позитивної ділової репутації задля збуту консерв; - виведення на ринок нових прибуткових виробів; - зміцнення ринкових позицій; - залучення нових інвесторів 	<p align="center"><i>поле С1З:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - розширення представленості в торговельній мережі - зосередженість на виробництві високорентабельних видів консерви; - утримання позитивного іміджу - підвищення оборотності капіталу
	Слабкі сторони	<p align="center"><i>поле С2М:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - кредитування задля придбання сучасного обладнання; - оновлення автомобільного парку за лізинговою схемою - партнерство з виробниками сучасного обладнання; - збільшення прибутку за рахунок отримання нових замовлень 	<p align="center"><i>поле С2З:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - страхування ризиків зростання цін на основну сировину; - зниження витрат на виробництво - оптимізація обсягів випуску продукції

Проведений аналіз дає підстави стверджувати, що ПрАт «Могилів-Подільський консервний завод» має можливість домінувати на ринку плодоовочевої

консерви, що дасть змогу отримати більший прибуток. Його спеціалізація на виробництві плодоовочевих консервів протягом багатьох років забезпечить пом'якшення загрози з боку сучасних автоматизованих підприємств, які стрімко розвивають власне виробництво консервних виробів. Проте низька інвестиційна привабливість і недостатня прибутковість виробничої діяльності створює реальну загрозу для підприємства як самостійної господарської одиниці і лише здешевлення кредитів, розвиток фінансового та фондового ринків дасть змогу оновити застарілі основні засоби і затратні технології виробництва.

Отже, для підвищення конкурентоспроможності й ефективності діяльності підприємства необхідно збільшити кількість замовлень шляхом підтримки існуючої системи збуту продукції та її розширення, що забезпечить підприємство постійними замовленнями. Обсяг замовлень можливо розширити за допомогою мережі Інтернет, просуваючи таким чином торговельну марку підприємства. Для цього необхідно оновити сайт підприємства з метою надання вичерпної інформації про продукцію заводу, оскільки існуючий нині сайт є недостатньо інформаційним.

Крім того, основними напрямками підвищення конкурентоспроможності продукції ПрАТ «Могилів-Подільський консервний завод» та посилення його ринкових позицій є:

- постійне вдосконалення продукції, підвищення її якості, привабливості, економічності, сертифікації тощо;
- розширення асортименту продукції;
- виготовлення продукції за замовленням (ювілярам, сімейні);
- виробництво органічної продукції, що може стати дуже перспективним при виході на ринки ЄС;
- творче використання корисного досвіду конкурентів;
- розробка та впровадження інноваційних технологій, оновлення застарілої матеріально-технічної бази та застосування нових прогресивних методів управління;
- активне впровадження маркетингових досліджень, які є запорукою успішної діяльності будь-якої компанії на ринку;
- стимулювання продажів за рахунок проведення різноманітних акцій, реклами; активізація рекламної діяльності в засобах масової інформації;
- зростання рівня професійної майстерності працівників та залучення нових висококваліфікованих фахівців;
- залучення додаткових інвестицій, особливо іноземних, для розширення можливостей підприємства, його підтримки та допомоги виходу на зовнішні ринки для реалізації продукції;
- вміле маніпулювання ціновими факторами конкурентної боротьби тощо.

Окрему увагу слід приділити розвитку експортного потенціалу та формуванню соціальної відповідальності бізнесу.

Висновки

Із поглибленням інтеграції України до світової спільноти все більше зростає конкуренція між підприємствами, їх боротьба за збільшення частки

ринку та прихильність споживачів. Саме тому для підприємств надзвичайно важливим є не лише виробляти якісну продукцію, а й застосовувати інші способи підвищення конкурентоспроможності своєї продукції на ринку, наприклад, різні засоби просування та популяризації товарів серед споживачів, перегляд своєї цінової політики, стеження за ринковими тенденціями.

Основною властивістю конкурентоспроможності є те, що вона показує, наскільки ефективно працює компанія для задоволення потреб своїх споживачів порівняно з компаніями-конкурентами на ринку. Рівень конкурентоспроможності товарів може бути чітко визначеним у той самий момент, коли товар потрапляє на ринок до споживачів і там фактично проходить перевірку на відповідність потребам та смакам покупців. Продукція, яка найбільше відповідає таким вимогам, і буде найбільш конкурентоспроможною серед відповідних їй товарів-аналогів. Проте потрібно пам'ятати, що те, що сьогодні подобається покупцю найбільше, може стати йому абсолютно непотрібним вже завтра, адже ми живемо в епоху технологічних інновацій, де все змінюється надзвичайно швидкими темпами. Тому для підприємства та підтримання його конкурентоспроможності на ринку необхідно знайти баланс між тим, чого прагне покупець, що він може забажати наступного дня та що підприємство може йому запропонувати.

Література

1. *Василенко В.О.* Виробничий менеджмент / В.О. Василенко, Т.І. Ткаченко. — Київ : ЦУЛ, 2005. — 532 с.
2. *Владимирова Л.П.* Прогнозирование и планирование в условиях рынка / Л.П. Владимирова. — Москва : Издательский Дом «Дашков и К», 2007. — 308 с.
3. *Гарачук Ю.О.* Підвищення ефективності діяльності підприємства за рахунок управління конкурентоспроможністю / Ю.О. Гарачук // Актуальні проблеми економіки. — 2008. — № 2(80). — С. 60—65.
4. *Должанський І.З.* Конкурентоспроможність підприємства : [навч. посібник] [Текст] / І.З. Должанський, Т.О. Загорна. — Київ : Центр навчальної літератури, 2006. — 384 с.
5. *Єрмаков О.Ю.* Формування ринку плодів в Україні / О.Ю. Єрмаков // Економіка АПК. — 2015. — № 4. — С. 94—98.
6. *Журба І.О.* Сутність і значення конкурентоспроможності підприємства / І.О. Журба, Ю.М. Коляденко [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://archive.nbuv.gov.ua>.
7. Конкурентоспроможність як складова економічної безпеки підприємства / О.О. Фальченко, Н.Б. Токарь // Вісник НТУ «ХП». Серія: Технічний прогрес і ефективність виробництва. — Харків : НТУ «ХП». — 2013. — № 67(1040). — С. 156—158.
8. *Літвінова Ю.О.* Проблеми забезпечення конкурентоспроможності підприємства в сучасних умовах / Ю.О. Літвінова // Управління розвитком. — 2012. — № 9. — С. 35—37.
9. *Манзій О.П.* Конкурентоспроможність підприємств агропродовольчої сфери / О.П. Манзій // Економіка харчової промисловості. — 2014. — № 3(23). — С. 17—20.
10. *Оруба Б.* Формирование системы единичных показателей оценки конкурентоспособности продукции / Б. Оруа // Економіст. — 2011. — №1. — С. 63—65.
11. *Осовська Г.В.* Профіль конкурентоспроможності переробних підприємств / Г.В. Осовська // Ефективна економіка. — 2013. — № 4 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2288>.

METHODICAL ASPECTS OF VALUATION THE COST OF GOODS AND SERVICES AS INTELLECTUAL CAPITAL INNOVATION ECONOMY

E. Bezpalko, T. Belova

National University of Food Technologies

Key words:

Sign for goods and services

Trademark

Brand

Approaches and methods of mark evaluation for goods and services

Article history:

Received 11.01.2018

Received in revised form 18.01.2018

Accepted 09.02.2018

Corresponding author:

E. Bezpalko

E-mail:

bezpalko.elen@gmail.com

ABSTRACT

The article is devoted to the study of the economic essence of estimating the value of a sign for goods and services as one of the important procedures of an innovative economy. The concept of a trademark as a powerful factor of competitiveness of the enterprise is highlighted. The functional purpose and real possibilities of its use are defined: advertising of goods, guaranteeing the quality of goods and protection against unfair competition or counterfeiting. The purpose of estimating the value of a trademark is considered, taking into account the financial and marketing concepts of evaluation. It is determined that they conduct such a procedure in the case of valuation of intangible assets of the enterprise as a whole, in order to dispose of the rights to a trademark and in cases of resolving conflicts that may be related to the illegal use of another's trademark. It is established that the financial concept is a quantitative objective assessment of the value of a trademark, and the marketing concept of evaluation is aimed at investigating the effectiveness of the marketing strategy and its tools for managing the trademark as a brand. A variety of approaches and methods for assessing the value of a trademark are summarized and analyzed. It is revealed that the presented methods are based on the use of information about additional incomes of the enterprise related to the use of the trademark; about the costs of its development and promotion of the product under this trademark; on the conditions of similar transactions taking place on the market.

The common and distinctive features of different methods of estimating the value of a trademark are identified, boundaries are defined and recommendations on the appropriateness of their application depending on specific situations are given.

In the framework of the income approach, the methods of estimating trademarks are systematized and presented: the method of profit, the method of exemption from royalties, the economic method, the method based on the discounting of future cash flows. It is proved that the real value of the trademark will enable the owner to monitor the change in the level of consumer loyalty to him, to carry out an analysis of his expenses, and the size of the price surcharge will serve as an indicator of the efficiency of the functioning of the trademark in the market.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-9

МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ВАРТОСТІ ЗНАКА ДЛЯ ТОВАРІВ І ПОСЛУГ ЯК ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО КАПІТАЛУ ІННОВАЦІЙНОЇ ЕКОНОМІКИ

О.В. Безпалько, Т.Г. Бєлова

Національний університет харчових технологій

Стаття присвячена дослідженню економічної сутності оцінки вартості знака для товарів і послуг як однієї з важливих процедур інноваційної економіки. Висвітлено уявлення про товарний знак як потужний чинник конкурентоспроможності підприємства. Визначено функціональне призначення та реальні можливості його використання: рекламування товару, гарантування якості товару та захист від недобросовісної конкуренції або підробок. Розглянуто цілі оцінки вартості товарного знака з урахуванням фінансової і маркетингової концепцій оцінки. З'ясовано, що проводять таку процедуру у разі оцінки нематеріальних активів підприємства в цілому з метою розпорядження правами на товарний знак та у випадках урегулювання конфліктних ситуацій, які можуть бути пов'язані з незаконним використанням чужого товарного знака. Встановлено, що фінансова концепція є кількісною об'єктивною оцінкою вартості товарного знака, а маркетингова концепція оцінки спрямована на дослідження ефективності маркетингової стратегії та її інструментів щодо управління товарним знаком як брендом.

Узагальнено і проаналізовано різні підходи та методи оцінки вартості товарного знака. З'ясовано, що представлені методи базуються на використанні інформації про додаткові доходи підприємства, що пов'язані з використанням товарного знака, про затрати на його розробку і просування товару під цим товарним знаком, про умови аналогічних угод, що відбуваються на ринку. Виокремлено спільні та відмінні характерні ознаки між різними методами оцінки вартості товарного знака, визначено межі і надано рекомендації щодо доречності їх застосування залежно від конкретних ситуацій.

У рамках дохідного підходу систематизовано і представлено методи оцінки товарних знаків: метод преміального прибутку, метод звільнення від роялті, економічний метод, метод на основі дисконтування майбутніх грошових потоків. Доведено, що реальна вартість товарного знака дасть змогу підприємству-власнику стежити за зміною рівня лояльності споживачів до нього, проводити аналіз здійснюваних у нього витрат, а сам розмір цінової надбавки слугуватиме індикатором ефективності функціонування торговельної марки на ринку.

Ключові слова: *знак для товарів і послуг, товарний знак, бренд, підходи та методи оцінки знака для товарів і послуг.*

Постановка проблеми. Основною ознакою інноваційного розвитку економіки є те, що більша частина прибутку створюється не стільки матеріальним виробництвом і концентрацією фінансів, скільки інтелектом людей, справжніх висококваліфікованих фахівців своєї справи. В розвинутий економіці потенціал підприємств може на 30—60% складатися з нематеріальних активів.

При цьому на питому вагу знаків для товарів і послуг у нематеріальних активах може припадати до 80% [2]. Саме тому в умовах сьогодення оцінка цього виду інтелектуального капіталу досить важлива й актуальна для його власника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Істотний внесок у розвиток теорії брендінгу та оцінки вартості знаків для товарів і послуг зробили відомі зарубіжні та вітчизняні вчені, зокрема: Д. Аакер [1], К.Л. Келлер Л. [3], Г.В. Сміт [5], Л. Чернатоні, М. МакДональд [8], О. М. Азарян [7], А. А. Бовін [2], Т.В. П'ятак [4], С.А. Старов [6], Н. Чухрай, Р. Патора [9], О.М. Ястремська та багато інших. Також свої практичні методики багатокритеріальної оцінки вартості марочного капіталу пропонують такі компанії, як: Young & Rubicam, V-Ratio, Interbrand, Brand Finance тощо. При цьому ряд питань щодо виокремлення відмінностей між підходами, концепціями, методами оцінки товарних знаків і доречність їх використання залежно від цілей оцінки потребує додаткового наукового опрацювання й уточнення методичних особливостей.

Метою статті є дослідження особливостей різних підходів і методів оцінки вартості знака для товарів та послуг, встановлення взаємозв'язку і розмежування відмінних ознак між ними з виокремленням їх істотних переваг, недоліків і можливих меж застосування.

Викладення основних результатів дослідження. Перед тим, як розглянути теоретичні та методичні особливості оцінки вартості знака для товарів і послуг доцільно, на наш погляд, зупинитися на функціональному призначенні товарних знаків і можливостях їх використання.

Знак для товарів і послуг — це позначення, за яким товари й послуги одних осіб відрізняються від товарів і послуг інших осіб. Саме таке визначення товарного знака закріплено статтею 1 Закону України «Про охорону прав на знаки для товарів та послуг». Зважаючи на це тлумачення, головним завданням товарного знака є ідентифікація товару та його виробника на ринку. При цьому він виконує одночасно ряд функцій:

- рекламування товару, що допомагає його просуванню та максимізації доходу, оскільки репутація і впізнаваність товарного знака допомагають завоювати довіру споживача;

- гарантування якості товару та захист від недобросовісної конкуренції й підробок.

Володіння загальновідомим товарним знаком рівнозначне володінню значним фінансовим капіталом. Широко відомий товарний знак — це потужний чинник конкурентоспроможності підприємства, хоча його підтримка і вимагає постійних вартісних та інтелектуальних інвестицій. Але окупність таких вкладень досить швидка тому, що можна розраховувати на збільшення продаж, що викликане реакцією покупців на знайомий товарний знак і можливістю підвищення рівня цін на продукцію відомої марки. Тож цінність відомого товарного знака для правовласника полягає в тому, що він створює додаткові грошові потоки порівняно з товаром, який немає таких привілеїв. Зміни у вартості товарного знака є своєрідною оцінкою ефективності маркетингової політики підприємства, тому будь-якому власникові такого капіталу необхідно мати набір інструментів для оцінки і максимізації його вартості.

Оцінка — це процес визначення вартості, ретельний аналіз, який включає інформацію про сам об'єкт оцінки, про ринок як у цілому, так і в розрізі певного сегмента, виконання розрахунків, заснованих на одночасному обліку багатьох кількісних і якісних факторів. Розрахунок вартості товарного знака — це процес обчислення грошового еквівалента прав на нього. Проводять таку процедуру, як правило, тоді, коли необхідно:

- оцінити нематеріальні активи підприємства в цілому з метою збільшення його вартості, наприклад, для купівлі або продажу бізнесу, при злиттях підприємств або при переговорах з інвестором тощо;

- розпоряджатися певним чином правами на товарний знак, наприклад, при внесенні його вартості в уставний капітал підприємства, при франчайзингу або при відчуженні права, при використанні товарного знака як застави в банках тощо;

- врегулювати конфліктні ситуації, які, наприклад, можуть бути пов'язані з незаконним використанням чужого товарного знака, з метою обґрунтування суми компенсації як упущеної вигоди правласника тощо.

При оцінці товарного знака варто зважати на фінансову і маркетингову складову оцінки, які мають свої особливості. Фінансова концепція є кількісною об'єктивною оцінкою вартості товарного знака, що дає змогу обчислити, яку різницю дає до додаткової вартості наявність товарного знака порівнянню з умовним середнім продуктом. Така оцінка використовується, як правило, для переговорів з інвесторами, з метою визначення розміру роялті і франчайзингових платежів, для з'ясування величини внеску в статутний фонд підприємства тощо. Маркетингова концепція оцінки, як правило, спрямована на дослідження ефективності маркетингової стратегії та її інструментів щодо управління товарним знаком як брендом. Вона використовує різні підходи, але в основному базується на багатокритеріальних методах оцінки вартості товарного знака, основою яких є орієнтація на якісні показники. Ці методи дають змогу оцінити як поточні, так і потенційні можливості товарного знака в отриманні прибутку, але при цьому вони, як правило, опираються на дані маркетингових досліджень та різні опитування споживачів, а тому досить суб'єктивні, бо достовірність їх результатів багато в чому залежить від точності цих даних.

Як свідчать численні наукові теоретичні напрацювання в цій галузі, методи оцінки товарного знака, як правило, базуються на використанні інформації:

- про додаткові доходи підприємства, що пов'язані з використанням товарного знака;

- про затрати на його розробку і просування товару під цим товарним знаком;

- про умови аналогічних угод, що відбуваються на ринку.

Для визначення цінності товарного знака використовуються насамперед стандарти оцінки, прийняті Міжнародною радою зі стандартів, найважливішим з яких прийнятий у 2010 р. зусиллями фахівців з 14 країн. Це міжнародний стандарт ISO 10668 «Brand valuation. Requirements for monetary brand valuation» («Оцінка бренду»), який регламентує основні підходи і методи оцінки вартості бренду як самостійного нематеріального активу. Згідно з цим стандартом, бренд — це маркетинговий нематеріальний актив, необмежений назвою, терміном, знаком, символом, логотипом, дизайном або їх комбіна-

цією, призначений для ідентифікації товарів і/або послуг, що створює образи й асоціації у свідомості учасників бізнес-процесу і таким чином забезпечує економічні вигоди/вартість. Здійснюючи оцінку вартості активу за цим стандартом, оцінювач повинен провести три види аналізу (юридичний, поведінковий і фінансовий), перш ніж він винесе остаточне рішення про його вартість. Крім того, необхідно враховувати, що значимість, а отже, й вартісна оцінка знака для товарів і послуг у набагато більшому ступені, чим інших нематеріальних активів (винаходів, промислових зразків тощо) залежить від репутації підприємства, що володіє ним, тривалості його перебування на ринку і якості товару чи послуги.

Міжнародний стандарт ISO 10668 традиційно виділяє три альтернативних підходи до оцінки товарного знака: дохідний, витратний і ринковий. У витратному підході, згідно з назвою, визначаються і розраховуються витрати, які поніс власник у зв'язку із створенням, правовим захистом та розвитком товарного знака, тобто оцінюється вартість доведення звичайного товару до того ж положення на ринку, що й оцінюваний товар під певною торговельною маркою. Такий підхід заснований на припущенні, що інвестор не заплатить за актив більше, ніж вартість відновлення, заміни або відтворення активу аналогічної корисності.

Оцінка товарного знака витратним підходом передбачає такий розрахунок:

$$PV = 1,4 \cdot V \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot (1 + d_1 \cdot d_2), \quad (1)$$

де V — собівартість розробки знака для товарів до послуг, одержання правової охорони і маркетингових витрат на рекламу і просування, грн; k_1 — коефіцієнт, що враховує термін використання знака для товарів і послуг з моменту початку широкомасштабної рекламної кампанії по просуванню його на ринок (діапазон зміни коефіцієнта в межах від 1,0 до 2,0 залежно від кількості років використання знака для товарів і послуг (наприклад, 1 рік — $k_1 = 1,0$; 2 роки — $k_1 = 1,2$; 10 і більше років — $k_1 = 2,0$); k_2 — коефіцієнт, що враховує тривалість функціонування підприємства на ринку (діапазон зміни коефіцієнта від 1,0 до 2,0, розрахунок даного показника ідентичний розрахунку коефіцієнта k_1); d_1 — частка підприємства на ринку; d_2 — частка продукції, що реалізується під цим товарним знаком у загальному обсязі продукції підприємства.

Величину отриману в результаті розрахунку $(1 + d_1 \cdot d_2)$ називають ще масштабністю використання знака для товарів і послуг залежно від величини товарообігу. Деякі науковці [9] числове значення цього показника переводять у відповідний коефіцієнт, межі коливання якого від 1,0 до 2,0 з кроком 0,2 залежно від величини товарообігу (наприклад, до 10 тис. американських доларів на місяць — 1,0; від 10 до 50 — 1,2; від 50 до 100 — 1,4; від 100 до 500 — 1,6; від 500 до 1 000 — 1,8; більше 1 млн американських доларів на місяць — 2,0).

Перевагою такого підходу є те, що досить легко підрахувати всі витрати, пов'язані з цим процесом. А от недолік набагато суттєвіший: не можна з великою впевненістю сказати, що існує прямий зв'язок між інвестованими коштами і досягнутої цінністю. Як доводить практика, витрати не завжди збігаються з реальною оцінкою, можна витратити великі кошти на дослідження, розробку, рекламу і просування, а товарний знак так і не стане брендом

підприємства. Тобто при використанні цього методу існує ризик завищити реальну вартість об'єкта оцінки. Крім того, витратний метод часто ґрунтується на даних минулих періодів і при цьому не враховується потенціал майбутнього прибутку підприємства. З огляду на вищевикладене, такий підхід можна використовувати, коли інші підходи оцінки неможливо застосувати і при цьому доступні надійні дані для розрахунку таких витрат. Крім того, витратний підхід доцільно використовувати в ситуаціях, коли товарний знак знаходиться лише на ранній стадії свого розвитку, або для молодих брендів.

Згідно з ISO 10668 ринковий підхід вимірює цінність знака для товарів і послуг, ґрунтуючись на тому, яку суму інші покупці заплатили за схожі активи. При використанні такого підходу обчислюється потенційна вартість можливого продажу знака для товарів і послуг на вільному ринку. Цей підхід має на увазі підбір ринкових аналогів оцінки вартості даного активу, тобто аналогів порівняних за силою та ринковими можливостями. А це, по суті, і є основним його недоліком, оскільки для об'єктивного визначення вартості необхідний активно функціонуючий ринок купівлі-продажу торговельних марок, щоб на ринку була певна кількість угод, які можна було б порівняти з тією, що потрібно оцінити, щоб встановити критерії. Але такі угоди відбуваються не так часто і не завжди інформація про них доступна. З огляду на це ринковий підхід, як і витратний, застосовується нечасто, тому що складно знайти аналоги, адже унікальність товарного знака захищена законом. Перевагою даного підходу можна вважати те, що у разі наявності достатньої інформації про товари-аналоги, він досить простий і зручний у використанні. Крім того, даний підхід має безпосередній прямий зв'язок із ринковою ціною товарного знака. Це може сприяти навіть збільшенню його вартості, в чому дуже зацікавлений власник.

Дохідний метод — це метод, заснований на оцінці здатності товарного знака приносити дохід. Він дає відповідь на запитання, які вигоди зможе отримати майбутній покупець у разі використання об'єкта оцінки. Дохідний підхід є загальноновизнаним і найбільш поширеним. Його основною перевагою є те, що оцінюється саме майбутні перспективи, а не минулий і поточний стан справ, що характерно для витратного і ринкового методів. Такий підхід вимагає наявності чіткої і конкретної інформації про ринкові перспективи товару, для якого використовується оцінюваний об'єкт, але дані можуть бути досить суб'єктивними, що і є основним недоліком. Дохідний підхід доцільно використовувати для товарних знаків, які працюють на стабільних ринках або для розрахунку вартості бренду.

У рамках дохідного підходу існує багато різноманітних методів оцінки товарних знаків (метод преміального прибутку, метод звільнення від роялті, економічний метод, метод на основі дисконтування майбутніх грошових потоків тощо). Всі вони мають певні особливості, але їх об'єднує:

- визначення економічного ефекту від використання об'єкта оцінки;
- прогнозування майбутніх грошових потоків, з урахуванням тривалості часу корисного використання товарного знака;
- приведення майбутніх грошових потоків до теперішньої вартості.

У загальному вигляді оцінка товарного знака на основі дохідного підходу передбачає такий розрахунок:

$$PV = \sum_{t=1}^n P_t \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{i_t}{100}\right)^t}, \quad (2)$$

де P_t — обсяг вигод, одержуваних за рахунок використання об'єкт оцінки в період t , грн; i_t — ставка дисконту, %; n — число періодів t , у яких передбачається одержання певних вигод.

В основі методу преміального прибутку (Premium profit) лежить постулат про те, що товар під розкрученою торговельною маркою можна реалізувати за більш високою ціною, ніж звичайний товар. Вартість товарного знака за такою методикою визначається на основі різниці в обсягах продажу таких товарів у грошовому еквіваленті, за умови, що обидва види товару реалізувалися за однаковою ціною. Суттєвим недоліком даного методу є складність знаходження аналога для здійснення такого порівняння.

Метод звільнення від роялті (the relief from royalty method) є досить поширеним при визначенні грошових потоків від використання торговельної марки. Відповідно до цього методу передбачається, що всі доходи підприємство отримує як економію сум, які необхідно було б заплатити, якби права на використання об'єкта оцінки належали іншому підприємству. Вартість товарного знака визначається як чиста приведена вартість усіх платежів роялті, отриманих його власником. Ставка роялті може бути визначена в результаті аналізу всіх доступних даних по ліцензійних платежах аналогічних товарних знаків. Основна складність — це визначення сум роялті. Фахівці вважають, що для такого немасового ринку, як ринок товарних знаків поняття «аналогічна угода» є досить умовним, тому що кожна угода є унікальною за своєю суттю.

Економічний метод базується на визначенні величини внеску торговельної марки в доходи підприємства, скорегованої на показник ринкової стійкості підприємства, який є співвідношенням ринкової ціни акцій до чистого прибутку підприємства на акцію. Цей метод доречно застосовувати за умов розвинутого фондового ринку. Однак складність полягає також і у виокремленні тієї частини доходу підприємства, яка забезпечується нематеріальними активами, зокрема торговельною маркою.

Метод на основі дисконтування майбутніх грошових потоків є найближчим за своєю суттю до основного призначення товарного знака — генерування протягом певного періоду додаткового потоку грошей, які додаються до основного продукту. Цей період є часом корисного використання об'єкта оцінки, протягом якого він гарантовано буде приносити підприємству дохід.

Отже, існують різні підходи і методи оцінки вартості товарного знака, але жоден із них не позбавлений недоліків. Тому в кожній конкретній ситуації використання певного підходу та методики повинно бути аргументовано обґрунтовано. Крім того, є очевидним, що використання декількох підходів дає змогу зробити більш точну оцінку і більш переконливо обґрунтувати підсумкову вартість об'єкта оцінки.

Незважаючи на те, що дохідний підхід в оцінці товарних знаків є найпопулярнішим, вважаємо доречним використовувати комплексний підхід,

який дає змогу узгодити результати отримані за допомогою різних підходів до оцінки. Тоді формула вартості знака для товарів і послуг матиме вигляд:

$$PV = a_1 \cdot PV_1 + a_2 \cdot PV_2 + a_3 \cdot PV_3, \quad (3)$$

де PV_1 — вартість товарного знака, розрахована за витратним підходом; PV_2 — вартість товарного знака, розрахована за ринковим підходом; PV_3 — вартість товарного знака, розрахована одним із методів дохідного підходу; a_1, a_2, a_3 — коефіцієнти значимості оцінки вартості знака для товарів та послуг, відповідно, за витратним, ринковим і дохідним підходами, при умові, що $a_1 + a_2 + a_3 = 1$.

Дані коефіцієнти можуть бути визначені експертним шляхом з урахуванням конкретної ситуації, повноти і достовірності вихідної інформації та цілей оцінки вартості знака для товарів і послуг.

Висновки

Сучасні вимоги інноваційної економіки підкреслюють важливість оцінки вартості знака для товарів і послуг як інтелектуального капіталу. Існують різні підходи та методики його оцінки, характеризуються певним перевагами, але мають і ряд недоліків. Методи оцінки вартості постійно вдосконалюються і пристосовуються до мінливих умов сьогодення. Комплексний підхід до процесу оцінки з урахуванням значущості того чи іншого підходу залежно від цілей оцінки забезпечує найбільш об'єктивний і виважений результат. Реальна вартість товарного знака дасть змогу підприємству-власнику стежити за зміною рівня лояльності споживачів до нього, проводити аналіз здійснюваних у нього витрат, а сам розмір цінової надбавки може служити своєрідним індикатором ефективності функціонування торговельної марки на ринку.

Література

1. *Аакер Д.* Создание сильных брендов: [пер. с англ.] / Д. Аакер. — Москва : Издательский дом Гребенникова, 2003. — 439 с.
2. *Бовин А.А.* Управление инновациями в организациях / А.А. Бовин, Л.Е. Чередникова, В.А. Якимович. — Москва : Омега-Л, 2006. — 415 с.
3. *Келлер К.Л.* Стратегический бренд менеджмент: создание, оценка и управление марочным капиталом / К.Л. Келлер. — Москва : Вильямс, 2005. — 704 с.
4. *П'ятак Т.В.* Оцінка вартості товарного знака (бренду) компанії / Т.В. П'ятак, В.О. Ігумнова // Вісник НТУ «ХП». Серія: Актуальні проблеми управління та фінансово-господарської діяльності підприємства. — Харків : НТУ «ХП». — 2013. — № 24(997). — С. 114—121.
5. *Смит Г.В.* Оценка товарных знаков: [пер. с англ.] / Гордон В. Смит. — Москва: ИД «Квинто-Консалтинг», 2010. — 384 с.
6. *Старов С.А.* Управление брендами: учебник / С.А. Старов; Высшая школа менеджмента СПбГУ. — Санкт-Петербург : Изд-во «Высшая школа менеджмента», 2008. — 500 с.
7. Стратегія ефективного брендингу / О.М. Азарян [та ін.]. Донецьк : Вебер (Донецька філія), 2009. — 280 с.
8. *Чернатони Л.* Брендинг. Как создать мощный бренд: учебник для ВУЗов / Л. Чернатони, М. МакДональд. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2006. — 559 с.
9. *Чухрай Н.* Товарна інноваційна політика: управління інноваціями на підприємстві: підручник / Н. Чухрай, Р. Патора. — Київ : КОНДОР, 2006. — 398 с.

FACTORS INFLUENCING THE QUALITY OF BAKERY PRODUCTS

Yu. Trush

National University of Food Technologies

Key words:

Management
Product
Enterprise
Quality
Factors

Article history:

Received 15.01.2018
Received in revised form
02.02.2018
Accepted 16.02.2018

Corresponding author:

Ю.Л. Труш

E-mail:

Yuliya633@ukr.net

ABSTRACT

Quality has a decisive impact on increasing demand and supply and the competitiveness of products, because the higher the demand for products, the higher the supply and competitiveness of the enterprise as a whole. Costs and the price of products will increase depending on its cost and profit ability level, and the greater the profit — the efficiency of production and profitability of the enterprise will be higher.

Taking into account all the requirements of the consumer to the product that would satisfy the needs of the market plays an important role in shaping the qualitative properties of the product that consumers want in the consumption process. So, quality depends on the intensity of scientific and technological progress, innovative activity on the introduction of the latest technologies of science and technology, qualifications of personnel, quality of raw materials, components, technical preparation and adjustment of equipment, tools, progressivity of scientific and technical documentation.

But most it depends on the effectiveness of the systems of material and moral incentives for the employees to improve the quality of products. This indicates that the quality of the final product really depends on a number of components which the manufacturer must constantly focus on. Among them there are following: definition of market needs (quality of consumer choice); product design quality; quality of raw materials that came into production; quality of production process; compliance of the quality of the final product with the requirements of the project; quality after sales service.

The main factors influencing the quality of bakery products in the quality management system at all stages of the product life cycle are considered, and take place at the forefront of its formation. The basic clustering of factors in the enterprises of bakery field and their effects on the quality of bakery products are investigated.

ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ХЛІБОБУЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Ю.Л. Груш

Національний університет харчових технологій

Якість має вирішальний вплив на підвищення попиту і пропозиції та конкурентоспроможність продукції, адже чим вищий попит на продукцію, тим вища пропозиція та конкурентоспроможність підприємства в цілому. Витрати й ціна на продукцію будуть зростати залежно від її собівартості та рівня рентабельності, а чим більшим буде прибуток — тим вищою буде ефективність виробництва й прибутковість роботи підприємства.

Урахування всіх вимог споживача до продукту, що б задовольняли потреби ринку, відіграють важливу роль при формуванні якісних властивостей продукту, які бажано отримати споживачі в процесі споживання. Отже, якість залежить від інтенсивності науково-технічного прогресу, інноваційної діяльності з впровадження новітніх технологій науки та техніки, кваліфікації кадрів, якості сировини, матеріалів, комплектуючих виробів, технічної підготовки і налагодження обладнання, інструментів, прогресивності науково-технічної документації.

Проте найбільше якість залежить від ефективності систем матеріального й морального стимулювання працівників за підвищення якості продукції. Це свідчить про те, що якість кінцевої продукції дійсно залежить від цілої низки складових, на яких виробник повинен постійно зосереджувати увагу. Серед них виділяють такі: визначення потреб ринку (якість вибору споживача); якість проектування продукту; якість сировини, яка надійшла у виробництво; якість процесу виробництва; відповідність якості кінцевої продукції вимогам проекту; якість після продажного обслуговування.

У статті розглянуто основні чинники, які впливають на якість хлібо-булочної продукції в системі менеджменту якістю на всіх стадіях життєвого циклу продукції і мають місце на всіх стадіях її формування. Досліджено основну класифікацію чинників на підприємствах хлібобулочної галузі та проаналізовано їх наслідки впливу на якість хлібобулочної продукції.

Ключові слова: *управління, продукт, підприємство, якість, чинники.*

Постановка проблеми. Значний вплив на якість способу життя має матеріальне середовище — якість товарів і послуг. У зв'язку з цим проблема якості продукції та послуг не втрачає своєї актуальності. Вона має стратегічний характер, а процес удосконалення якості залежить від багатьох чинників впливу. Він необхідний не тільки для отримання максимального прибутку від реалізації товарів, а, головне, для суспільства та забезпечення його інтересів в цілому. Тому саме аналіз чинників повинен здійснюватися для того, щоб оцінити економічні умови, до яких повинна адаптуватися система менеджменту якості на підприємствах хлібопекарської галузі в Україні та функціонувати паралельно з ними ефективно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання, пов'язані з аналізом чинників, які впливають на якість хлібобулочної продукції, завжди залишаються популярними серед науковців, аудиторів системи менеджменту якості, інших зацікавлених сторін. Їх постійне дослідження свідчить про те, що підприємство значною мірою залежить від чинників, вплив яких породжує внутрішні зміни в системі управління якістю. Вирішення таких питань дасть змогу створити надійне підґрунтя для ефективного управління якістю продукції. Доречно зазначити, що невирішеними залишаються питання, які потребують реалізації ефективних заходів з метою адаптації підприємства до постійних змін ринкового середовища.

Метою статті є обґрунтування основних чинників, які впливають на якість хлібобулочної продукції, а також аналіз і виявлення їх впливу на хлібобулочну продукцію.

Викладення основних результатів дослідження. Якість продукції значною мірою впливає на ефективність функціонування підприємств і залежить від великої кількості чинників організаційного, технічного, економічного, соціального та іншого характеру, які мають місце на всіх стадіях її формування: проектування–виробництво–споживання. Тому їх умовно можна поділити на групи залежно від характеру виробництва та сфери діяльності. Через розбіжності в поглядах існують різні підходи до класифікації чинників [3]. Однак єдиного переліку чинників у сучасних економічних джерелах не існує. Це впливає на подальші наукові експерименти і породжує інтерес дослідників до їх аналізу. Оскільки умови, від яких залежить виробництво продукції, мають тенденції до коливань, то чинники, які діють на якість, також змінюються.

Проведені дослідження на підприємствах з виробництва хліба та хлібобулочних виробів (виробничий цех № 10 ПАТ «Київхліб» і виробничий цех № 12 ПАТ «Київхліб») показали, що основні чинники, які впливають на якість хлібобулочних виробів у системі менеджменту якості, технічні, організаційні, соціально-економічні, правові. Так, на якість хлібобулочної продукції впливають рівень матеріально-технічної бази, якість сировини, якість роботи працівників, рівень організації виробництва, рівень контролю якості тощо.

Розглянемо вплив кожного із вищеперерахованих чинників, але зауважимо, що зазначений вище чинник — рівень контролю якості, окремо не виділений через відсутність однозначних даних на підприємствах галузі, яка досліджується. Він певною мірою впливає й на інші чинники та має тісний взаємозв'язок з ними. [1]. Отже, згрупуємо їх та відобразимо схематично в таблиці [3].

Рівень матеріально-технічної бази характеризується технічною готовністю обладнання до роботи, технологічною оснащеністю та рівнем обслуговування виробництва, а також ступенем його автоматизації. Аналіз досліджень показав, що цей чинник має вирішальне значення для забезпечення високої якості продукції, тому що він спричиняє в середньому 43% браку та дефектів [5].

За 2012—2014 рр. динаміка цього чинника на підприємствах, які виробляють хлібобулочну продукцію, змінювалася постійно. Так, наприклад, в

2012 році спостерігався ріст втрат, а потім різкий спад. Це обумовлено технічним переоснащенням виробництва, починаючи з кінця 2012 року, після чого втрати внаслідок низького рівня роботи обладнання помітно зменшилися. Незважаючи на це, на даний момент рівень розглянутого чинника залишається високим — 31,8%, що пов'язано з моральним і фізичним зносом обладнання [7].

Таблиця. Чинники впливу на якість хлібобулочної продукції

Чинники впливу на якість хлібобулочних виробів	Характеристика чинників
Рівень матеріально-технічної бази	Технологічне оснащення, автоматизація виробництва, технологічне обслуговування, знос виробництва.
Якість сировини	Відповідність нормативним вимогам, умови зберігання, умови транспортування.
Якість роботи працівників	Трудова дисципліна, відношення до роботи, рівень кваліфікації кадрів, технологічна дисципліна.
Рівень організації виробництва	Структура виробництва, умови праці, ритмічність і своєчасність поставок сировини, методи стимулювання праці.
Рівень контролю якості	Організація роботи підрозділів, відповідальність за якість, засоби контролю, оперативність, систематичність, надійність.
Інші чинники	Виробництво експериментальних партій нової продукції, апробація нової продукції.

Якість роботи працівників включає перш за все рівень кваліфікації персоналу, задіяного у виробництві продукції, досвід роботи, професійну майстерність кадрів, а також загальне ставлення до роботи і зацікавленість у високих результатах, підвищення рівня кваліфікації, дотримання трудової та технологічної дисципліни, наявність високої культури виробництва.

Ступінь впливу цього чинника також високий, а на втрати від нього припадає від 26% до 36% загального браку, причому в останні роки спостерігається ріст таких втрат. Так, наприклад, у 2013 році він мав найбільше значення за останні роки, і воно переважає рівень технічного [6].

Дослідження складу та кваліфікації робочого персоналу показало, що на підприємствах, які виробляють хлібобулочну продукцію, почали приділяти більше уваги підвищенню кваліфікації кадрів (більшість працівників підвищують свій рівень кваліфікації в процесі роботи). Велика кількість дефектів і браку при цьому пов'язана з недостатнім контролем технологічного процесу виробництва, що проявляється в порушенні рецептури виробів, неповній вазі та неправильній формі для випікання, неуважності на робочому місці та низькому контролю за роботою обладнання. Збільшення таких дефектів свідчить про низький рівень процесу контролю над виробництвом, що в кінцевому результаті впливає на якість готової продукції.

Рівень організації виробництва характеризує ефективну організацію виробничого процесу в цілому, включаючи структуру виробництва, умови праці,

своєчасне надходження сировини та матеріалів, безперебійність роботи обладнання, а також методи матеріального й морального стимулювання праці.

Частка цього чинника в структурі втрат від браку з 2012 по 2014 рік коливався від 11 до 17%. Найбільшого значення він досяг у 2013 році, після чого зменшився.

За оцінкою спеціалістів, які працюють на досліджуваних підприємствах хлібобулочної галузі (виробничий цех № 10 ПАТ «Київхліб» і виробничий цех № 12 ПАТ «Київхліб»), рівень організації виробництва досить високий, забезпечена своєчасність поставок сировини, безперебійність роботи обладнання, необхідні умови праці. Поява дефектів обумовлена частково зовнішніми причинами — проблема доставки сировини, і більшою мірою — невисоким рівнем контролю якості робіт.

Такі причини мають прямий вплив на організацію виробництва, і тому відбувається більшість випадків браку, а зменшення рівня контролю над якістю робіт, як і в попередньому чиннику, призводить до його зростання. Цей чинник впливає на систему менеджменту та якість продукції взагалі. Тому необхідно відстежувати та враховувати зміни, які він викликає, спостерігати і звертати увагу керівництву підприємства [2].

Чинник «Якість сировини». Основною сировиною для виробництва хлібобулочної продукції на підприємствах є борошно, якість якого, за оцінкою спеціалістів підприємства, на 70% визначає якість готової продукції.

На підприємствах, що виробляють хліб і хлібобулочні вироби, рівень впливу цього чинника на дефектність продукції відносно невисокий — не перевищує 12% [8]. Це пов'язано з високою ефективністю вхідного контролю сировини: перевіряє кожна партія сировини, навіть якщо остання купується у відомих, з позитивною репутацією постачальників. Незважаючи на високу якість сировини, окремі партії, які містять приховані дефекти та властивості, що проявляються в процесі надходження у виробництво, в подальшому можуть стати причиною браку. Таке явище трапляється рідко, але щоб запобігти його появі, служба матеріально-технічного повинна регулювати постачання.

Остання група чинників об'єднує чинники, які не ввійшли в попередні групи та пов'язані в основному з виробництвом випробуваних партій нової продукції або апробацією нових видів сировини. В середньому цей чинник є причиною браку в 3,5 випадках із 100, що несуттєво порівняно з впливом інших та виправдано технологічним процесом виробництва.

Таким чином, із сукупності чинників, що впливають на якість хлібобулочної продукції, першочерговими необхідно вважати чотири чинники, а також чинник контролю якості, який відіграє значну роль для забезпечення високої якості продукції та має безпосередній вплив на інші. Доцільно при цьому підвищувати рівень матеріально-технічної бази виробництва, раціонально своєчасно поновлювати старе та зношене обладнання, систематично покращувати технологічне оснащення виробництва, тому що це найбільше впливає на якість виробів.

Зазначимо, що важливо спрямовувати зусилля на підвищення якості роботи працівників, їх кваліфікацію та професійні навички, дотримуватися трудо-

вої дисципліни. З огляду на це не менш важливими є такі чинники: покращення організації праці, забезпечення безперервного технологічного циклу виробництва. Отже, саме технологам і майстрам потрібно покращувати організацію праці та дотримуватися технологічної дисципліни постійно [8]. Необхідно посилювати контроль за якістю сировини, процесом виробництва, а також підвищувати забезпечення координації контролю на кожному етапі виробничого циклу з підсумковим контролем якості готової продукції, що дасть змогу запобігти появі браку та дефектів. Ефективність такої пропозиції пов'язана з роботою підрозділу, що відповідає за якість. Через це необхідно збільшити його чисельність і покращити організацію роботи в напрямку комплексного контролю.

Отже, для зменшення втрат від браку та підвищення ефективності управління якістю даної продукції необхідно покращити умови пристосування системи управління якістю до постійно змінних основних чинників, що впливають на якість, та зосередитися на усуненні дефектів [9].

Аналіз чинників, що впливають на якість продукції, дає змогу виявити такі основні закономірності управління якістю в системі менеджменту, що демонструють надійні, систематичні причинно-наслідкові зв'язки між ними.

По-перше, це ступінь відповідності якості продукції технічному рівню виробництва та стану матеріально-технічної бази. Тобто якість продукції знаходиться в прямій залежності від цього чинника: чим вищий технічний рівень виробництва, тим більш високоякісна продукція буде вироблятися. А подальше удосконалення якості продукції пов'язане з підвищенням рівня виробництва за рахунок модернізації обладнання, впровадження нових технологій і зміцнення матеріально-технічної бази в цілому [4].

По-друге, залежність якості продукції від рівня організації виробництва та пов'язаної з нею якості виконання робіт. Цей чинник важко переоцінити, тому що він відіграє важливу роль, як і технічний чинник. Тож чим краще та ефективніше організовано технологічний процес, забезпечено його безперебійність, необхідні умови, тим вищою буде якість виконання робіт і менше дефектів і браку на підприємстві.

По-третє, взаємозв'язок і пряма залежність рівня якості виконуваних робіт та виготовленої продукції від рівня кваліфікації кадрів [10]. А саме: чим вищий рівень кваліфікації кадрів, тим більш високого рівня якості продукції можна досягнути при інших чинниках (якість сировини, матеріалів, технології виробництва).

У такій ситуації одним із основних напрямків підвищення якості продукції є підвищення кваліфікації кадрів, трудової й технологічної дисципліни та контролю якості за виготовленою продукцією [7].

Важливою також є ще одна закономірність, пов'язана із забезпеченням високої якості, а точніше, із безперебійністю та комплексністю контролю якості за всіма напрямками: вхідний контроль сировини, контроль технологічного процесу виробництва, готової продукції, продукції після випуску її з виробництва. Чим вища частота та комплексність контролю, тим вища якість кінцевої продукції [9].

Отже, необхідно враховувати всі закономірності при управлінні якістю продукції та плануванні заходів для її підвищення. Матеріали та інформацію про аналіз чинників необхідно доводити до відома персоналу з управління та використовувати при розробці планів організаційно-технічних заходів для підвищення якості продукції, а отже, й ефективності виробництва. Крім того, об'єми та причини браку потрібно вивчати у всіх цехах і відділах підприємства з метою запобігання їх повторенню.

Висновки

Отже, на якість продукції підприємств хлібобулочної галузі, як і на якість продукції підприємств іншої галузі, постійно впливають різні чинники. Тож якість безперервно залежить від них. Цю закономірність необхідно враховувати при управлінні та плануванні заходів щодо її підвищення для ефективної діяльності підприємства.

Аналіз чинників, які впливають на якість хлібобулочної продукції в системі менеджменту якості, повинен проводитися систематично. Це дає змогу виявити ряд потенційно можливих загроз, прискорити їх усунення та мінімізувати негативний вплив на систему управління якістю хлібобулочної продукції, і, як наслідок, задовольнити всі вимоги споживачів, тому що споживач оцінює якість продукції з точки зору потреб, які для нього першочергові та вкрай необхідні.

Отже, головним стереотипом для підприємств-виробників хлібобулочної продукції є виготовлення продукції більш вищої якості порівняно з конкурентами з метою отримання максимального прибутку та закріплення позитивної репутації серед споживачів.

Література

1. *Алексєєв І.В.* Економічний механізм управління розвитком підприємства / І.В. Алексєєв та інші. — Львів : Світ, 2008. — 354 с.
2. *Гнатенко П.А.* Практичні аспекти планування якості / Методи менеджменту якості. — 2008. — № 6. — С. 22—27.
3. *Кабаков Ю.Б.* Розробляємо і впроваджуємо СМЯ: крок за кроком / Хлебопекарское и кондитерское дело. — 2007. — № 5. — С. 54—56.
4. *Кочетов В.В.* Методи оцінки конкурентоспроможності продукції і виробництва / Стандарти і якість. — 2007. — № 7. — С. 62—64.
5. *Мельник Ю.Ф.* Основи управління безпечністю харчових продуктів : навч. посіб. / Ю.Ф. Мельник, В.М. Новиков, Л.С. Школьник. — Київ : Вид-во Союзу споживачів України, 2007. — 297 с.
6. Управління якістю: Навчальний посібник / Р. Бичківський. — Львів : ДУ «Львівська політехніка», 2008. — 329 с.
7. Формування продовольчої безпеки в Україні: регіональний аспект / В.М. Микитюк, О.В. Скидан. — Житомир : ДАУ, 2007. — 248 с.
8. *Федотов Л.В.* Інтеграція і стандартизація провесно-орієнтованих систем менеджменту / Методи менеджменту якості. — 2005. — № 12. — С. 20—22.
9. *Юшин С.О.* Методологічні підвалини взаємодоповнення інноваційно-інвестиційної моделі розвитку та системи управління якістю // Економіка: проблеми теорії та практики: Збірник наукових праць. — Випуск 258: в 4-х т. — Т. 2. — Дніпропетровськ : ДНУ, 2009. — С. 569—575.
10. *Юшин С.О.* Інноватизація та стандартизація аграрного сектора економіки у ринкових координатах: теорія та право // Науковий вісник Національного аграрного університету. — Київ : 2008. — Вип. 131. — С. 20—26.

УДК: 663.9:641.87:338.439.5(477)

PECULIARITIES OF THE DOMESTIC COFFEE MARKET MICRO-SEGMENTATION

O. Holovan, O. Oliynyk, K. Serbinenko

Zaporizhzhia National University

M. Oliynyk

Taras Shevchenko National University of Kyiv

Key words:

Segmentation
Positioning
Coffee
Microsegmentation
Market niche
Survey

Article history:

Received 16.01.2017
Received in revised form
31.01.2017
Accepted 14.02.2017

Corresponding author:

O. Oliynyk
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

An approach to microsegmentation of the domestic coffee market has been proposed in the article. It involves the separation of consumers into groups, similar in their characteristics, using a number of criteria (geographic, psychological, behavioral). To achieve this goal, an array of initial data has been generated and identification of the necessary indicators, that are suitable for the microsegmentation process, has been carried out.

The coffee market research has revealed that geographic and demographic segmentation criteria are most commonly used in the b2b sector due to the specifics of the product — coffee that has been grown in certain areas, has special flavor coloration.

The analysis of primary data in sector b2c has found that, despite the rather low purchasing power of the population, there is an increase in the culture of coffee consumption: potential consumers prefer the highest quality beverage — natural coffee from selected grains of medium and higher average price segments.

The research has shown that coffee makers should pay particular attention to consumers who do not have the appropriate equipment for making natural coffee at home, but want to get a quality drink. The survey has indicated that more than one third of respondents have formed loyalty to certain coffee brands that are presented in the domestic market. Thus, domestic producers have a chance to find its niche.

The obtained results can be used by enterprises which are operating in this market to search for market niche and optimize marketing strategies in order to further improvement of the company's performance by increasing the competitiveness of the products offered in certain segments.

Prospects for further study are to determine the features of macrosegmentation of the coffee market and the development of the results of microsegmentation in the direction of quantitative analysis of the potential coffee market.

DOI: 10.24263/2225-2924-2017-24-1-11

ОСОБЛИВОСТІ МІКРОСЕГМЕНТАЦІЇ ВІТЧИЗНЯНОГО РИНКУ КАВИ

О.О. Головань, О.М. Олійник, К.Г. Сербіненко

Запорізький національний університет

М.О. Олійник

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

У статті запропоновано підхід до мікросегментування на вітчизняному ринку кави, що передбачає поділ споживачів на групи, спільні за своїми характеристиками, за допомогою низки критеріїв (географічних, психографічних, поведінкових). Для досягнення поставленої мети здійснено формування масиву вихідних даних та ідентифікацію необхідних показників, придатних для процесу мікросегментації.

Дослідження ринку кави виявило, що у секторі b2b найбільш значимими є географічні та демографічні критерії сегментації, що обумовлено специфікою пропонованої продукції — кави, що була вирощена у певній місцевості, має особливу смакову забарвленість.

Проведений аналіз первинних даних у секторі b2c виявив, що, незважаючи на досить низьку купівельну спроможність населення, спостерігається підвищення культури споживання кави: потенційні споживачі віддають перевагу саме якісному напою — натуральній каві з відібраних зерен середнього та вище середнього цінових сегментів.

Дослідження показало, що виробники кави повинні звернути особливу увагу на споживачів, що не мають відповідного обладнання для приготування натуральної кави вдома, але бажають отримувати якісний напій. Опитування респондентів виявило, що більше третини з них не мають сформованої прихильності та лояльності до певних брендів кави, представлених на вітчизняному ринку, тобто вітчизняні виробники мають шанс зайняти свою нішу.

Отримані результати можуть бути використані підприємствами, що діють на цьому ринку, для пошуку ринкової ніші та оптимізації стратегій маркетингу з метою подальшого підвищення ефективності роботи компанії за рахунок зростання конкурентоспроможності пропонованої продукції на визначених сегментах.

Перспективи подальшого дослідження полягають у визначенні особливостей макросегментації ринку кави та розвитку отриманих результатів мікросегментування в напрямку кількісного аналізу потенційного ринку кави.

Ключові слова: сегментація, позиціонування, кава, мікросегментування, ринкова ніша, опитування.

Постановка проблеми. Вітчизняний ринок натуральної кави має високий потенціал. Однак він, поряд з іншими вітчизняними ринками, останнім часом зазнав значної трансформації під впливом зміни низки факторів. Серед основних факторів, що позитивно впливають на обсяги реалізації цієї продукції, слід відзначити розвиток культури споживання кави, а також відповідної інфраструктури ринку, розширення пропозиції доступних за ціною побутових кавамашин тощо. Проте досліджуваний ринок відчуває негативний вплив через скорочення

планованих видатків поціновувачів кави на придбання цієї продукції, що обумовлено скороченням доходів, зменшенням пропозиції якісної доступної кави в зернах від країн-виробників через екологічні та природні проблеми тощо.

Серед основних дійових осіб ринку можна виокремити кінцевих споживачів кави (b2c), сектор HoReCa (b2b), посередників — торговельних агентів, що пропонують каву та чай різної якості в супермаркетах і торговельних центрах; компанії, які самостійно імпортують зерно кави та її мікси з метою подальшої обробки та реалізації на ринку під власною торговельною маркою, інші гравці. Тож перспективи розвитку попиту на елітні сорти кави пов'язані не тільки зі зміною майнових характеристик споживачів, але й із формуванням відповідних потреб і переваг, що, у свою чергу, вимагає поглибленого вивчення поведінкових і психологічних характеристик споживачів елітного напою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі становлення вітчизняного товарного ринку актуалізуються дослідження, що допомагають його розвитку та ефективному функціонуванню. Серед таких досліджень одне з провідних місць посідає аналіз теоретичних і практичних аспектів сегментації. Питання сегментації на різних ринках досліджувались численними вітчизняними та зарубіжними дослідниками. Так, теоретичні засади методів і підходів до сегментування вивчались О.В. Куденко [1]. З практичної точки зору сегментацію розглядали Р.Р. Угнівенко [2], Ю.І. Гайда та Т.О. Сліпченко [3], які вивчали особливості продуктової та географічної сегментації на ринку банківських продуктів і послуг. В.Л. Кізима [4] розглядав сегментацію за сприйняттям вітчизняного туристичного продукту. На ринку швидкого харчування дослідження проводили Л.О. Попова, Т.Л. Міт'яєва, А.В. Лозинська [5—6]; Т. Подвірна [7], Р. Дудяк та Р. Хірівський [8], Г. Заячківська [9] фокусувались на відмінностях процесу сегментації на світовому ринку. Проте дослідниками недостатньо уваги приділено вивченню аспектів мікросегментації на перспективному для подальшого розвитку ринку кави.

Метою статті є визначення перспективних для подальшого розвитку вітчизняними виробниками сегментів ринку кави за рахунок його мікросегментування.

Для досягнення поставленої мети у статті було здійснено формування масиву вихідних даних та ідентифікацію необхідних показників, придатних для процесу сегментації. Отримані дані проаналізовано за допомогою методів економетричного аналізу та багатомірного шкалування.

Викладення основних результатів дослідження. Методика сегментування ринку — це один з інструментів стратегічного маркетингового планування, який передбачає проведення маркетингових досліджень і виокремлення цільових споживачів, а також потенційні ринкові «вікна», де споживачі відчувають нестачу уваги з боку виробників та постачальників товарів і послуг. За допомогою цієї методики відбувається структурування ринку з використанням різноманітних критеріїв, які традиційно поділяються на географічні, демографічні, психографічні та поведінкові.

Різні за профілем компанії використовують для пошуку потенційних клієнтів комплексно диференційовані критерії сегментації. Так, на ринку b2b найвищу результативність виявляють географічні та демографічні критерії сегментації. Для вітчизняного ринку кави використання тих або інших критеріїв сегментації потребує подальшого дослідження.

Використання географічних критеріїв сегментації актуалізується для ринку b2b за рахунок специфіки пропонованої на ньому продукції. Так, кава, що була вирощена в певній місцевості, має специфічну смакову забарвленість (рис. 1). Карта позиціонування за смаковими характеристиками була побудована за даними експертних дегустацій для таких країн-походження: Ефіопія, Кенія, Колумбія, Гватемала.

Для забезпечення конкурентоспроможної роботи на ринку b2c компанії повинні використовувати весь спектр критеріїв мікросегментації. Для визначення з практичної точки зору найефективніших з них було складено лист опитування, спрямований на цільову аудиторію міських мешканців, які споживають каву. В опитуванні взяло участь 70 осіб віком від 18 до 77 років. Переважну кількість склали (73%) студенти вищих навчальних закладів віком від 18 до 24 років, які споживають каву щодня (71%).



Рис. 1. Карта позиціонування кави за смаковими характеристиками

Респонденти зазначили, що кава для них — це смачний напій (38%), який бадьорить (27%), допомагає в спілкуванні (13%) та є їхнім стилем життя (13%) (рис. 2).



Рис. 2. Мотиви споживання кави, %

Обираючи каву, споживачі передусім звертають увагу на смак (34%) та аромат (21%), і тільки третє місце посідає співвідношення «ціна-якість» (16%) (рис. 3).

Споживач, який стикнувся з неприємним смаком у подальшому відмовиться від купівлі неякісної продукції — відсутність неприємного післясмаку, який є характерною ознакою неякісної кави, як важливий критерій обрання пропонованої продукції зазначили 12% респондентів (рис. 3).

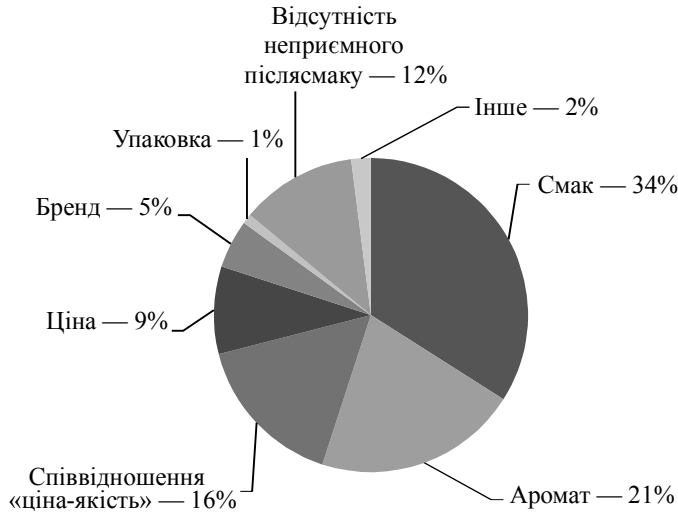


Рис. 3. Структура критеріїв обрання кави

Отже, більшість опитуваних позитивно вмотивовані до споживання саме смачного напою, що обумовлено визначеними вище психографічними та поведінковими критеріями сегментації, на які повинна звернути увагу фірма-виробник кави.

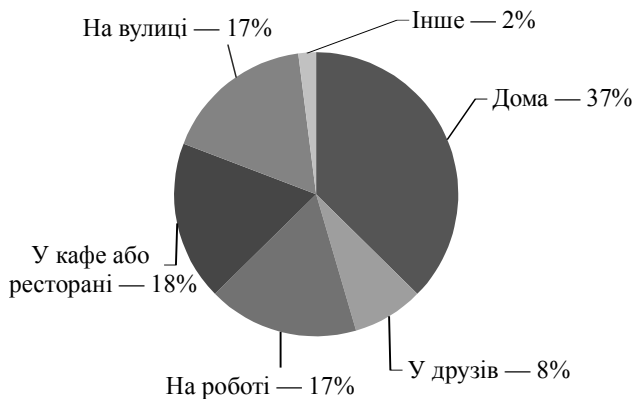


Рис. 4. Структура споживання кави за місцем споживання, %

Дослідження виявило, що 45% респондентів споживають каву в домашніх умовах: дома (37%) та у друзів (8%) (рис. 4). Наступним за популярністю

місцем споживання кави є сектор HoReCa — кафе та ресторани (18%); рівними за частками є кава на винос і споживання в офісі (по 17%). Отже, виробники кави повинні звернути особливу увагу на споживачів, що не мають відповідного обладнання для приготування натуральної кави вдома, але бажають отримувати якісний напій.

Проведене опитування виявило, що майже 35% споживачів не мають сформованої прихильності та лояльності до певних брендів кави, представленої на вітчизняному ринку, що є потенційною нішою для виробників кави на цьому ринку.

Інші 65% респондентів мають певні прихильності (рис. 5). Так, найбільшу кількість лояльних споживачів мають торговельні марки, які підтримуються на вітчизняному ринку відомими транснаціональними корпораціями — LAVAZZA (28%) та JACOBS (26%). Це підтверджує ефективність їхньої стратегії глобального маркетингу та мікросегментації на локальному українському ринку.

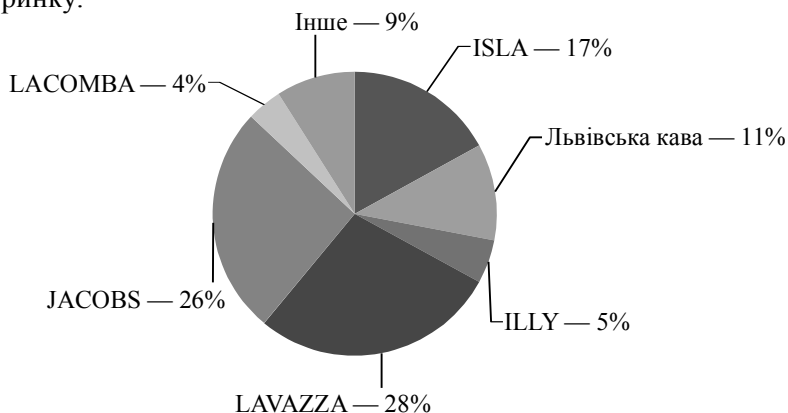


Рис. 5. Лояльність споживачів до брендів кави, наявних на вітчизняному ринку, %

Вітчизняні торговельні марки ISLA та «Львівська кава» отримали прихильність 17% та 11% споживачів відповідно, що підкреслює важливість подальшої роботи з клієнтами їх служб маркетингу щодо формування лояльності до цих брендів.

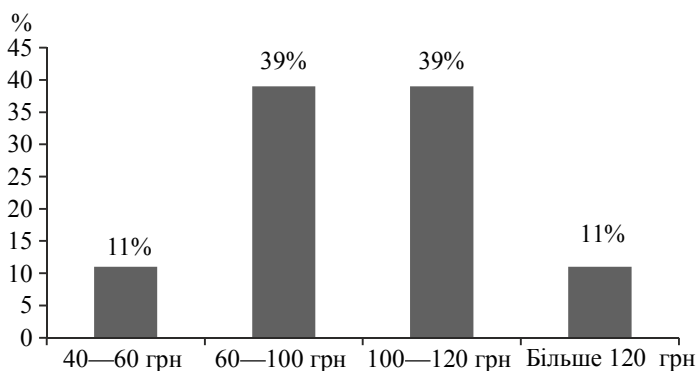


Рис. 6. Цінова сегментація ринку кави

Як виявило дослідження, найбільш популярними ціновими сегментами є сегмент 60—100 грн за пачку вагою 200 г та сегмент 100—120 грн за аналогічну пачку. Це підкреслює готовність споживачів купувати каву за достатньо високими цінами, враховуючи, що близько 11% готові віддати за напій більше 120 грн за пачку (рис. 6). При цьому рівень доходу споживачів, що брали участь в опитуванні, коливається в інтервалі від 3 200 до 6 000 грн на місяць (76%).

Отже, вітчизняні виробники повинні враховувати, що споживачі готові купувати якісний напій, який можна приготувати вдома, від відомої торговельної марки за цінами вище за середні. Це і є перспективна для розвитку ніші на ринку кави.

Висновки

Сегментація ринку є складним і багатоетапним процесом, що передбачає проведення макро- та мікросегментації. Пропоноване дослідження фокусується саме на мікросегментації, яка передбачає визначення її попередніх параметрів, саме поділ споживачів на групи та подальший вибір цільових сегментів і ринкових ніш.

На стадії мікросегментації вивчається обраний товарний ринок з метою з'ясування основних характеристик його споживачів. На цій стадії необхідно обрати цільовий сегмент, більш докладно його проаналізувати за складом і особливостями реакції споживачів на стимули маркетингу.

Проведений аналіз первинних даних виявив, що вітчизняний ринок кави має такі характеристики: по-перше, незважаючи на досить низьку купівельну спроможність населення, спостерігається підвищення культури споживання кави. Так, потенційні споживачі віддають перевагу саме якісному напою — натуральній каві з відібраних зерен середнього цінового сегменту. По-друге, майже третина споживачів не мають сформованих уподобань стосовно кавових брендів.

На основі проведених маркетингових досліджень та отриманої первинної інформації про споживачів було визначено потенційні ринкові «ніші», які необхідно зайняти вітчизняним виробникам кави, що планують збільшити ринкову частку та ефективність реалізації стратегій маркетингу за рахунок підвищення конкурентоспроможності пропонованої продукції.

Перспективи подальшого дослідження полягають у визначенні особливостей макросегментації ринку кави та розвитку отриманих результатів мікросегментування в напрямку кількісного аналізу потенційного ринку кави.

Література

1. Куденко О.В. Критичний аналіз методів та підходів до сегментування ринку / О.В. Куденко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Економічні науки. — Випуск 8. Частина 3. — 2014. — С. 79—82.
2. Угнівенко Р.Р. Продуктова та географічна сегментації ринку банківських продуктів і послуг в Україні / Р.Р. Угнівенко // Глобальні та національні проблеми економіки. — Випуск 7. — 2015. — С. 757—762.

3. *Гайда Ю. І.* Сегментація ринку стоматологічних послуг в Україні за географічним принципом / Ю.І. Гайда, Т.О. Сліпченко // *Економічний аналіз: зб. наук. праць / Тернопільський національний економічний університет; редкол.: О.В. Ярошук (голов. ред.) та ін. — Тернопіль, 2017. — Том 27. — № 1. — С. 18—27.*
4. *Кізіма В.Л.* Сегментація ринку споживачів за сприйняттям вітчизняного туристичного продукту / В.Л. Кізіма // *Журнал науковий огляд. — 2015. — № 3(24). — С. 5—10.*
5. *Міт'яєва Т.Л.* Використання результативної сегментації для визначення потреб на ринку швидкого харчування / Т. Л. Міт'яєва // *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. — № 1(52). — 2012. — С. 179—183.*
6. *Попова Л.О.* Особливості маркетингу на ринку продуктів швидкого приготування / Л.О. Попова, Т.Л. Міт'яєва, А.В. Лозинська // *Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. — 2015. — Вип. 1. — С. 277—288 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/esprstp_2015_1_29.*
7. *Подвірна Т.* Маркетингова сегментація на світових ринках / Т. Подвірна // *Галицький економічний вісник. — 2012. — № 6(39). — С.169—174.*
8. *Дудяк Р.* Маркетингова сегментація світового ринку молокопродуктів / Р. Дудяк, Р. Хірівський // *Аграрна економіка. — 2015. — Т. 8, № 3—4. — С. 44—51.*
9. *Заячківська Г.* Критерії сегментування ринку міжнародних туристичних послуг / Г. Заячківська // *Економічний аналіз. — 2011. — Вип. 9. — Ч. 3. — С. 115—118.*

УДК 331.103 : 631.145 (477)

PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT OF HUMAN RESOURCES MANAGEMENT SYSTEM IN THE AGRICULTURAL SECTOR OF ECONOMY

L. Zakrevska

National University of Food Technologies

Key words:

*Human resources
management
Human resource
Model
Agricultural sector
Social orientation*

Article history:

Received 17.01.2018
Received in revised form
30.01.2018
Accepted 12.02.2018

Corresponding author:

L. Zakrevska

E-mail:

absolytkamilka@gmail.com

ABSTRACT

The article investigates perspectives of development of human resources management system in the agricultural sector of economy, reveals a number of shortcomings in the work of agricultural enterprises. It is justified that personnel management on medium and small agrarian enterprises is realized through systematic influence on the behavior of the staff of the organization and the relationship between them. It is set that the most effective tool for activating the personnel, professional growth with the focus on the development of companies is the material and moral motivation of labor. It is justified that administrative motivation that is based on the discipline of labor does not perform its function. A model of socially-oriented management of the personnel of the agricultural sector of the economy is developed. It includes the following steps: assessment of the work of the company with the personnel; study of personnel movement; substantiation of measures for improvement of the personnel management process; determining the dynamics of qualitative and quantitative indicators of the enterprise.

The practical application of this model will enable to identify problems in motivating employees and find out the real causes of staff movement, find real reserves of influence on the work of employees to improve the results of work and socio-economic indicators of agricultural enterprises. If success is not reached one of the following steps should be reviewed. The obtained results should be based on the study of the causes of labor movement at specific agricultural enterprises. Determining the consequences of a shortened reproduction of the staff will enable the management of the company to justify and take measures that will positively affect the results of the company.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-12

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ ЕКОНОМІКИ

Л.М. Закревська

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено перспективи розвитку системи управління персоналом в аграрному секторі економіки, виявлено ряд недоліків у роботі

сільськогосподарських підприємств. Обґрунтовано тезу, що управління персоналом, яке здійснюється на середніх та малих аграрних підприємствах, реалізується через планоірний і систематичний вплив на поведінку членів колективу організації та відносини між ними. Визначено, що найбільш дієвим інструментом, що сприяє активізації діяльності персоналу, професійному зростанню з орієнтацією на розвиток компанії, є матеріальна та моральна мотивація праці. З'ясовано, що адміністративна мотивація, заснована на дисципліні праці, відповідальності працівника, використанні різних форм дисциплінарного покарання, свою функцію повною мірою не виконує. Розроблено модель соціально орієнтованого управління персоналом аграрного сектору економіки, яка включає в себе поступове проходження декількох етапів: оцінку роботи підприємства з персоналом; дослідження руху персоналу; обґрунтування заходів для удосконалення процесу управління персоналом; визначення динаміки якісних та кількісних показників роботи підприємства.

Практичне застосування даної моделі дасть змогу не лише виявити проблеми у мотивації праці працівників і визначити реальні причини їх руху, але й віднайти реальні резерви впливу на їх діяльність з метою покращення як результатів їх роботи, так і соціально-економічних показників діяльності сільськогосподарських підприємств. Якщо успіху досягнути не вдалося, слід переглянути якийсь із наведених етапів, виявити реальні недоліки в управлінні персоналом і врахувати їх у подальшій діяльності. Отримані результати потрібно покласти в основу дослідження причин руху робочої сили на конкретних сільськогосподарських підприємствах. З'ясування проблем, які стали наслідком звуженого відтворення персоналу, дасть змогу керівництву компанії обґрунтувати і вжити заходи, які б позитивно позначились на результатах роботи підприємства.

Ключові слова: управління персоналом, людський ресурс, модель, аграрний сектор, соціальна орієнтація.

Постановка проблеми. Однією з ключових проблем, вирішення якої забезпечить зростання економіки країни, є формування соціально орієнтованої моделі взаємодії суб'єктів ринкових відносин. Більшість сфер діяльності сучасних підприємств пов'язана з товарно-грошовими операціями. Проте майбутнє нашої держави — у підтримці існуючих виробничих підприємств і створення належних умов для функціонування новостворених. Особливу увагу в даному сенсі потрібно приділяти розвитку агропромислових формувань, основним ресурсом яких є люди. Забезпеченість людськими ресурсами, ефективне управління ними — основні завдання, що повинні ставити перед собою успішні аграрні підприємства. Велику увагу слід приділяти також і соціалізації процесу управління, яка передбачає формування відносин між керівниками підприємств і персоналом на основі взаємної відповідальності та спільної участі в управлінні господарською діяльністю.

На сучасному етапі управління персоналом, засноване на контролі, прогнозуванні змін і визначенні тенденцій, не в повній мірі відповідає вимогам

часу. Мінливість зовнішнього середовища підприємства, відсутність практичного досвіду щодо розв'язання сучасних ринкових проблем у менеджерів не дають змоги використовувати в управлінні типові рішення.

Потреба в удосконаленні підходів щодо економічно обґрунтованого управління персоналом в аграрному секторі економіки зумовлена несприятливою демографічною ситуацією на селі, низькокваліфікованим управлінням персоналом, погіршенням мотивації праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для дослідження різних аспектів стратегічного управління персоналом важливе теоретичне і методологічне значення мають праці І. Ансоффа, М. Армстронга, П. Бойдаченка, В. Винокурова, О. Виханського, І. Герчикової, Р. Гріффіна, Г. Десслера, П. Дойля, П. Друкера, Дж. Квіна, Дж. Кейнса, А. Кібанова, Л. Кларка, А. Маршала, А. Маслоу, М. Мескона, Г. Мінцберга, Н. Олдрича, М. Портера, Л. і С. Спенсери, В. Стівенсона, А. Томпсона, Е.Чендлера та ін.

Над проблемами управління персоналом суб'єктів господарювання працювали і вітчизняні вчені-економісти, серед яких слід відмітити здобутки В. Андрійчука, В. Белошапка, Д. Богині, В. Василенко, В. Вітвіцького, М. Виноградського, О. Грішнєвої, С. Гудзинського, В. Дієспєрова, Г. Дмитренко, Д. Доманчука, А. Колота, В. Колпакова, Ю. Краснова, М. Кропивко, Г. Купалової, О. Крушельницької, Е. Лібанової, І. Лотоцького, С. Лучик, П. Макаренко, М. Маліка, Л. Мармоль, І. Маслової, М. Немцова, В. Петюха, В. Рябоконея, П. Саблука, Г. Щєкіна, З. Шершньової, О. Шкільова, О. Шпикуляка, В. Юрчишина, К. Якуби та ін.

Проте значна частина проблемних питань цієї складної і багатогранної проблеми потребує більш докладного вивчення, що й зумовило вибір напряму дослідження.

Метою статті є обґрунтування перспектив розвитку системи управління персоналом в аграрному секторі економіки на основі формування соціально орієнтованої моделі.

Викладення основних результатів дослідження. Більшість проблем, які виникають у сучасному аграрному середовищі, лежать в площині неналежної організації функціонування управлінської системи. Керівники аграрних підприємств, більшою мірою, велику увагу приділяють вирішенню актуальних фінансових, технічних та інших виробничо-господарських проблем [1, с. 205]. Проте очікувані результати насамперед залежать від якості організації роботи персоналу, його вмотивованості та соціальної орієнтації.

Заходи з управління персоналом мають підпорядковуватись цілям діяльності підприємств у поєднанні з потребами та інтересами працівників. Їх налагодження підвищить віддачу всіх наявних виробничих та фінансових ресурсів і поліпшить соціально-економічні показники роботи сільськогосподарських підприємств [2, с. 382].

Враховуючи те, що праця в аграрному секторі економіки характеризується рядом особливостей, насамперед залежністю трудового процесу від природних умов, сезонністю аграрної праці, відсутністю гнучкості попиту на основні продукти аграрного виробництва тощо, процес розвитку

мотивації в агропродуктовому комплексі повинен урахувати цю специфіку [3, с. 29].

Для формування соціально орієнтованої моделі взаємодії суб'єктів ринкових відносин варто також враховувати розміри агропромислових формувань. Підприємства залежно від кількості працюючих та обсягу валового доходу від реалізації продукції за рік можуть бути віднесені до малих, середніх або великих підприємств [4]. Цей поділ зумовлює формування особливих соціальних відносин між персоналом і керівниками суб'єктів господарювання. Як свідчать дані Державної служби статистики України, у 2015 р. найбільше зайнятих працівників налічувалось у середніх сільськогосподарських підприємствах (346 тис. осіб). Друге місце належало малим підприємствам з кількістю зайнятих — 203,3 тис. осіб. Найменш зацікавленими у спеціалістах аграрного сектору економіки виявились великі підприємства (рис. 1).

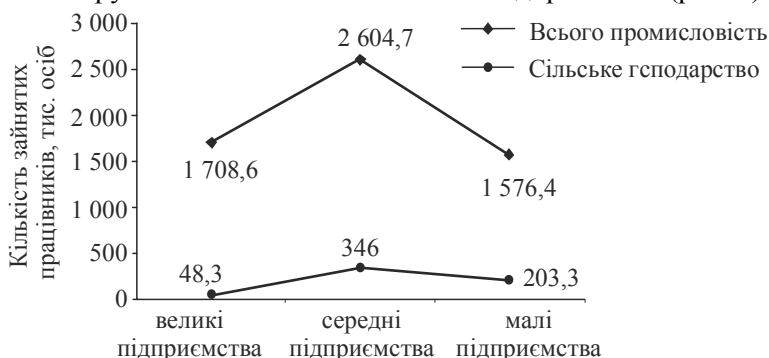


Рис. 1. Кількість зайнятих працівників на підприємствах за їх розмірами у 2015 році, тис. осіб (дані наведено без урахування результатів діяльності банків, бюджетних установ, тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції); узагальнено автором на основі [5]

Досліджуючи тому тенденцію, ми дійшли висновку, що управління персоналом, яке здійснюється на середніх і малих аграрних підприємствах, реалізується через планомірний і систематичний вплив на поведінку членів колективу організації та відносини між ними. Ці структури сприяють цілеспрямованому управлінню персоналом і організаціями в цілому завдяки більшій мобільності та гнучкості. На таких підприємствах створюються найбільш сприятливі умови для самореалізації та соціального визнання працівників. Картина була б більш повною, якби існувала можливість урахувати тенденції руху персоналу на підприємствах аграрного сектору економіки, в т. ч. завдяки зміні кількості підприємств, які забезпечували формування робочих місць (рис. 2).

Як свідчать дані (рис. 2), фінансова криза, що спостерігалась протягом останніх років, збройний конфлікт на сході України негативно позначились на динаміці кількості сільськогосподарських підприємств. Якщо у 2013 р. Державною службою статистики було зафіксовано 49 848 підприємств аграрного сектору, то в 2015 р. — 46 744. Ця тенденція призвела до скорочення працівників і нарощування безробітних кваліфікованих спеціалістів найбільш необхідної для розвитку держави сфери економіки — аграрної.

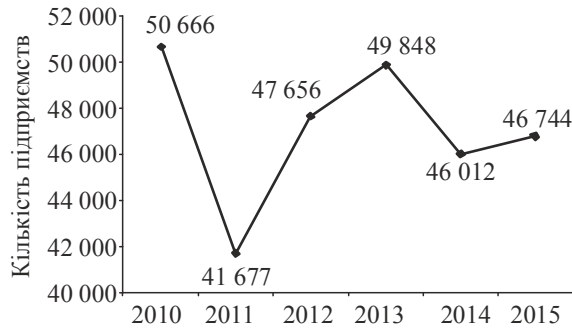


Рис. 2. Динаміка кількості сільськогосподарських підприємств у 2010—2015 рр. (дані 2014—2015 рр. наведено без урахування результатів діяльності банків, бюджетних установ, тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції); узагальнено автором на основі [5]

Головна мета управління персоналом полягає в забезпеченні підприємства працівниками, які відповідають вимогам даного підприємства, а також їхньої професійної та соціальної адаптації. З огляду на життєвий досвід та опитування працівників провідних підприємств АПК, зокрема «Агротех», «Маратек-Україна», ми дійшли висновку, що найбільш дієвим інструментом, який сприяє активізації діяльності персоналу, професійному зростанню з орієнтацією на розвиток компаній, є матеріальна та моральна мотивація праці. Адміністративна мотивація, заснована на дисципліні праці, відповідальності працівника, використанні різних форм дисциплінарного покарання, свою функцію не виконує повною мірою. Особливий акцент керівництво вищезазначених компаній робить на участі молоді в розбудові їх діяльності. Тому велику увагу приділяють виявленню талановитих і здібних спеціалістів, які б були зацікавлені в ефективній роботі. Враховуючи відкритість європейського ринку, в т. ч. ринку праці, це завдання досить складне. Амбітна молодь хоче реалізовуватись через інструменти матеріальної мотивації, яка включає в себе високий рівень оплати праці.

Динаміка росту середньомісячної заробітної плати працівників сільськогосподарських підприємств за місяць у 2016 р. є позитивною (рис. 3). Проте не враховує інфляційні процеси, що відбуваються в країні, зменшення споживчого кошика та рівня життя населення.

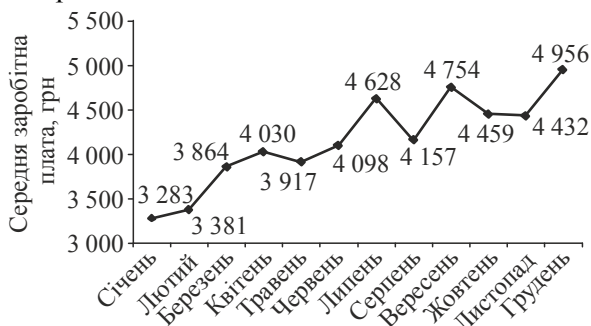


Рис. 3. Середньомісячна заробітна плата працівників сільськогосподарських підприємств за місяць у 2016 р. (у розрахунку на одного штатного працівника, грн), без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини зони проведення антитерористичної операції; узагальнено автором на основі [5]

Пенсійна реформа, яка нещодавно стартувала, також, на наш погляд, не буде сприяти вирішенню питання. Тому постає потреба у формуванні соціально орієнтованої моделі розвитку системи управління персоналом в аграрному секторі економіки. Вона повинна забезпечити ефективну взаємодію між підприємством і працівником кожного агропромислового підприємства (рис. 4).

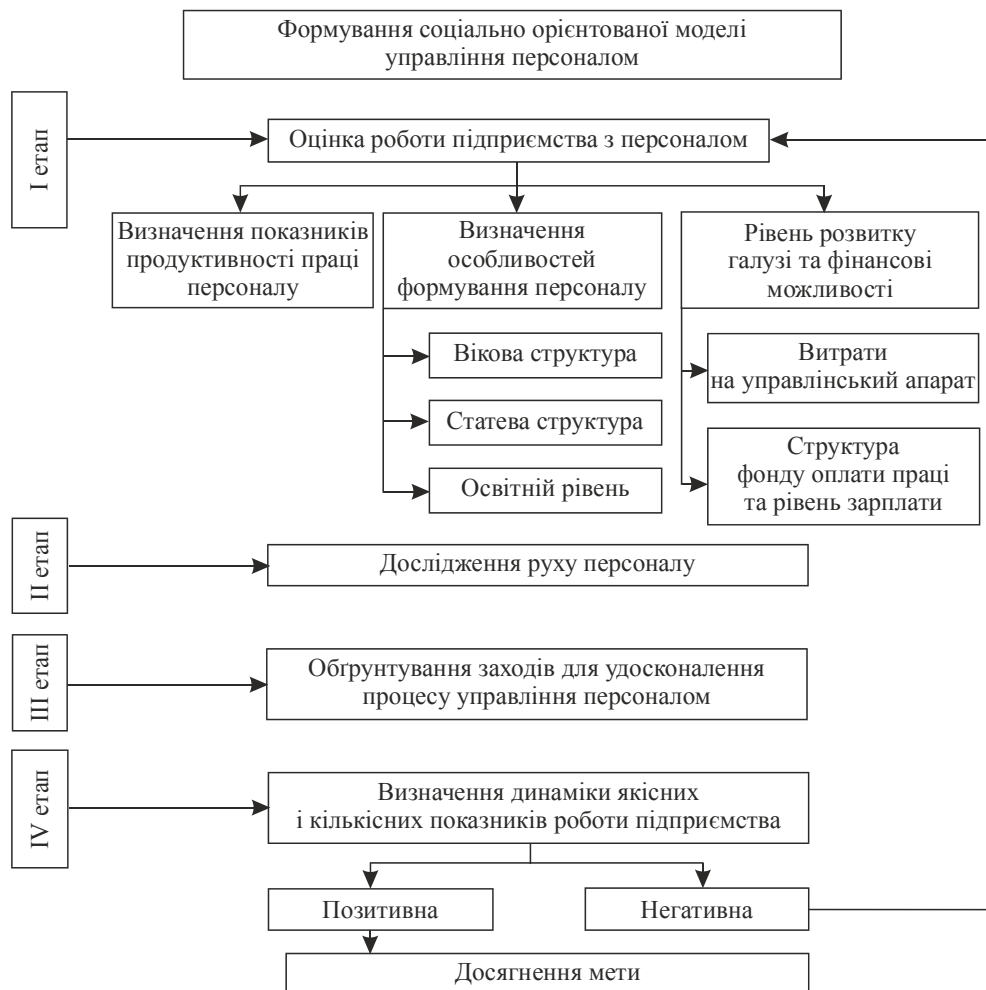


Рис. 4. Модель соціально орієнтованого управління персоналом аграрного сектора економіки, розроблено автором

Для вдосконалення управління персоналом в аграрному секторі економіки нами була розроблена соціально орієнтована модель, що передбачає поступове проходження декількох етапів. На першому етапі підприємствам аграрного бізнесу доцільно проаналізувати показники роботи з персоналом, враховуючи показники продуктивності праці, особливості формування персоналу та рівня розвитку галузі. В такому розрізі нами не бралась до уваги демо-

графічна ситуація в країні і перспективи її зміни. Отримані результати потрібно покласти в основу дослідження причин руху робочої сили на конкретних сільськогосподарських підприємствах. З'ясувавши проблеми, які стали наслідком звуженого відтворення персоналу, керівництву компанії потрібно обґрунтувати і вжити заходи, які б позитивно позначились на результатах роботи підприємства. Якщо успіху досягнути не вдалося, слід переглянути якийсь із наведених етапів, виявити реальні недоліки в управлінні персоналом і врахувати їх у подальшій діяльності.

Висновки

Аналіз особливостей управління персоналом в аграрному секторі економіки дав змогу виявити ряд недоліків у роботі підприємств. Зокрема, керівники аграрних підприємств, більшою мірою, велику увагу приділяють вирішенню актуальних фінансових, технічних та інших виробничо-господарських проблем. Проте очікувані результати насамперед залежать від якості організації роботи персоналу, його вмотивованості та соціальної орієнтації. Тому нами було розроблено авторську модель соціально орієнтованого управління персоналом аграрного сектору економіки, яка дасть змогу не лише виявити проблеми у мотивації праці працівників і з'ясувати реальні причини їх руху, але й віднайти реальні резерви впливу на їх діяльність з метою покращення як результатів їх роботи, так і соціально-економічних показників діяльності сільськогосподарських підприємств.

Актуальним у подальших дослідженнях є концентрація уваги на застосуванні розробленої моделі у практичній діяльності підприємств агропромислового комплексу.

Література

1. *Горбачова І.В.* Система управління персоналом / І.В. Горбачова // Економіка: проблеми теорії та практики. Вип. 243: В 1 т. — Дніпропетровськ, 2008. — С. 204—208.
2. *Соловійов І.О.* Підвищення ефективності системи управління персоналом на підприємствах аграрного сектору / І.О. Соловійов, Т.В. Федорова // Таврійський науковий вісник: Економічні науки. — 2013. — № 84. — С. 382—387.
3. *Шубравська О.* Інноваційний розвиток аграрного сектора економіки України: теоретико-методологічний аспект / О. Шубравська // Економіка України. — 2012. — № 1. — С. 27—35.
4. Господарський кодекс України : [кодекс України : від 16 січня 2003 року № 436-IV із змінами та доповненнями] // Відомості Верховної Ради України. — 2003. — № 18. — С. 22.
5. Державна служба статистика України [Електронний ресурс] — Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

УДК 658.8: 637.5

METHODOLOGICAL APPROACH TO FORMATION OF MARKETING POTENTIAL OF ENTERPRISES OF MEAT PROCESSING INDUSTRY

A. Berger

National University of Food Technologies

Key words:

Marketing potential
Enterprise
Components
Factors
Integral index
Meat processing industry

Article history:

Received 09.01.2018
Received in revised form
26.01.2018
Accepted 16.02.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article analyzes the essence of the definition of “marketing potential” and generalizes the existing theoretical approaches to the disclosure of its concept. It is substantiated that marketing potential should have a balanced structure for the intensity of corresponding actions and the use of resources in order to ensure effective marketing activity. Interaction of marketing potential and marketing activity of the enterprise is considered. The main factors shaping the marketing potential of the meat processing enterprise are determined. Scientific achievements in determining the structure of the marketing potential of the enterprise are generalized.

There are 18 indicators that characterize the components of the marketing potential of enterprises of the meat processing industry: commodity potential; price potential; sales potential; communication potential; the potential of marketing personnel; financial support of marketing activity. The algorithm of calculation of component of marketing potential of the enterprise is offered. The methodical approach to the estimation of marketing potential with the help of the integral indicator on the basis of its components is developed. Issues that remain unresolved for further research on the formation of marketing potential of enterprises in the meat processing industry are discussed.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-13

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ МАРКЕТИНГОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

А.Д. Бергер

Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано сутність дефініції «маркетинговий потенціал» та узагальнено існуючі теоретичні підходи до розкриття цього поняття. Обґрунтовано, що маркетинговий потенціал повинен мати збалансовану структуру для інтенсивності відповідних дій і використання ресурсів з

метою забезпечення ефективної маркетингової діяльності. Розглянуто взаємозв'язок маркетингового потенціалу та маркетингової діяльності підприємства. Визначено основні чинники, що формують маркетинговий потенціал м'ясопереробного підприємства. Узагальнено наукові підходи до визначення структури маркетингового потенціалу підприємства.

Обґрунтовано 18 показників, що характеризують складові маркетингового потенціалу підприємств м'ясопереробної галузі: товарний потенціал, ціновий потенціал, збутовий потенціал, комунікаційний потенціал, потенціал персоналу у сфері маркетингу, фінансове забезпечення маркетингової діяльності. Запропоновано алгоритм розрахунку складової маркетингового потенціалу підприємства. Розроблено методичний підхід до оцінки маркетингового потенціалу за допомогою інтегрального показника на підставі його складових. Приділено увагу питанням, які залишаються невирішеними для проведення подальших досліджень формування маркетингового потенціалу підприємств м'ясопереробної галузі.

Ключові слова: маркетинговий потенціал, підприємство, складові, чинники, інтегральний показник, м'ясопереробна галузь.

Постановка проблеми. Стратегічним завданням підприємств м'ясопереробної галузі у сучасних умовах є повне використання економічного потенціалу, у тому числі і маркетингового потенціалу, для підвищення результативності, збільшення ринкової частки ринку, своєчасного задоволення потреб споживачів, забезпечення довгострокових конкурентних переваг. У сучасних умовах маркетинговий потенціал набуває більшої вагомості за рахунок пошуку резервів і нових підходів до підвищення ефективності функціонування підприємств м'ясопереробної галузі у висококонкурентних умовах ринку м'ясної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні і методичні підходи до формування маркетингового потенціалу розкрито в дослідженнях таких вчених, як Б.М. Андрушків [1], Л.В. Балабанова [2], В.М. Божко [3], О.М. Колесник [4], Г.Я. Левків [5], Л.І. Телишевська [6], Л.О. Українська [7] та ін. Проте увага дослідників здебільшого зводиться до сутності дефініції «маркетинговий потенціал», визначення складових маркетингового потенціалу, його класифікації тощо. Немає єдності при визначенні наповнення складових маркетингового потенціалу, показників, які їх характеризують.

Метою статті є врахування існуючого вагомого наукового доробку з питань формування маркетингового потенціалу і розробка нових підходів до оцінки його інтегрального показника за складовими та показниками, що їх характеризують, на прикладі підприємств м'ясопереробної галузі.

Викладення основних результатів дослідження. Поняття «маркетинговий потенціал» є відображенням розвитку маркетингової діяльності, її стану, спроможності та нових тенденцій. На основі стратегічного аналізу підприємства маркетинговий потенціал визначає міру спроможності виконувати поточні завдання, які забезпечують досягнення поставлених маркетингових цілей. Існує прямий зв'язок між маркетинговим потенціалом,

маркетинговими цілями та маркетинговими стратегіями для підвищення ефективності маркетингової діяльності підприємства. Маркетинговий потенціал повинен мати збалансовану структуру для інтенсивності відповідних дій і використання ресурсів з метою забезпечення ефективної маркетингової діяльності.

Більшість теоретичних підходів, що склалися, визначають сутність дефініції «маркетинговий потенціал» як [1—7]:

- складову потенціалу (або економічного потенціалу, або ресурсного потенціалу, або ринкового потенціалу) підприємства;
- внутрішні і зовнішні можливості задовольняти потреби споживачів і мати максимальні економічні вигоди;
- можливості у сфері маркетингу, які використовують передові напрацювання;
- рівень конкурентоспроможності підприємства (або продукції);
- чинник, що впливає на підвищення ефективності маркетингової діяльності підприємства;
- основу для прийняття маркетингових рішень підприємства та ін.

Взаємозв'язок маркетингового потенціалу та маркетингової діяльності підприємства відображено на рис. 1.

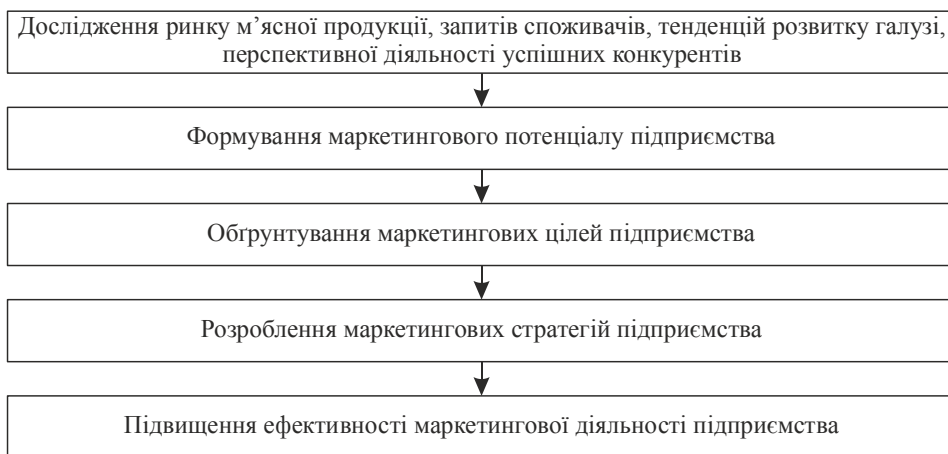


Рис. 1. Взаємозв'язок маркетингового потенціалу та маркетингової діяльності підприємства

Чинники, що формують маркетинговий потенціал м'ясопереробного підприємства, узагальнено на рис. 2.

Маркетинговий потенціал включає такі основні складові [1—7]:

- товарний потенціал;
- ціновий потенціал;
- збутовий потенціал;
- комунікаційний потенціал;
- потенціал персоналу у сфері маркетингу;
- фінансове забезпечення маркетингової діяльності.

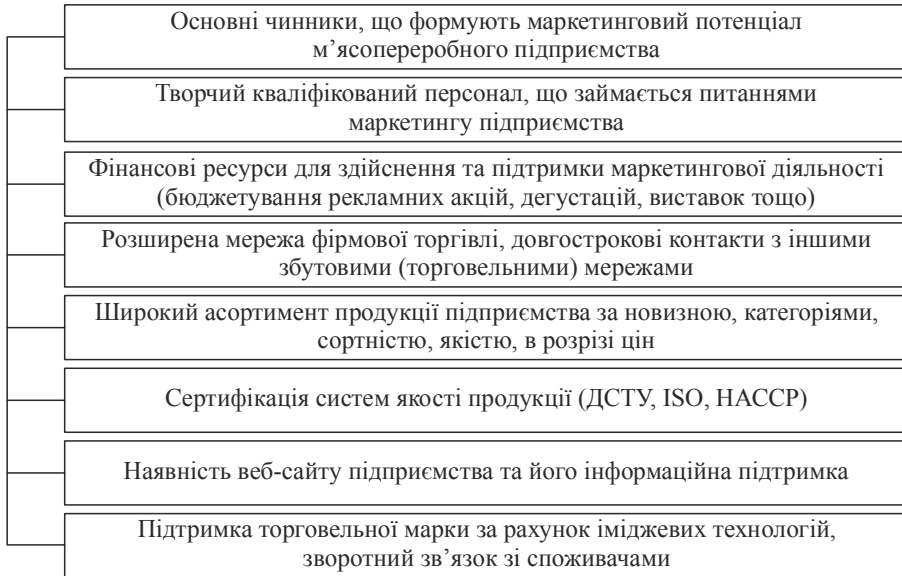


Рис. 2. Основні чинники, що формують маркетинговий потенціал

Показники, що характеризують маркетинговий потенціал підприємства з метою його оцінки узагальнено в таблиці.

Таблиця. Показники, що характеризують складові маркетингового потенціалу підприємства м'ясопереробної галузі

Складові маркетингового потенціалу	Показники, які характеризують складову
Товарний потенціал (C_1)	1. Індекс обсягів соціально-економічної продукції.
	2. Індекс обсягів елітної продукції.
	3. Індекс обсягів реалізації продукції.
Ціновий потенціал (C_2)	1. Індекс закупівельних цін.
	2. Індекс середніх цін на продукцію.
	3. Індекс рентабельності продукції.
Збутовий потенціал (C_3)	1. Індекс витрат на збут.
	2. Індекс витрат на утримання фірмової торгівлі.
	3. Індекс витрат на «вхід» у «чужі» торговельні мережі.
Комунікаційний потенціал (C_4)	1. Індекс витрат на підтримку сайту.
	2. Індекс витрат на рекламу в ЗМІ.
	3. Індекс обсягу продаж через Інтернет-мережу.
Потенціал персоналу у сфері маркетингу (C_5)	1. Індекс результативності персоналу відділу маркетингу.
	2. Індекс замовлень на продукцію в рік.
	3. Індекс нових контрактів на реалізацію продукції.
Фінансове забезпечення маркетингу (C_6)	1. Індекс витрат на маркетингову діяльність.
	2. Індекс чистого доходу (виручки) від реалізації продукції (послуг).
	3. Індекс прибутку від маркетингової діяльності.

Запропоновані показники, що характеризують складові маркетингового потенціалу, дають змогу розробити методичний підхід до оцінки маркетингового потенціалу за допомогою інтегрального показника.

Складову маркетингового потенціалу пропонується розраховувати за формулою:

$$C_i = (I_1 + I_2 + I_3) / 3. \quad (1)$$

Інтегральний показник маркетингового потенціалу (Ім. п.) за його складовими пропонується розраховувати за формулою:

$$\text{Ім. п.} = \sqrt[6]{C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5 \cdot C_6}. \quad (2)$$

За допомогою інтегрального показника маркетингового потенціалу можна визначити слабкі місця, а також виявити нереалізовані можливості для підвищення ефективності маркетингової діяльності м'ясопереробного підприємства та покращення його ринкової позиції.

Висновки

Запропонований методичний підхід до оцінки інтегрального показника маркетингового потенціалу вимагає подальшої апробації на матеріалах підприємств м'ясопереробної галузі. Водночас аналіз наукових здобутків у питаннях формування маркетингового потенціалу підприємства свідчить про відсутність методичних підходів на підставі розроблення матриць щодо діагностики стану, перспектив, тенденцій розвитку маркетингового потенціалу конкретного підприємства. Невирішені питання становитимуть основу подальших досліджень автора у напрямку формування маркетингового потенціалу підприємств м'ясопереробної галузі.

Література

1. *Андрушків Б.М.* Аналітичні аспекти маркетингового потенціалу в теорії конкурентоспроможності підприємства [Електронний ресурс] / Б.М. Андрушків, Л.О. Бицюра // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2011. — Вип. 1(4). — Режим доступу : <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2011/11abmtkr.pdf>.
2. *Балабанова Л.В.* Управління маркетинговим потенціалом підприємства: навч. посібник / Л.В. Балабанова. — Київ : Професіонал, 2006. — 288 с.
3. *Божко В.М.* Маркетинговий потенціал: сутність, складові та взаємозв'язок з економічним потенціалом / В.М. Божко // Економіка та управління персоналом, економічний форуму. — 2012. — 43 с.
4. *Колесник Е.Н.* Маркетинговый потенциал: классификация подходов к его изучению и оценке / Е.Н. Колесник // Вопросы экономики и права. — Раздел. «Экономика и управление. Экономическое право». — 2011. — № 12. — С. 140—145.
5. *Левків Г.Я.* Маркетинговий потенціал як елемент діяльності переробних підприємств / Г.Я. Левків, Г.З. Леськів // Вісник Хмельницького національного університету. — 2010. — Т. 2, № 4. — С. 70—72.
6. *Телишевська Л.І.* маркетинговий потенціал у підвищенні прибутковості підприємства / Л.І. Телишевська, О.І. Комишан, С.С. Сергєєв // Механізм регулювання економіки. — 2012. — № 3. — С. 126—132.
7. *Українська Л.О.* Концептуальні підходи до визначення економічної сутності маркетингового потенціалу підприємства / Л.О. Українська, В.П. Яхкінд // Економіка: проблеми теорії та практики : зб. наук. праць. — 2009. — Вип. 254. — Т. 1. — С. 244—248.

THE FORMATION OF THE SYSTEM OF STRESS-MANAGEMENT AT THE ENTERPRISES OF THE MEAT-PROCESSING INDUSTRY

E. Dragan

National University of Food Technologies

Key words:

Stress
Stressor
Stress management
Stress resistance
Enterprise
Meat processing industry

Article history:

Received 11.01.2018
Received in revised form
24.01.2018
Accepted 06.02.2018

Corresponding author:

E. Dragan
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article deals with the essence of the concept of “stress”. Particular attention is paid to such kind of stress as professional stress. The importance of the problem of professional stress as the object of the World Health Organization in the field of mental health and work activity is substantiated. The model of the stress situation is considered. The classification of stressors, their distribution into internal and organizational structures is investigated. The peculiarities of organizational stressors arising in meat processing industry enterprises are revealed. The reasons of strong nervous strain at enterprises are substantiated. The low level of sanitary-hygienic conditions at meat processing enterprises is investigated.

The concept of “stress management” at the enterprise is explored. The stress management system at the enterprise is developed, which consists of three main subsystems: the identification of stress factors at enterprises; attestation of employees to determine the level of stability; development of organizational measures for stress management. Duties of the inspector for personnel are added by identifying the prerequisites of stress phenomena and their consequences in the management of the main personnel functions (certification of personnel, certification of positions, adaptation of employees, study of working conditions, analysis of the personality of the employee, control of the state of the psychological climate in the team, clarification of the reasons of dismissal of workers, etc.). Organizational measures of stress management for the meat processing industry are proposed.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-14

ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ СТРЕС-МЕНЕДЖМЕНТУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ М'ЯСОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

О.І. Драган

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто сутність поняття «стрес». Особливу увагу приділено різновиду стресу — професійному стресу. Обґрунтовано важли-

вість проблеми професійного стресу як об'єкта Всесвітньої організації охорони здоров'я у сфері охорони психічного здоров'я й трудової діяльності. Розглянуто модель створення стресової ситуації. Досліджено класифікацію стресорів, їх розподіл на внутрішні та організаційні. З'ясовано особливості організаційних стресорів, що виникають на підприємствах м'ясопереробної галузі. Обґрунтовано причини сильного нервового перенапруження на виробництві. Досліджено низький рівень санітарно-гігієнічних умов на підприємствах м'ясопереробної галузі, поняття «стрес-менеджмент» на підприємстві.

Розроблено систему стрес-менеджменту на підприємстві, яка складається з трьох основних підсистем: виявлення стресогенних факторів на підприємствах; атестації працівників на виявлення рівня стресостійкості; розроблення організаційних заходів стрес-менеджменту. Доповнено обов'язки інспектора кадрів за рахунок виявлення передумов стресових явищ та їх наслідків при веденні основних кадрових функцій (атестації кадрів, атестації посад, адаптації працівників, вивченні умов праці, аналізу особистості працівника, контролю за станом психологічного клімату в колективі, з'ясування причин звільнення працівників тощо). Запропоновано організаційні заходи стрес-менеджменту для підприємства м'ясопереробної галузі.

Ключові слова: стрес, стресор, стресостійкість, система, стрес-менеджмент, підприємство, м'ясопереробна галузь.

Постановка проблеми. Радикальні зміни в управлінні підприємств м'ясопереробної галузі ставлять жорсткі вимоги до розвитку високого рівня професіоналізму і творчої віддачі працівників. Одним з аспектів управління цим процесом на підприємстві може стати формування системи стрес-менеджменту, що пов'язане з специфікою праці на підприємствах м'ясопереробної галузі. Зарубіжний досвід останнього десятиліття у цій сфері свідчить про ефективність цього напрямку в управлінні персоналом та розвитку кадрів. Виробничий стрес блокує виконання цілей підприємства, стійкий розвиток, призводить до професійного вигорання, хронічної втоми працівників, знижує результативність, що відображається на продуктивності праці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання стрес-менеджменту на підприємстві досліджувалися в працях таких учених, як Д. Грінберг [1], О. Грінцова [2], М. Гончар [3], В. Лученко [4], Л. Романова [5] та інші. Незважаючи на те, що у сучасній науковій літературі значна увага приділяється поняттю «стрес», його класифікації, джерелам виникнення, негативним наслідкам тощо, залишається недостатньо визначеним питання формування стрес-менеджменту на підприємствах з урахуванням галузевих особливостей.

Метою статті є висвітлення сутності професійного стресу, з'ясування причин його виникнення, розроблення системи стрес-менеджменту на підприємстві м'ясопереробної галузі.

Викладення основних результатів дослідження. Особливістю розвитку персоналу на підприємствах м'ясопереробної галузі є наявність постійного професійного стресу.

Професійний стрес — це багатогранний феномен, який виражається у фізіологічних і психологічних реакціях на складну робочу ситуацію. Розви-

ток таких реакцій можливий і в розвинутих, добре керованих організаціях, що зумовлено не тільки структурно організаційними особливостями, а й характером роботи, особистісними стосунками працівників, їх взаємодією [6].

Стрес (від англ. Stress — тиск, натиск, гніт, навантаження, напруга) — неспецифічна (загальна) реакція організму на вплив (фізичний або психологічний), що порушує його гомеостаз, а також відповідний стан нервової системи організму (або організму в цілому). Розрізняють емоційно позитивний та емоційно негативний, короточасний та довгостроковий, фізіологічний та психологічний стреси [4].

Проблема стресу на роботі настільки велика, що стала об'єктом уваги Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) в рамках розмови про проблеми охорони психічного здоров'я й трудової діяльності. За даними статистики, у ряді країн європейського регіону ВООЗ стрес є основною причиною невиходу на роботу. Різко зріс збиток від виплат допомог на випадок хвороби і втрати робочих днів. Результати досліджень показують, що 50—60% усіх втрат робочого часу в цих країнах пов'язані з наслідками стресу. Згідно з результатами недавнього дослідження, до стресів схильні 28% з 160 мільйонів працюючих в ЄС. При цьому більше половини з них скаржаться на велику кількість роботи і необхідність виконувати її в стислі терміни. «Виробничий» стрес сприяє розвитку цілого ряду нездужань: 13% працівників у країнах ЄС скаржаться на головні болі, 17% — на м'язові болі, а 30% — на біль у спині [6].

Стресори, у свою чергу, класифікуються: 1) за типом життєвих подій або типом труднощів (фінансові, службові, міжособові, пов'язані зі здоров'ям тощо), 2) за інтенсивністю (гострі, середні, помірні); 3) за величиною втрат або загроз; 4) за тривалістю (хронічні, короткострокові); 5) за мірою керованості подією (контрольовані, неконтрольовані); 6) за рівнем впливу (макро- і мікростресори) [7].

Модель стресової ситуації наведена на рис. 1.

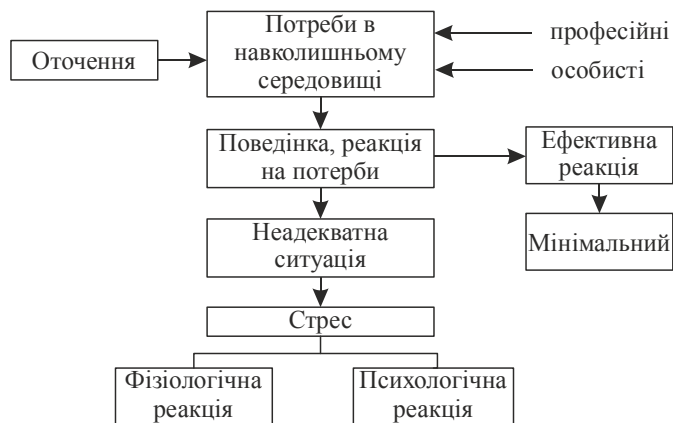


Рис. 1. Модель стресової ситуації [5, с. 196]

Також основні стресори розподіляють на внутрішні та організаційні. До «внутрішніх» стресорів відносять особистісні характеристики людини, її ставлення до роботи, здатність будувати стосунки з іншими тощо.

До «організаційних» стресорів відносять високе навантаження; відсутність чи брак підтримки з боку колег чи керівництва, недостатню винагороду за роботу; невизначеність в оцінці виконання роботи; неможливість впливати на прийняття рішень; невизначені вимоги до роботи; постійний тиск з боку керівництва; необхідність виконувати монотонну та неперспективну роботу; конфліктну атмосферу в колективі; недостатній час для відпочинку тощо.

До організаційних стресорів на підприємствах м'ясопереробної галузі можна віднести фактори виробничого середовища, а саме: процес забою тварин, видовище крові, органів тварин тощо. Звичайно, з часом працівники адаптуються до умов виробничого середовища і не звертають на них уваги. Водночас для психіки працівників ознаки стресу мають певні наслідки, у характері з'являється безпричинна агресивність, жорстокість, що також відображається на праці.

Причиною сильного нервового перенапруження можуть служити умови праці: погане освітлення і вентиляція, тісне приміщення тощо. До чинників, що прямо або побічно сприяють професійним стресам, можна також віднести відсутність інформації і відсутність часу. Як вважають фахівці з професійних стресів, останні два чинники є фоном, на якому стресом може стати будь-яке додаткове роздратування.

Дослідження санітарно-гігієнічних умов на підприємствах м'ясопереробної галузі показали, що рівень загальної вібрації не відповідає вимогам на 15% обстежених робочих місць, метеорологічні параметри не відповідають вимогам в 30% випадків, рівень шуму — в 13% випадків, результати вимірів штучної і природної освітленості — у 46% випадків. Забезпеченість побутовими приміщеннями працівників не перевищує 75%, в 48% випадків на підприємствах відсутні душові кімнати і кімнати для відпочинку, не відповідають вимогам приміщення для прийому їжі [8, с. 123].

Виникає потреба в нейтралізації впливу факторів виробничого середовища, що призводять до стресових явищ у працівників.

Стрес-менеджмент — це процес управління стресом, якій включає три головних напрямки: профілактику стресогенних факторів, зменшення напруження від неминучих стресорів та організацію системи подолання їх негативних наслідків. При формуванні стрес-менеджменту на підприємстві м'ясопереробної галузі важливим є доповнення обов'язків інспекторів кадрів за рахунок виявлення передумов стресових явищ та їх наслідків, особливо при кадрових функціях:

- атестації кадрів (вивчення і фіксація ділових, професіональних, якостей і здібностей працівників та рівня стресостійкості);

- атестації посад, включених у штатний розпис (опис посадових обов'язків, складання професіограм, посадових інструкцій доповнених пунктами, що відносяться до питань стресостійкості та уникнення стресових ситуацій);

- прискоренні процесу адаптації робітників (спрощення процесу входження робітників у трудовий колектив, тестування на стресостійкість та ознайомлення з відповідними заходами щодо управління професійними стресами на виробництві);

- вивченні умов праці (дослідження різних параметрів виробничого середовища і процесів трудової діяльності з метою зниження стресових факторів на підставі зарубіжного передового досвіду у цих питаннях);
- аналізу особистості працівника у рамках виробництва (вивчення задоволення роботою і ставленням до праці, індивідуальне сприйняття та профілактика професійного стресу, ставлення до трудового колективу, наявність професійного вигорання, хронічної втоми, агресії, жорсткості, скарг від співробітників);
- з'ясуванні причин звільнення кадрів з розробленням відповідних висновків;
- контролю за станом психологічного клімату в колективі (допомога у встановленні особистих контактів між людьми в середині колективу, ліквідування передумов зародження стресових явищ, конфліктних ситуацій).

Модель системи стрес-менеджменту на підприємстві наведена на рис. 2.

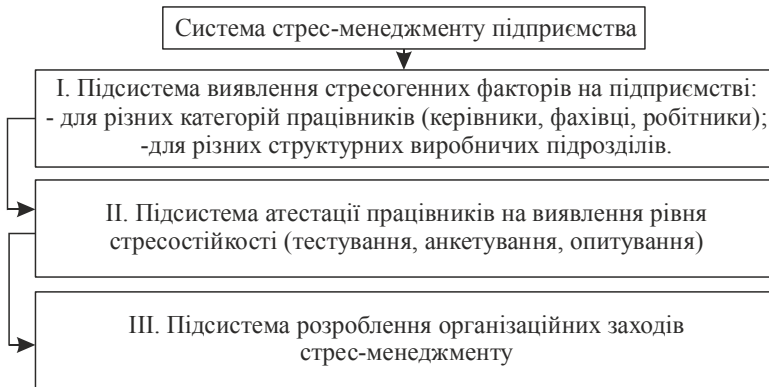


Рис. 2. Система стрес-менеджменту підприємства

До організаційних заходів стрес-менеджменту підприємства м'ясопереробної галузі відносяться:

- соціальна підтримка трудового колективу підприємства для збереження психологічної стійкості працівників у стресових ситуаціях;
- використання бригадних форм організації праці тощо;
- впровадження методів наукової організації праці;
- підвищення рівня культури управління;
- психологічні заходи (використання прийомів навіювання);
- використання керівником різних форм самоконтролю;
- навчання за антистресовими програмами, регулярне емоціональне «розвантаження»;
- колективні заняття спортом (власні команди футболу, волейболу тощо);
- забезпечення розвитку наставництва з відповідною доплатою.

Висновки

Сучасне насичене активне життя працівників підприємств м'ясопереробної галузі з постійними побутовими стресами доповнюється ще за рахунок отримання професійного стресу. Наявність професійного стресу, який виникає через специфіки виробництва м'ясної продукції, може призвести до

незворотних негативних явищ як для психіки людини, так і погіршення психологічного клімату трудового колективу. Наприклад, для зняття виробничого напруження, профілактики стресу кадрова служба на японських підприємствах пропонує створення кімнат релаксації, боротьби з гнівом тощо. Тому розроблення системи стрес-менеджменту підприємства м'ясопереробної галузі є актуальним і вимагає подальших досліджень з урахуванням зарубіжного досвіду передових компаній.

Література

1. *Гринберг Д.С.* Управление стрессом / Д.С. Гринберг. — 7-е изд. — Санкт-Петербург : Питер, 2002. — 496 с.
2. *Гріньова О.* Стрес як наслідок прогресу / О. Гріньова // Охорона праці. — 2016 — № 4. — С. 12—14.
3. *Гончар М.Ф.* Особливості управління у стресових ситуаціях. Стрес-менеджмент на підприємстві / М.Ф. Гончар, Ю.В. Білик // Науковий вісник НТЛУ. Серія економічна. — 2017. — Вип. 27 — № 2. — С. 94—97.
4. *Лученко В.* Стрес-менеджмент [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://luchenko.com>.
5. *Романова Л.В.* Управління підприємницької діяльністю : навч. посіб. / Л.В. Романова. — Київ : Центр навчальної літератури, 2006. — 240 с.
6. Стрес на роботі [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://megasite.in.ua/55688-stresi-na-roboti.html>.
7. Сайт о стрессе и стресс-менеджменте [Електронний ресурс]. — Режим доступу : www.nostress.ru.
8. *Гуць В.С.* Причины, джерела і обставини виробничого травматизму в м'ясній промисловості України / В.С. Гуць, О.В. Євтушенко // Харчова промисловість. — 2012. — № 3. — С. 122—126.

ENERGY POTENTIALS OF THE GAZ-LIQUID MEDIA

A. Sokolenko, O. Shevchenko, O. Bilyk, S. Myronenko

National University of Food Technologies

Key words:

Gas-liquid medium
Alcohol
Carbon dioxide
Energy potential
Solubility
Circulating circuit

Article history:

Received 09.01.2018
Received in revised form
23.01.2018
Accepted 07.02.2018

Corresponding author:

O. Shevchenko

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article concerns to the estimation of energy potentials of gas-liquid media. Such potentials are represented by the aggregate of the chemical energy of dissolved sugars in the conditions of anaerobic fermentation processes, which are culminated with the formation of ethyl alcohol and carbon dioxide with the release of free energy in 230 kJ/mole of fermented glucose. From the last 169 kJ it is transformed into heat energy, which should be removed from the culture medium, and 61 kJ is used by yeast cells. The self-propelled formation of dissolved carbon dioxide with the subsequent synthesis of the dispersed gas phase leads to the initiation of the circulating circuits of the gas-liquid mixture amplified by the effects of thermal circulation circuits. The presence and continuous renewal of the dispersed gas phase indicates the presence of the potential for the formation of the phase-surface, and the presence of the gas-retaining ability of the system means a certain level of potential energy of a swollen gas-liquid medium.

For anaerobic fermentation, the gas-holding ability is determined by a combination of two sources, namely the forced introduction the dispersed mass of air into the medium and synthesized carbon dioxide in a medium. Thus, internal microbiological transformations lead to the formation of flows of thermal energy, material flows of C_2N_5OH and CO_2 , the kinetic energy of circulating circuits, the potential energy of dissolved carbon dioxide and swollen media. In addition, under the influence of hydrostatic pressure, a gradient of saturation level of the liquid phase on CO_2 is formed, which completes by the additional driving factor of the circulating circuits.

The physical basis of the potentials of dissolved gases in the form of manifestations of the presence of a gravitational field and Henry's law is shown, mathematical formalizations are proposed in the estimations of the energy potentials of soluble gases and the possibilities of intensification of mass transfer processes due to their release in ripple regimes.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-15

ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОТЕНЦІАЛИ ГАЗОРІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ

А.І. Соколенко, О.Ю. Шевченко, О.А. Білик, С.М. Мироненко
Національний університет харчових технологій

У статті оцінено енергетичні потенціали газорідних середовищ, представлені сукупністю хімічної енергії розчинених цукрів в умовах процесів анаеробного бродіння, які завершуються утворенням етилового спирту і діоксиду вуглецю з виділенням вільної енергії в 230 кДж/моль збродженої глюкози. З останньої 169 кДж трансформується в теплову енергію, яка має відводитись із культурального середовища, а 61 кДж використовується дріжджовими клітинами. Самоплинне утворення розчиненого діоксиду вуглецю з подальшим синтезом диспергованої газової фази призводить до започаткування циркуляційних контурів газорідної суміші, підсилені впливами теплових циркуляційних контурів. Наявність і безперервне оновлення диспергованої газової фази вказує на наявність потенціалу утворення міжфазної поверхні, а наявність газотримувальної здатності системи означає певний рівень потенціальної енергії набухлого газорідного середовища.

За аеробного бродіння газотримувальна здатність визначається сукупністю двох джерел, а саме: за рахунок примусового введення в середовище диспергованої маси повітря та синтезованого в середовищі діоксиду вуглецю. Таким чином, внутрішні мікробіологічні перетворення призводять до утворення потоків теплової енергії, матеріальних потоків C_2H_5OH та CO_2 , кінетичної енергії циркуляційних контурів, потенціальної енергії розчиненого діоксиду вуглецю і набухлого середовища. Окрім того, під впливом гідростатичного тиску утворюється градієнт по рівню насичення рідинної фази на CO_2 , який завершується додатковим рушійним фактором циркуляційних контурів.

Показано фізичне підґрунтя потенціалів розчинених газів у формі проявів присутності гравітаційного поля і закону Генрі. Запропоновано математичні формалізації в оцінках енергетичних потенціалів розчинених газів і можливості інтенсифікації масообмінних процесів за рахунок їх вивільнення в пульсаційних режимах.

Ключові слова: газорідне середовище, спирт, діоксид вуглецю, енергетичний потенціал, розчинність, циркуляційний контур.

Постановка проблеми. Процеси анаеробного і аеробного бродіння відбуваються в середовищах, у яких наявна диспергована газова фаза. Порушення умови суцільності культуральних середовищ в анаеробних умовах досягається за рахунок самоплинних процесів синтезу діоксиду вуглецю, тоді як за аеробних процесів синтезований CO_2 доповнюється введенням у середовище повітряної фази для розчинення в ньому кисню.

Енергетичний потенціал від початку процесів представлений хімічною енергією розчинених цукрів [1—3], однак подальший перебіг бродіння супро-

воджується утворенням потенціальної енергії набухлого шару, зростаючого тиску і появою циркуляційних контурів. Такі перетворення, без сумніву, відповідають природним закономірностям, однак у наведених прикладах вони не відображені, виключаючи процеси синтезу етилового спирту й діоксиду вуглецю [4—6]. Важливо, що перебіг процесів бродильних технологій значною мірою залежить від геометричних параметрів апаратів і культуральних середовищ, однак і ці взаємозв'язки в дослідженнях практично не представлені.

Метою дослідження є аналіз фізичного підґрунтя при оцінці енергетичних потенціалів газонасичених анаеробних середовищ і розробка їх математичних формалізацій.

Методи досліджень використані на рівні узагальнень законів природи в прикладних вирішеннях задач удосконалення технологічних процесів.

Викладення основних результатів дослідження. Термін «газорідинне середовище» стосується систем, у яких наявні газова і рідинна фази. При цьому газова фаза є динамічною і такою, яка під дією гравітаційного поля і архімедових сил утворює висхідні потоки відносно рідинної фази, що одночасно є причиною створення вертикально спрямованих циркуляційних контурів. У більшості випадків газова фаза є дисперговою і її утворення пов'язане з анаеробним бродінням, при якому вона генерується внаслідок біохімічних процесів. Енергетичне підґрунтя такого синтезу представлене хімічною енергією речовин живлення мікроорганізмів, трансформація якої супроводжується біохімічними перетвореннями, синтезом цільових речовин і діоксиду вуглецю. Оскільки середовища біохімічного синтезу характеризуються значною однорідністю живильних компонентів і мікроорганізмів-споживачів останніх, то система вважається такою, в якій диспергована газова фаза також наближається до рівня рівномірно розосередженої. Однак від початку формування однорідність її перебування в рідинній фазі порушується з утворенням циркуляційних контурів.

Аналогічні перетворення мають місце в технологіях зброджування виноградного суслу у виноробній промисловості (первинне виноробство), в технологіях вторинного бродіння у виробництві шампанського, при зброджуванні пивного суслу або цукровмістких середовищ у спиртовій промисловості тощо.

Хоча вхідні сировинні потоки названих технологій мають певні відмінності, однак їх спільною характеристикою є те, що всі вони носії хімічної енергії цукрів. Названа спільність продовжується ланцюгом перетворень, які збігаються (рис. 1).

Вхідні матеріальні потоки представлені рідинним середовищем-розчинником, цукрами як живильними компонентами і мікроорганізмами, а хімічна енергія живильних речовин є основою подальших перетворень.

Загальну оцінку взаємодії вхідних потоків і біохімічного синтезу виконано з урахуванням перебігу процесів, починаючи від відомого рівняння Гей-Люссака, схеми спиртового бродіння за Ембденом-Мейергофом-Парнасом [1] і форм бродіння, відкритих К. Нейбергом [2]. Першою формою бродіння є нормальне спиртове бродіння з одержанням C_2H_5OH і CO_2 . Друга форма — це бродіння за наявності бісульфіту для отримання гліцерину, а третій формі відповідає бродіння за наявності бікарбонату натрію. Проте на відміну від

цих процесів термодинамічні та фізичні наслідки синтезу діоксиду вуглецю представлені помітно обмежено [3; 4].

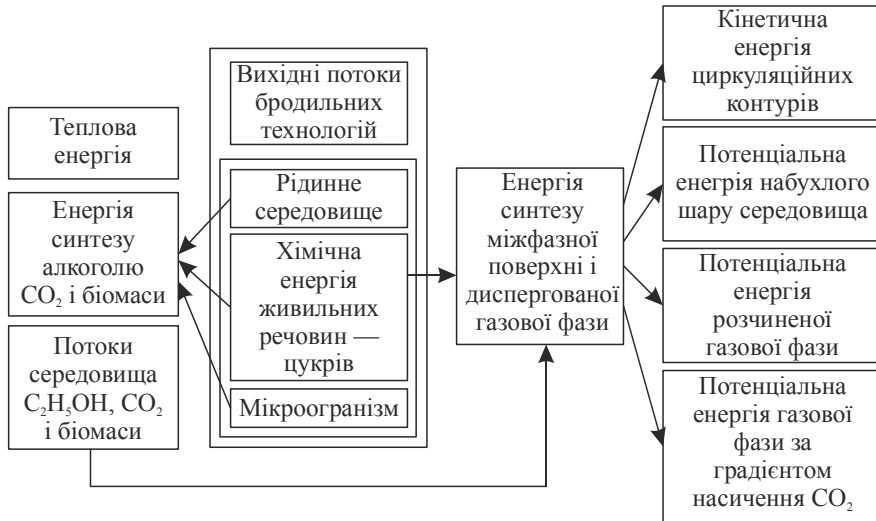


Рис. 1. Схема трансформацій матеріальних і енергетичних потоків

Очевидно, що за умови анаеробного бродіння газова фаза представлена діоксидом вуглецю, динаміка синтезу якого пов'язана з організацією технологічного процесу, що є цілком визначеним, і при цьому в режимах перехідних процесів виникає повисотна нерівномірність вмісту розчиненого CO_2 завдяки гідростатичному тиску.

Аеробні процеси частіше пов'язані з прискореним синтезом біомаси і супроводжуються технічними заходами для подавання в рідинну фазу кисню, оскільки дріжджі здатні асимілювати лише його розчинену форму.

Аерація середовищ здійснюється подаванням і диспергуванням в них повітря. Оскільки режими аерації регламентуються концентраціями розчиненого кисню, споживач якого наявний у середовищі, то за таких умов неминуче досягається повне насичення його азотом.

Однак при цьому азот як складова повітря не просто проходить «транзитом» рідинну фазу, а у значній кількості на поверхні поділу фаз відбуваються масообмінні процеси по кисню, діоксиду вуглецю і азоту. Якщо при цьому спрямованість потоку кисню цілком визначена в напрямку від газової фази до рідинної, то потоки азоту на поверхні поділу фаз можуть бути різнонаправленими. Такими різнонаправленими можуть бути і потоки CO_2 .

Спряженість названих трьох потоків на поверхнях поділу фаз впливає на інтенсивність масообмінних процесів, однак рушійні фактори при цьому в першому наближенні будемо визначати на основі закону Генрі.

Очевидно, що рівень складності масообмінних процесів на поверхнях мікробіологічних клітин суттєво більший, однак з урахуванням того, що питома поверхня цього масообміну переважає міжфазну поверхню не менше як на три порядки, ця частина винесена за межі цього дослідження.

Проте існують можливості впливу на середовища з метою інтенсифікації масообмінних процесів за рахунок використання енергетичних потенціалів, названих у схемі (рис. 1). Оцінка можливостей їх реалізації пов'язана з цим дослідженням.

Фізичне підґрунтя в оцінці потенціалів розчинених газів. Практично невикористаним людством залишається потенціал, який є результатом взаємодії гравітаційного поля й атмосфери Землі. Наслідком такої взаємодії є розчинене в гідросфері повітря, що регламентується законами природи, які визначають впливи на розчинність складових атмосфери.

Відомо, що розчинність газів визначається законом Генрі, за яким стала насичення пропорційна парціальному тиску P газу на поверхні поділу фаз [5]:

$$c_n = k_r P,$$

де k_r — константа Генрі, числове значення якої залежить від фізико-хімічних властивостей рідинної та газової фаз і температури рідинного середовища.

Вказівкою на існування потужного потенціалу розчинених у гідросфері газів є відоме явище, пов'язане з порушенням стану механічної й термодинамічної рівноваги на поверхні поділу фаз у зв'язку з проходженням великих морських суден. Взаємодія корпусів суден, режими їх обтікання водою і, особливо, взаємодія з рушійними гвинтами супроводжується утворенням масивів бульбашок з розчиненої газової фази і частково з атмосфери (рис. 2). Зона з порушеною умовою термодинамічної рівноваги супроводжує трасу переміщення судна, а газова фаза, яка поповнюється за рахунок циркуляційних потоків і підведення глибинних газонасичених шарів води, може існувати до кількох діб. Зародження та існування циркуляційних контурів пов'язане з локальним порушенням однорідності поля гідростатичних тисків, а їх енергетична підтримка забезпечується утворенням диспергованої газової фази.

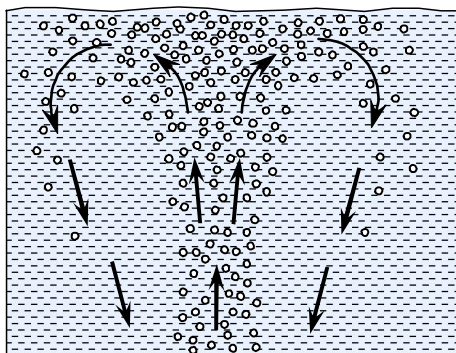


Рис. 2. Схема доутворення циркуляційних контурів у газонасиченій гідросфері

Механізм насичення глибинних шарів води має двостадійність. На першому етапі — це розчинення повітря на границі поділу фаз, на другому — дифузія за рахунок градієнта сталої насичення c_n , яка зростає зі збільшенням глибини h . Наявність розчиненого повітря в гідросфері Землі є загально-визнаною, однак інформація щодо рівнів насичення глибин гідросфери

відчутно обмежена. У зв'язку з існуванням підводного рослинного світу і гідробіонтів та процесів окислення органічних речовин, очевидно, що за показником насичення має переважати азот. Однак з точки зору інтересів оцінки енергетичного потенціалу це має обмежений вплив на систему.

Енергетичний потенціал розчинених у рідинних середовищах газів визначається їх концентрацією і тиском у системі, який однак не має фізичних проявів за умови термодинамічної рівноваги. Останнє положення слід розглядати як певну модифікацію системи, що відображується рівнянням Менделєєва-Клапейрона, оскільки його ліва частина у формі PV стосується об'єму V суто газової фази. Однак параметри правої частини MRT відповідають реальному газу, а в сукупності — його енергетичному потенціалу. Підставою для такого гіпотетичного висновку є те, що прояв енергетичного потенціалу розчиненого газу має місце тільки за умови його десорбції і в результаті суто механічної взаємодії з рідинною фазою. При цьому маса газу в такій енергетичній трансформації залишається рівною або кратною M , а газова стала R і температура T відповідають саме газовій фазі. Посилання на кратність маси M пов'язане з тим, що не весь розчинений газ у режимі десорбції завжди переходить у газову фазу. Таким чином, енергія десорбційного виділення розчиненої газової фази дорівнює:

$$E = MRT,$$

а масу утвореної газової фази знайдемо за умовою:

$$M = k_r (P_{(n)} - P_{(к)}) V_p,$$

де k_r — константа Генрі; $P_{(n)}$ і $P_{(к)}$ — початковий і кінцевий парціальні тиски або фізичні тиски в системі; V_p — об'єм рідинної фази, з якої виділяється розчинений газ.

Очевидно, що створення енергетичних накопичувальних пристроїв потребує врахування параметрів розчинності. Впливи температур на розчинність газів відображено в таблиці [6].

Таблиця. Розчинність газів у воді м³/м³ за парціального тиску 0,1 МПа

Газ	Температура, °C							
	0	5	10	15	20	25	30	40
Азот	0,0235	0,0209	0,0186	0,0168	0,0154	0,0143	0,0134	0,0118
Кисень	0,0489	0,0425	0,0380	0,0341	0,0310	0,0283	0,0264	0,0231
Водень	0,0215	0,0204	0,0195	0,0198	0,0182	0,0175	0,0170	0,0164
Діоксид вуглецю	1,713	1,425	1,194	1,019	0,878	0,759	0,665	0,530

Зіставлення даних, наведених у таблиці, показує суттєву перевагу за значенням розчинності діоксиду вуглецю. Вказану перевагу більш логічно застосувати в бродильних технологіях або в спеціальних технологіях за рахунок примусового насичення рідинної фази діоксидом вуглецю. Так, за десатурації 10 кг CO₂ з 1 м³ середовища енергетичний потенціал переходу складе:

$$E = 10 \cdot 188,9 (273 + 12) = 538\,365 \text{ Дж.}$$

Якщо процес десатурації складе у часі 10 с, то потужність енергетичної трансформації оцінюється у середньому обчисленні величиною:

$$N = \frac{E}{a} = \frac{538,4}{10} = 53,84 \text{ кВт.}$$

Одержане значення потужності N приблизно на порядок перевищує імпульси енергетичних впливів у класичних технологіях. Створення на основі розчинених газів енергетичних накопичувачів можливе за штучного одержання різних рівнів термодинамічної рівноваги. Важливо, що закон Генрі дає вказівку на їх досягнення в кількісних співвідношеннях. Підвищення тиску CO_2 в системі із сировиною підвищеної вологості означає зростаючий рівень насичення рідинної фракції і зростаючий енергетичний потенціал. Досліди, які стосувалися ягід винограду, бурякової стружки, подрібнених фруктів тощо привели до однозначного висновку про ефективність швидкоплинного скидання тиску з руйнуванням структур твердої фази на міжклітинному і клітинному рівнях [7—10].

Очікування високого руйнівного рівня десорбції CO_2 з вологої фракції середовищ пов'язується з глибоким проникненням газу у складові середовища, у тому числі і на клітинному рівні.

Фізичне підґрунтя технологій різкого зниження тисків (ТРЗТ) відрізняється від фізичних основ дискретно-імпульсних технологій, хоча за структурною побудовою в отриманні енергетичних впливів вони подібні. В обох випадках передбачається накопичення енергетичного потенціалу з подальшим різким переведенням системи в метастабільний стан і до нового стану термодинамічної рівноваги. Аналіз енергетичних потенціалів порівнюваних систем приводить до висновку про їх еквівалентність і наближення потужностей, що реалізуються в НВЧ технологіях.

Відмінністю ТРЗТ-методів, порівняно з дискретно-імпульсними технологіями, є те, що підвищення їх енергетичних потенціалів супроводжуються різними напрямками зміни температур, оскільки розчинність газів зростає зі зниженням температури, а в ДІТ технологіях збільшенню потенціалів середовищ відповідає зростання температур.

При цьому на увагу в обох випадках заслуговує швидкоплинність зниження енергетичних потенціалів, яка може значно підсилюватися вакуумуванням середовищ. Залежно від рівня входження середовища в незрівноважений стан за показником температури швидкість її зниження може досягати $10 \dots 15^\circ \text{C}$ за секунду і більше на початку процесу з поступовим зменшенням цього показника. Таке швидкісне охолодження досягається за рахунок генерування пари в режимі адіабатного кипіння середовища і стосується всього його об'єму з поправкою на гідростатичний тиск. Особливістю режимів адіабатного кипіння є кавітаційні ефекти, частота появи яких за інших рівних умов залежить від висоти шару рідинної фази, оскільки у зв'язку з гідростатичними тисками верхні шари охолоджуються швидше.

Природа кавітаційних явищ при цьому є традиційною і пов'язаною з конденсацією пари в бульбашках.

Для випадків активної десатурації (дегазації) насичених середовищ можливість кавітаційних ефектів зменшується, оскільки колапс газових бульбашок може пов'язуватися зі збільшенням тиску в системі або зі зменшенням температури, що в умовах ТРЗТ не досягається.

Сучасне апаратурне оформлення процесів бродіння і технологій мікробіологічного синтезу зорієнтоване на використання герметичних апаратів, які працюють в умовах підвищених тисків або хоча б за існування в них гідростатичних тисків. Так, циліндро-конічні бродильні апарати пивзаводів, акратофори заводів шампанських вин, форфаси пивзаводів, апарати для вирощування мікроорганізмів, для зброджування квасу можуть мати висоту в десятки метрів. Зброджування цукровмістких середовищ означає насичення їх розчиненим діоксидом вуглецю до значень, які відповідають закону Генрі.

При цьому режим насичення має ту особливість, що CO_2 передається в рідинну фазу на молекулярному рівні і лише за досягнення значення сталої насичення c_n стає можливим утворення газової фази. Однак при цьому наявність гідростатичних тисків визначає нерівномірність концентрації розчиненого діоксиду вуглецю. Відповідний концентраційний градієнт формується від початку виділення CO_2 з верхніх шарів середовища, оскільки в більш заглиблених шарах за рахунок гідростатичного тиску насичення поки що не досягається.

Гідродинамічні параметри та інтенсифікація масообмінних процесів у газорідинних середовищах. Газорідинні середовища з дисперговою газовою фазою в значній кількості представлені в бродильних технологіях і в технологіях, пов'язаних з синтезом мікробних культур. У першому випадку вони будуються як анаеробні, а у другому — як аеробні. Очевидно, що ці особливості визначають природу газу диспергової фази. За анаеробної системи — це діоксид вуглецю, а за аеробних процесів — це суміш азоту, кисню і діоксиду вуглецю. Хоча фізико-хімічні властивості названих газів різні, однак їх дисперговані у рідинній фазі масиви створюють подібні фізичні поля і подібно реагують на зовнішні збурення систем. Очевидно, що самогенерування газової фази CO_2 у середовищі пов'язане з внутрішнім масообміном, а за аеробних процесів диспергована повітряна фаза генерується за рахунок барботажних або інших процесів. В обох випадках інтенсифікація масообміну пов'язана з гідродинамічним станом середовищ і можливостями впливу на них енергоматеріальними імпульсами. У зв'язку з викладеним розглянемо взаємозв'язки між геометричними характеристиками апаратів і середовищ, гідродинамічними параметрами, механічними імпульсними впливами і масообміном.

Прояв енергетичних наслідків зброджування середовищ відбувається у певній послідовності.

По-перше, в результаті життєдіяльності мікроорганізмів досягається накопичення в рідинній фазі спирту та діоксиду вуглецю з поступовим наближенням до стану насичення. При цьому час настання такого насичення на CO_2 в перехідному процесі та його числовий показник залежать від величини гідростатичного тиску. У зв'язку з цим зона утворення газової фази у формі бульбашок починається з поверхні рідинної фази і поступово розширюється у бік заглиблення в середовище.

За відомої і програмованої швидкості зброджування середовища можливим є визначення швидкості синтезу CO_2 $dc_n/d\tau$, $\text{кг}/(\text{м}^3 \cdot \text{с})$. Тоді за умови стабільної кількості мікроорганізмів та інших параметрів бродиння записуємо для елементарного шару товщиною dx на висоті x (рис. 3) умову:

$$\left(\frac{dc_n}{d\tau}\right)\tau_{(x)} = k_r (P_o + \rho gx), \text{ кг/м}^3, \quad (1)$$

де $\tau_{(x)}$ – час досягнення повного насичення шару на висоті x ; P_o – зовнішній тиск; ρ – питома маса рідинної фази.

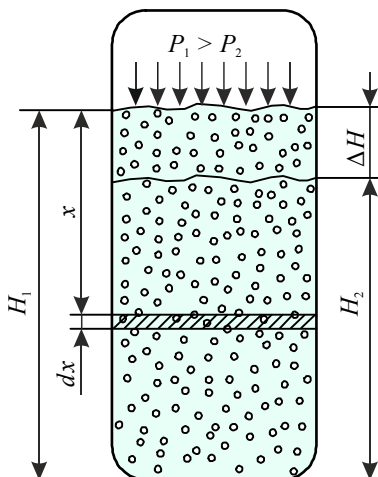


Рис. 3. Схема довизначення параметрів квазіпружної газорідинної системи

Звідси знайдемо:

$$\tau_{(x)} = k_r \frac{P_o + \rho gx}{dc_n/d\tau}, \text{ с}, \quad (2)$$

а час, за якого почнеться генерування газової фази CO_2 у повному об'ємі середовища, визначається за $x = H$. Тоді

$$\tau_{(x)} = k_r \frac{P_o + \rho gH}{dc_n/d\tau}. \quad (3)$$

По-друге, від моменту початку синтезу диспергованої газової фази розпочинається етап прояву потенціальної енергії набухлого шару газорідинної суміші. Це означає, що середовище вміщує в собі певний об'єм газової фази, що відповідає відомому поняттю газотримувальності здатності. Останню в експериментальних вимірах визначають різницею ΔH рівнів набухлого $H_{\text{наб}}$ і ненабухлого $H_{\text{н.н}}$ середовища:

$$u = F_{\text{ан}} (H_{\text{наб}} - H_{\text{н.н}}), \text{ м}^3,$$

де $F_{\text{ан}}$ — площа поперечного перерізу апарата, м^2 .

Утримувальна здатність середовища є важливою гідродинамічною характеристикою, пов'язаною з такими параметрами, як поверхня поділу фаз і приведена швидкість диспергованої газової фази $w_{пр}$.

Ефект утворення набухлого шару свідчить, що певна частина газорідинної суміші здійснила переміщення у гравітаційному полі проти сил тяжіння. Це означає, що виконана певна робота, величина якої дорівнює потенціальній енергії $m_{наб.}g\Delta H/2$, де $m_{наб.}$ — маса рідинної фази, що входить в набухлу частину шару. З певним наближенням будемо вважати, що об'єм рідинної фази на ділянці ΔH рівний утримувальній здатності. Це припущення дає змогу вирахувати:

$$m_{наб.} = u\rho_{рід.}, \text{ кг}, \quad (4)$$

де $\rho_{рід.}$ — питома маса рідинної фази.

Якщо вважати, що розподіл рідинної фази в набухлій частині є ізотропним, то потенціальна енергія набухлої частини системи дорівнює:

$$E_{наб.} = m_{наб.}g\frac{\Delta H}{2} = u\rho_{рід.}g\frac{\Delta H}{2}, \text{ Дж}. \quad (5)$$

Розчинений CO_2 має висотний розподіл, що визначає можливість використання відповідного градієнта як енергетичного потенціалу. Визначимо загальну кількість діоксиду вуглецю, що перебуває в розчиненому стані. Елементарна по висоті dx ділянка на рівні x (рис. 3) вміщує у собі CO_2 в кількості:

$$dM_{\text{CO}_2} = c_n dV = c_n F_{ан.} dx, \text{ кг}.$$

У результаті підстановки c_n одержуємо:

$$dM_{\text{CO}_2} = k_c (P + \rho g x) F_{ан.} dx, \text{ кг},$$

а інтегрування цього виразу дає змогу визначити кількість CO_2 для всього середовища:

$$\begin{aligned} M_{\text{CO}_2} &= \int_0^H k_c (P + \rho g x) F_{ан.} dx = k_r P F_{ан.} \int_0^H dx + k_r \rho g F_{ан.} \int_0^H x dx = \\ &= k_r P F_{ан.} H + k_r \rho g F_{ан.} \frac{H^2}{2} = k_r F_{ан.} H (P + 0,5\rho g), \text{ кг}. \end{aligned}$$

Знайдений енергетичний і відповідний матеріальний потенціали та відповідна їм структура середовища в динамічному стані зберігаються в період усталеної частини процесу бродіння. Очевидно, що зміни швидкості синтезу CO_2 мають відобразитися на визначених параметра, а також на геометричних параметрах бродильних апаратів.

По-третє, утворення динамічного газорідинного середовища означає наявність циркуляційних контурів. Природа їх появи пов'язана з переміщенням диспергованої газової фази, на що вказують відомі теоретичні та експериментальні визначення абсолютної і відносної швидкостей газової фази. Оскільки

ки швидкість спливання газових бульбашок визначається різницею рушійних архімедових сил та сил опору середовища і архімедові сили пропорційні кубу визначального розміру, а сили опору — квадрату останнього, то це вказує на нелінійність залежності швидкості відносного руху від розмірів газової фази. Проте в наших дослідженнях слід відмітити лише те положення, що стосовно середовищ з фіксованими параметрами швидкість газової фази також наближено фіксована. Наприклад, для середовищ із характеристиками близькими до води відносна швидкість бульбашок з діаметром 2...6 мм становить 0,25...0,27 м/с. Разом з тим в умовах газонасичених середовищ абсолютні швидкості перевищують відносні у 2—3 рази і більше, що відповідає залежності:

$$w_{\text{абс.}} = w_{\text{від.}} + w_{\text{рід.}}, \quad (6)$$

де $w_{\text{рід.}}$ — середня швидкість винесення газової фази в рідинних циркуляційних контурах.

Наявність висхідних гілок циркуляційних контурів означає наявність опускних і те, що такі контури є замкненими і спрацьовують на підвищення однорідності середовищ. Одночасно вкажемо на зв'язок між утримувальною здатністю середовища по газовій фазі і абсолютною швидкістю, що відображується формулою [10]:

$$u = \int_0^{H_{\text{зар.}}} \frac{M'RT}{P + H_{\text{рід.}} - (H - x)} \cdot \frac{dx}{w_{\text{абс.}}}, \text{ м}^3, \quad (7)$$

де M' — масовий синтез CO_2 , кг/с.

Потенціальна енергія газорідинної системи визначається сукупністю $E_{\text{наб.}}$ та енергії стиснутої газової фази. При цьому в пошуках можливостей силових впливів на газорідинну систему слід звернутися до її квазіпружних властивостей [10; 11]. Розподілена у повному об'ємі диспергована газова фаза виконує роль пружної складової, яка відгукується, наприклад, на зміни тисків. При цьому реакція кожної бульбашки незалежно від її координат у середовищі є повноцінним відгуком на зміну тиску у формі змін розмірів і об'єму. Водночас така деформація сукупності бульбашок диспергової газової фази означає зменшення показника газотримувальної здатності, що має супроводжуватися зменшенням набухання ΔH . Зниження тиску до номінального повинно завершитися стабілізацією параметрів на попередньому рівні. Очевидно, що за таких умов результат силового впливу залежить від динаміки зміни останнього та його величини і цілком досяжним є значення, яке приведе дисперговану газову фазу до колапсу. Така ситуація має оцінюватися повним аналогом кавітаційних ефектів з паровою фазою. Оскільки фізичним підґрунтям колапсу газових бульбашок є тиск, то з урахуванням градієнта гідростатичного тиску він буде відбуватися у послідовності, починаючи з нижніх шарів. Таким чином, для таких газонасичених середовищ з дисперговою газовою фазою досягається можливість часткового або повного колапсу з аналогом потужних впливів на рівні кавітаційних.

Якщо силові впливи не досягають значень, за яких відбувається колапс газових бульбашок, то система перетворюється на квазіпружну у формі роз-

поділеної маси по вертикальній координаті. Разом з тим за наявності даних щодо утримувальної здатності по газовій фазі стає можливою оцінка рівня деформації середовища по висоті. Це означає досягнення оцінки пружних властивостей системи на рівні приведеної жорсткості (рис. 3).

Висновки

1. Енергетичні потенціали зброджуваних газорідних середовищ складаються з хімічної енергії цукристих речовин, синтезованого етилового спирту, потенціальної енергії розчиненої газової фази, диспергованої газової фази, кінетичної енергії циркуляційних контурів і потенціальної енергії середовища за градієнтом насичення CO₂.

2. У сучасному апаратному оформленні бродильних процесів названі енергетичні потенціали цілеспрямованого використання не знаходять.

3. Енергетичні потенціали зброджуваних анаеробних середовищ створюються на основі розчиненої, а потім диспергованої газової фази в результаті взаємодій гравітаційного поля, законів розчинності Генрі і Архімеда. Співвідношення між силами Архімеда і опору середовищ визначають газоутримувальну здатність останніх. У зв'язку з цим газоутримувальна здатність і енергетичні потенціали збільшуються зі збільшенням висоти ізоб'ємних бродильних апаратів.

Література

1. *Кунце В.* Технология солода и пива / В. Кунце, Г. Мит: пер. с нем. — Санкт-Петербург : Профессия, 2001. — 912 с.
2. *Пирог Т.П.* Загальна мікробіологія / Т.П. Пирог. — Київ : НУХТ, 2010. — 632 с.
3. *Губський Ю.І.* Біоорганічна хімія: підруч. / Ю.І. Губський. — 2-е вид., доопрацьоване та доп. — Київ-Вінниця : Нова Книга, 2007. — 432 с.
4. Справочник специалиста пищевых производств. Книга 2. Теплофизические процессы. Энергосбережение / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др. — Киев : АртЭк, 2003. — 432 с.
5. *Глинка Н.Л.* Общая химия / Н.Л. Глинка. — Ленинград : Химия, 1984. — 704 с.
6. *Тиманюк В.А.* Биофизика / В.А. Тиманюк, Е.Н. Животова. — Київ : «Професіонал», 2004. — 704 с.
7. Патент 83132 UA, МПК C13D 1/00 (2006.01) Система підготовки стружки до дифузійного процесу / Соколенко А.І., Піддубний В.А., Шевченко О.Ю., Піддубний Ю.А., Котенко М.М., Максименко І.Ф.; заявник Національний університет харчових технологій. — № а200611507; заявл. 01.11.2006; опубл. 10.06.2008, Бюл. № 11, 2008 р.
8. Патент 85414 UA, МПК C13D 1/00 (2009.01) Система для одержання дифузійного соку / Соколенко А.І., Піддубний В.А., Шевченко О.Ю., Піддубний Ю.А., Котенко М.М., Максименко І.Ф.; заявник Національний університет харчових технологій. — № а200611504; заявл. 12.05.2008; опубл. 26.01.2009, Бюл. № 2, 2009 р.
9. Патент 97895 UA, МПК C12C 7/00 (2006.01), F04F 5/20 (2006.01) Варильний агрегат для пива / Соколенко А.І., Козодой Ю.А., Піддубний В.А.; заявник Національний університет харчових технологій. — № а201013165; заявл. 05.11.2010; опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6, 2012 р.
10. *Піддубний В.А.* Наукові основи і апаратне оформлення перехідних процесів харчових і мікробіологічних виробництв: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.12 / Піддубний Володимир Антонович; НУХТ. — Київ, 2007. — 421 с.
11. *Піддубний В.А.* Енергетичне підґрунтя тепло- і масообміну в харчових технологіях / В.А. Піддубний // Харчова промисловість. — 2008. — № 6. — С. 80—83.

EFFECT OF PULSED ELECTRIC FIELDS ON THE AMINO ACID COMPOSITION OF WHOLE MILK

R. Svyatnenko, A. Ukrainets, A. Marynin, O. Kochubei-Lytvynenko

National University of Food Technologies

M. Boyko

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

Key words:

Pulsed Electric Fields

Whole (raw) milk

Amino acids

Article history:

Received 15.01.2018

Received in revised form
01.02.2018

Accepted 12.02.2018

Corresponding author:

R. Svyatnenko

E-mail:

Svyatnenko@i.ua

ABSTRACT

The article is devoted to the study of the nature of the impact of pulsed electric fields (PEP) on the amino acid composition of whole milk.

Biological value of protein is characterized by the rate of its amino-acid composition and its need in organism to synthesize the protein. Protein substances, which do not include at least one of the vital amino acids, contain them in very small quantities, cannot ensure normal activity of the organism, are classified as inferior. That is why while determining milk nutrition value one must consider first of all in what measure the quantitative ratio of essential and nonessential amino acids, present in milk is close to optimal ratio, determined by international WHO organization and general correlation of essential and nonessential amino acids. In examples received from the researched groups of pigs the increase of nonessential amino-acids synthesis has been discovered. By exceeding the permissible titer, the microorganisms of QMAFAnM and CGB can cause damage to the finished product and even food poisoning.

Object of investigation: pulsed electric fields. Subject of the study: whole milk before and after treatment with pulsed electric fields.

It has been established that by the treatment of whole milk with strong pulsed electric fields (PEP) with tensities range of 10 to 50 kV/cm with a total processing time in a stationary working chamber, taking into account pauses between impulses, up to 30 seconds inclusive, milk contains all essential amino acids.

During the study it was founded, that the dominant amino acid is lysine, while the limiting group is meteonin + cystine. As a result of the amino acid composition of the studied samples with the reference protein comparison, utilization factor was calculated, which is 1.25 and 1.23. It has been proved that processing of PEP does not significantly affect the amino acid composition of raw milk to be treated, this treatment shows a slight decrease in the content of all amino acids, but its biological value corresponds to medical and biological requirements.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-16

ВПЛИВ ІМПУЛЬСНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПОЛІВ НА АМІНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД НЕЗБИРАНОГО МОЛОКА

Р.С. Святненко, А.І. Українець, А.І. Маринін, О.В. Кочубей-Литвиненко
Національний університет харчових технологій

М.І. Бойко

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Стаття присвячена дослідженню характеру впливу імпульсних електричних полів (ІЕП) на амінокислотний склад незбираного (сирого) молока.

Біологічна цінність білка характеризується ступенем відповідності його амінокислотного складу потребам організму в амінокислотах для синтезу білка. Білкові речовини, до складу яких не входить хоча б одна з життєво необхідних амінокислот чи міститься їх у дуже незначній кількості, що не може забезпечити нормальну діяльність організму, належать до неповноцінних. З огляду на це при визначенні харчової цінності молока враховували насамперед, якою мірою кількісне співвідношення незамінних амінокислот, що міститься в ньому, наближається до оптимального, визначеного міжнародною комісією ФАО/ВООЗ, а також сумарне співвідношення незамінних і заміінних амінокислот.

Об'єкт дослідження: імпульсні електричні поля. Предмет дослідження: амінокислотний склад незбираного молока до та після оброблення імпульсними електричними полями.

Оброблення незбираного молока здійснювали на експериментальній установці, що складається з трансформатора, іскрових розрядників, ємнісних нагромаджувачів енергії, системи керування, робочої камери.

Встановлено, що при обробленні незбираного молока сильними імпульсними електричними полями (ІЕП) з напруженостями в діапазоні від 10 до 50 кВ/см при загальній тривалості обробки в стаціонарній робочій камері, враховуючи паузи між імпульсами, до 30 с включно молоко містить усі незамінні амінокислоти.

У ході досліджень з'ясовано, що домінуючою амінокислотою є лізин, а лімітуючою — група метеонін + цистин. У результаті порівняння амінокислотного складу досліджуваних зразків з еталонним білком було розраховано коефіцієнт утилітарності, який становить 1,25 і 1,23. Доведено, що обробка ІЕП суттєво не впливає на амінокислотний склад сирого молока, що підлягає обробці. При такій обробці спостерігається незначне зниження вмісту всіх амінокислот, але при цьому його біологічна цінність відповідає медико-біологічним вимогам.

Ключові слова: імпульсні електричні поля, незбиране (сире) молоко, амінокислоти.

Постановка проблеми. Серед продуктів харчування значне місце належить рідким харчовим продуктам: безалкогольним напоям, пиву, молоку, натуральним винам тощо.

Відомі технології подовження термінів зберігання цих продуктів базуються на термічному обробленні (пастеризація та стерилізація), застосуванні ультрафільтрації, добавках до продукту різних за своєю природою хімічних консервантів. При цьому харчові й органолептичні властивості рідких харчових продуктів суттєво погіршуються [1].

Перспективним напрямом підвищення термінів зберігання цих продуктів є застосування електрофізичних методів — сильних імпульсних електричних полів без розрядів.

Наведеним напрямкам досліджень присвячені праці М.І. Бойка [2—4], в яких представлено опис ІЕП-технології (або КВІД-технології, де КВІД — комплекс високовольтних імпульсних дій), експериментальних установок і камер різних типів для реалізації цієї технології. Деякі результати досліджень щодо оброблення рідких харчових продуктів за допомогою КВІД представлено в [5]. Автори [6] стверджують, що імпульсна обробка дає змогу зберігати харчову і біологічну цінність дослідних зразків порівняно з традиційною тепловою пастеризацією, а тим більше високотемпературної стерилізацією. Результати досліджень [7] показали, що дія ІЕП при напруженості ≈ 30 кВ/см протягом 30 с забезпечує значний ступінь інактивації кишкової палички *Escherichia coli*.

Метою дослідження є визначення амінокислотного складу і біологічної цінності незбираного молока, обробленого сильними імпульсними електричними полями.

Матеріали і методи. Одним із важливих компонентів коров'ячого молока є його білок, що являє собою джерело з високою біологічною цінністю. Він поділяється на казеїни (казеїнат кальцію) і сироваткові білки (альбуміни і глобуліни).

З хімічної точки зору білки — це високомолекулярні сполуки, що складаються з різних амінокислот. Амінокислоти молока добре збалансовані та засвоюються практично повністю. Вони виконують функцію «будівельних блоків», з яких будується білкова структура організму, беруть участь в утворенні нуклеїнових кислот, ліпідів, гормонів.

Незамінні амінокислоти (ізолейцин, лізин, лейцин, фенілаланін, метіонін, треонін, валін і триптофан) не можуть утворюватися в організмі дорослої людини з інших амінокислот і безпосередньо надходять в організм людини тільки з їжею.

При проведенні досліджень використовувалася експериментальна установка, розроблена фахівцями в НТУ «Харківський політехнічний інститут», електрична схема якої наведена на рис. 1. Характеристики установки представлені в табл. 1.

Незбиране молоко з початковою температурою (22 ± 2) °С обробляли в стаціонарній камері закритого типу об'ємом 150 см^3 . У робочу камеру впродовж 10—30 с здійснювалася подача енергії через іскрові розрядники. Напряму на робочій камері з оброблюваним продуктом (сирим молоком) реєстрували цифровим осцилографом фірми Rigol зі смугою пропускання 100 МГц.

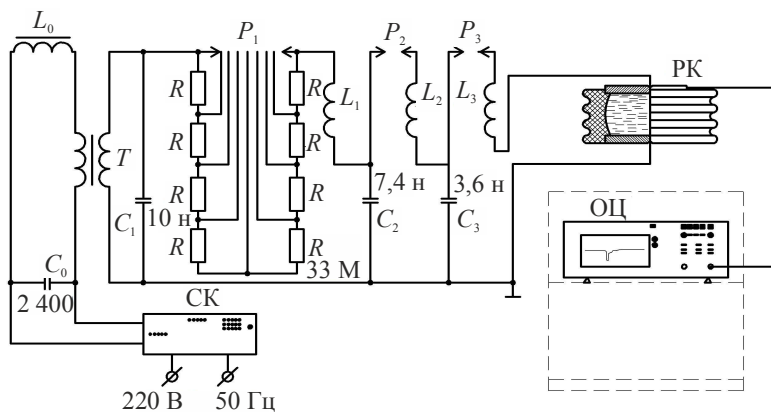


Рис. 1. Схема експериментальної установки для обробки рідких продуктів сильними імпульсними електричними полями: L_0 — дросель на броньовому магнітопроводі з еквівалентним перерізом $100 \cdot 90$ мм; T — трансформатор ИОМ-100/100; L_1 — L_3 — паразитні індуктивності контурів; P_1 — P_3 — іскрові розрядники; C_1 — C_3 — ємнісний нагромаджувач енергії; C_0 — батарея конденсаторів; СК — система керування; СППУР — система підготовки, перекачування і упаковки рідин; ОЦ — осцилограф; РК — робоча камера

Таблиця 1. Характеристики установки

Напруга на ємнісних нагромаджувачах, кВ енергії, кВ	до 100
Частота проходження імпульсів, імп/с	до 400
Напруженість імпульсного електричного поля, кВ/см	до 100
Тривалість імпульсу, мкс	~1
Тривалість фронту імпульсів, нс	~30
Середня потужність генератора, кВт	50
Орієнтовний ресурс генератора, кількість імпульсів	$10^{10} \dots 10^{11}$

Аналіз осцилограми, яка наведена на рис. 2, показує, що амплітуда напруги на робочій камері складає ≈ 30 кВ, напруженість електричного поля в робочій камері (РК) ≈ 20 кВ/см, а тривалість фронту імпульсу ≈ 35 нс.

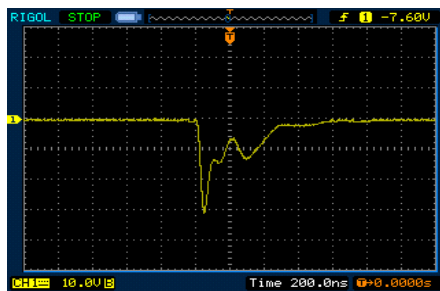


Рис. 2. Типова осцилограма напруги на РК з оброблюваним молоком

Напруженості електричного поля E_m в робочій камері визначали за методом [2].

Амінокислотний склад білків визначали на автоматичному аналізаторі амінокислот Т339 виробництва «Мікротехна», Чехія.

Результати і обговорення. Результати досліджень амінокислотного складу обробленого молока представлені в табл. 2

Таблиця 2. Амінокислотний склад обробленого молока

Назва показника	Вміст у контролі		Вміст в обробленому молоці	
	1мг/100г продукту	1мг/1г білка	1мг/100г продукту	1мг/1г білка
Лізин	232	79,73	220	75,60
Треонін	141	48,45	140	48,11
Метіонін	70	24,05	64	21,99
Цистеїн	29	9,97	27	9,28
Валін	152	52,23	146	50,17
Ізолейцин	148	50,86	123	42,27
Лейцин	207	71,13	203	69,76
Тирозин	165	56,70	133	45,70
Фенілаланін	100	34,36	94	32,30
Триптофан	32	11,00	30	10,31

Досліджено вміст кожної амінокислоти та встановлено незначні зниження вмісту амінокислот в оброблювальному зразку. У табл. 3 представлено вміст незамінних амінокислот обробленого молока порівняно з ідеальним білком за шкалою ФАО/ВОЗ [8].

Таблиця 3. Амінокислотний склад обробленого молока порівняно з ідеальним білком

Найменування незамінної амінокислоти (НАК)	Вміст НАК, мг / 1 г в молоці		
	Ідеальний білок	Контроль	Оброблене молоко ІЕП
Лізин	55,00	79,73	75,60
Треонін	40,00	48,45	48,11
Метіонін+цистин	35,00	34,02	30,57
Валін	50,00	52,23	50,17
Ізолейцин	40,00	51,55	42,27
Фенілаланін+тирозин	60,00	91,06	78
Лейцин	70,00	71,13	70,45
Триптофан	10,00	11,34	10,31
Сумарна масова частка НАК, мг/100 г білка	350	405,15	373,88

У результаті відбувається зниження відсоткового вмісту амінокислот. Найбільше зниження спостерігається у вмісті ізолейцину (51,55 мг в контролі та 42,27 мг в дослідному зразку) та у групи амінокислот фенілаланін-тирозин (91,06 мг в контрольному зразку проти 78 мг в оброблювальному зразку). Найменшого впливу зазнали такі амінокислоти, як треонін (48,45 мг в контролі та 48,11 в дослідному зразку) й амінокислоти лейцин (71,13 мг в контролі та 70,45 мг в дослідному зразку).

Далі було розраховано амінокислотний СКОР (відношення скору білка продукту до скору білка етанолу) есенціальних амінокислот і встановлено, що показники СКОРу лізину, треоніну, валіну, ізолейцину, фенілаланіну,

тирозину, лейцину й триптофану перевищують 100%, тоді як для метеоніну та цистеїну цей показник становить, відповідно, 97,20 та 89,35, з чого можна зробити висновок, що ці амінокислоти є лімітуючі.

Результати розрахунків амінокислотних СКОРів представлені в табл. 4.

Таблиця 4. Амінокислотний СКОР молока

Найменування незамінної амінокислоти (НАК)	Амінокислотний СКОР, % для сироватки молочної	
	Контроль	Оброблене молоко ІЕП
Лізін	144,95	137,46
Треонін	121,13	120,27
Метіонін+цистин	97,20	89,35
Валін	104,47	100,34
Ізолейцин	128,87	105,67
Фенілаланін+тиросин	112,83	130,01
Лейцин	101,62	100,64
Триптофан	109,97	103,09

Надлишковий вміст амінокислот використовується організмом на енергетичні потреби, тому для оцінки ступеня використання білка нами було розраховано коефіцієнт різниці СКОРу (КРАС), який є середнім арифметичним надлишків СКОРу незамінних амінокислот відповідно СКОРу лімітуючої амінокислоти.

Розрахунок біологічної цінності зразків здійснювали за формулою М.П. Чернікова.

Рівняння розрахунку біологічної цінності наведено у формулі:

$$БЦ = 100 - КРАС, \% \tag{1}$$

Дані з розрахунку наведені на рис. 3.

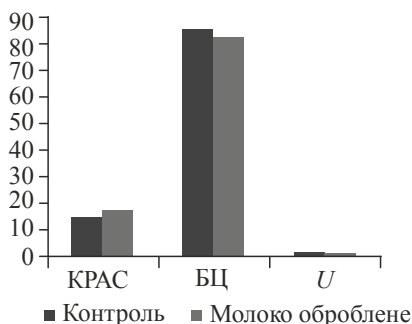


Рис. 3. Показники біологічної цінності білків

Для оцінки збалансованості незамінних амінокислот відносно еталонного білка розраховували коефіцієнт утилітарності (U):

$$U = AC_{\min} \frac{\sum_{j=1}^8 HAK_{ek}}{\sum_{j=1}^8 HAK_k}, \tag{2}$$

де AC_{\min} — мінімальний зі скорів незамінних амінокислот; $\sum_{j=1}^8 HAK_{ek}$ — сумарний вміст незамінних амінокислот у білку еталону, мг/г білка; $\sum_{j=1}^8 HAK_k$ — сумарний вміст незамінних амінокислот у білку продукту, мг/г.

Висновок

Досліджено амінокислотний склад обробленого ІЕП полями незбираного молока та встановлено, що оброблене молоко містить усі незамінні амінокислоти. Визначено, що домінуючою амінокислотою є лізин, а лімітуючою — група метеонін+цистин. У результаті порівняння амінокислотного складу досліджуваних зразків з еталонним білком було розраховано коефіцієнт утилітарності, який становить 1,25 і 1,23. Для розрахунку біологічної цінності було визначено коефіцієнт різниці амінокислотного складу. Біологічна цінність обробленого молока становить 82,02%, що є досить високим показником. Доведено, що обробка ІЕП суттєво не впливає на амінокислотний склад обробленого молока. При такій обробці спостерігається незначне зниження всіх амінокислот, але при цьому його біологічна цінність відповідає медико-біологічним вимогам.

Література

1. Гулий І.С. Электроискровые технологии в пищевой промышленности: перспективы застосування / І. С. Гулий, А.І. Українець, Ю.О. Дашковський [та ін.] // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2002. — № 13. — С. 34—39.
2. Бойко Н.И. Высоковольтный генератор импульсов со средней мощностью до 50 кВт для обработки пищевых продуктов / Н.И. Бойко, А.Н. Тур, Л.С. Евдошенко, А.И. Зароченцев, В.М. Иванов // Приборы и техника эксперимента. — 1998. — № 2. — С. 120—126.
3. Бойко Н.И. Установка для обработки текучих продуктов при помощи комплекса высоковольтных импульсных воздействий и результаты исследований / Н.И. Бойко, А.Н. Тур, Л.С. Евдошенко, В.М. Иванов, А.И. Зароченцев, В.В. Рудаков, А.И. Божков // Технічна електродинаміка. — 2001. — № 4. — С. 59—63.
4. Бойко Н.И. Технологии, основанные на воздействии сильных импульсных электрических полей // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки». — 2002. — Частина 6. — С. 94—99.
5. Бойко Н.И. Влияние комплекса высоковольтных импульсов и других физических факторов на интенсивность размножения *Anabaena flos aquae* / Н.И. Бойко, А.И. Божков // Биофизика. — 2002. — Т. 47. — № 3. — С. 531—538.
6. Zhang Q.H. Engineering aspects of pulsed electric field pasteurization. / Q.H. Zhang, G.V. Barbosa-Canovas, B.G. Swanson // Journal of Food Engineering. (1995). — 25. — P. 261—281.
7. Святненко Р.С. Влияние импульсного электромагнитного поля на жизнеспособность *Escherichia coli* в модельном растворе молочной сыворотки / Р.С. Святненко // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. — 2016. — Т. 18. — № 2—3(68). — С. 125—131.
8. Смоляр В.И. Рациональное питание / В.И. Смоляр. — Київ : Наук. думка, 1991. — 365 с.

METHODOLOGY OF CONSTRUCTION CALCULATION OF BIOREACTORS WITH A JOINT ACTION OF DIFFERENT LOADS

A. Kopylenko

National University of Food Technologies

V. Shybetsky, S. Kostyk, V. Povodzinskiy

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Key words:

Permissible stress

Yield strength

Strength limit

Load

Strength

Stiffness

Structural calculation

Article history:

Received 12.01.2018

Received in revised form

26.01.2018

Accepted 07.02.2018

Corresponding author:

A. Kopylenko

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

In the article the methodology of automated constructive calculation of capacitive device, which is under the joint action of several types of loads, is proposed. A static analysis of the effect of pressure, axial force, bending moment and distributed transverse force was carried out. For modeling device with given overall dimensions and features of structural elements, taking into account the physical properties of the material from which it was made and the parameters of the technological process, a computer calculation was made in the SolidWorks. The purpose of the calculation was to determine the optimal geometric parameters of the device, the selection of material, the need to strengthen it due to increase rigidity of the design. The efficiency of using various technical solutions for increasing durability and stiffness of the structure is analyzed.

The following technical solutions were proposed to increase the strength and stability of the capacitive equipment: firstly, the classical approach, implemented during the installation of transverse rigid rings; and secondly, the use of a toroidal and flat transition to weld a shirt; and thirdly, the use of longitudinal stiffness ribs. In addition, the impact on the strength and stability of the elements of equipment, with the attachment of an elliptical bottom and a cover, is analyzed. The configuration and the number of additional hardness elements are selected by optimizing design in the SolidWorks medium. All these solutions have yielded positive results with different efficiency, but the use of a specific solution should be selected, based on the specific situation and features of the technological process. Recommendations on the use of specific technical implementations were given. The materials of the presented research can be used as a guide in the practical activity of design engineers and in the educational process when designing capacitive equipment of different sizes and productivity.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-17

МЕТОДОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНОГО РОЗРАХУНКУ ФЕРМЕНТЕРІВ ПІД СПІЛЬНОЮ ДІЄЮ ДЕКІЛЬКОХ ВИДІВ НАВАНТАЖЕНЬ

А.В. Копиленко

Національний університет харчових технологій

В.Ю. Шибецький, С.І. Костик, В.М. Поводзинський

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

У статті запропоновано методологію автоматизованого конструктивного розрахунку ємнісного апарата, який знаходиться під спільною дією декількох видів навантажень. Проведено статичний аналіз дії тиску, осьової сили, згинального моменту та розподіленої поперечної сили. Для модельної ємності із заданими габаритними розмірами й особливостями елементів конструкції, враховуючи фізичні властивості матеріалу, з якого вона виготовлена та параметри технологічного процесу, було проведено комп'ютерний розрахунок у середовищі SolidWorks. Метою розрахунку було визначення оптимальних геометричних параметрів ємності, підбір матеріалу, необхідність її зміцнення за рахунок підвищення жорсткості конструкції. Проаналізовано ефективність використання різних технічних рішень для підвищення міцності та жорсткості конструкції.

Для підвищення міцності і стійкості ємнісного обладнання запропоновано використання таких технічних рішень: по-перше, класичний підхід, реалізований у встановленні поперечних кілець жорсткості; по-друге, використання торіодального і плоского переходу для зварювання із сорочкою; по-третє, використання повздовжніх ребер жорсткості. Крім того, аналізувався вплив на міцність і стійкість елемента обладнання при прикріпленні до нього еліптичного днища та кришки з відбортковою шляхом зварювання. Конфігурація та кількість додаткових елементів жорсткості підбиралися шляхом оптимізації конструкції в середовищі SolidWorks. Усі ці рішення давали позитивні результати з різною ефективністю, однак необхідне рішення повинно вибиратись з урахуванням конкретної ситуації, особливостей і специфіки технологічного процесу. Надано рекомендації щодо використання конкретних технічних реалізацій. Матеріали представлено дослідження можуть бути використані як посібник у практичній діяльності інженерів конструкторів і в навчальному процесі, при проектуванні ємнісного обладнання різних типорозмірів і продуктивності.

Ключові слова: допустиме напруження, границя текучості, границя міцності, навантаження, міцність, жорсткість, конструкційний розрахунок.

Постановка проблеми. Обладнання фармацевтичних і біотехнологічних виробництв представлене широкою номенклатурою, однак усі конструкції складаються із стандартних технічних рішень. Серед таких елементів обладнання варто відмітити опуклі днища, кришки, обичайки, штуцери, фланці,

опори тощо. У загальному випадку елементи конструкції апаратів працюють під спільною дією внутрішнього надлишкового або зовнішнього тиску, осьового стискаючого зусилля, згинаючого моменту та поперечного зусилля (наприклад, колонні апарати) [1; 2]. У цьому випадку товщина стінки обичайки попередньо визначається за умов міцності або стійкості від дії відповідного тиску, після чого проводять перевірку стійкості обичайок, які працюють під спільною дією декількох видів навантажень, для робочих умов та, у разі необхідності, умов випробувань за формулою [1—4]:

$$\frac{P}{[P]} + \frac{F}{[F]} + \frac{M}{[M]} + \left(\frac{Q}{[Q]} \right)^2 \leq 1,$$

де P , F , M , Q — значення діючих на обичайку тиску (внутрішнього або зовнішнього, МПа), осьової сили (розтягуючої або стискаючої, МН), згинаючого моменту (МН·м) та розподіленої поперечної сили (МН/м), відповідно; $[P]$, $[F]$, $[M]$, $[Q]$ — допустимі значення тиску (внутрішнього або зовнішнього, МПа), осьової сили (розтягуючої або стискаючої, МН), згинаючого моменту (МН·м) та поперечної сили (МН/м) відповідно.

За відсутності дії на елемент обладнання якогось із навантажень відповідний доданок не включається до умови міцності при дії декількох видів навантажень.

Однак стандартний розрахунок, який проводиться, має ряд недоліків:

- тривалий час проведення розрахунків;
- складність розрахунків при спільній дії навантажень як у крайовій зоні, так і по всьому периметру;
- можливість проведення розрахунків виключно для одного перетину;
- складність візуалізації отриманих результатів [5—7].

Нами запропоновано методологію розрахунку таких елементів обладнання з використанням сучасного комп'ютерного пакета SolidWorks, що дає змогу проводити конструктивний розрахунок елементів ємнісного апарата з урахуванням особливостей проведення процесу [8].

Також слід зазначити, що класичним шляхом, який застосовується при проектуванні ємнісного обладнання у випадку невиконання умови міцності чи стійкості, є збільшення товщини стінки до наступного у ряді стандартного листового прокату або заміна матеріалу на матеріал з більш високими механічними параметрами міцності. Однак на сьогодні собівартість обладнання безпосередньо залежить від вартості матеріалів, тому більш раціональним, на наш погляд, є встановлення додаткових конструкцій (кілець і ребер) для підвищення загальної жорсткості і міцності конструкції [1—2].

Мета статті: розробка методології проведення автоматизованого розрахунку елементів конструкції ємнісного обладнання за умови спільної дії декількох видів навантажень.

Викладення основних результатів дослідження. *Перевірка на міцність і стійкість внутрішньої циліндричної обичайки.* Для проведення моделювання було створено розрахункову модель у середовищі SolidWorks та обрані нижченаведені орієнтовні початкові дані. Внутрішній діаметр оболонки — 1400 мм, висота циліндричної частини — 1500 мм, виконавча товщина —

4 мм, фізико-хімічні властивості матеріалу корпусу вибиралися для нержавіючої сталі AISI 321 з урахуванням температурного режиму в 140° С, який відповідає технологічній стадії стерилізації. Були проведені дослідження циліндричної обичайки (корпусу), яка знаходиться під спільною дією зовнішнього тиску й осової сили. Випробування проводилися для зовнішнього тиску 0,4 МПа й осової сили 2кН.

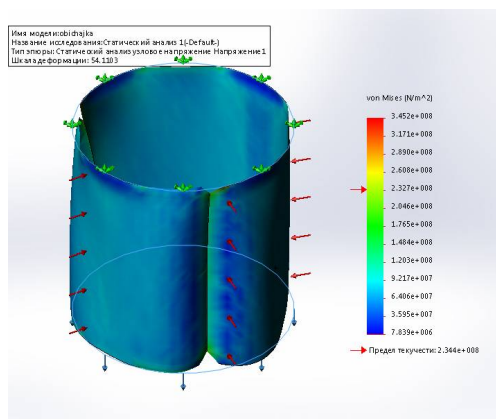


Рис. 1. Напружений і деформований стан обичайки

Результати розрахунків і дослідження показали перевищення меж текучості на 112 МПа в крайовій зоні обичайки, що, у свою чергу, викликає втрату стійкості і пластичні деформації (рис. 1).

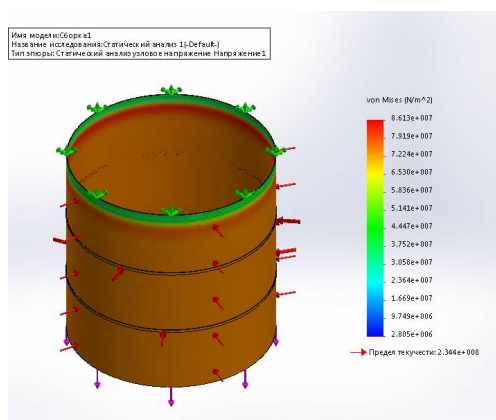


Рис. 2. Напружений і деформований стан обичайки, укріпленої кільцями жорсткості

Для підвищення спроможності конструкції сприймати задані навантаження було прийнято рішення встановити два кільця жорсткості (рис. 2). Це дало змогу знизити крайові напруження до 86,1 МПа, що набагато нижче за межу текучості 234,4 МПа. Крім того, виникла необхідність перевірити вплив елементів конструкції на міцність. Тобто розглянуто обичайку (без кілець жорсткості) в комплексі з привареними до неї встик днищем і кришкою (рис. 3).

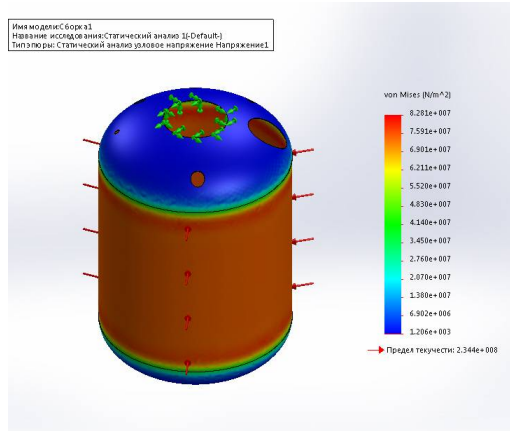


Рис. 3. Напружений і деформований стан обичайки з привареним до неї днищем і кришкою

У результаті було встановлено, що корпус апарата в комплексі компенсує напруження, які виникають у крайовій зоні обичайки (нижче за границю текучості) і зберігають конструкцію стійкою до пружинних деформацій.

Отже, з огляду на напружений стану конструкційні особливості і технологічні параметри запропонована конструкція проходить за всіма розрахунками на міцність і стійкість є працездатною, надійною і безпечною.

Розрахунок на міцність циліндричної сорочки.

Нами були проведені дослідження циліндричної сорочки, яка знаходиться під спільною дією внутрішнього надлишкового тиску й осьової сили. Випробування проводилися для внутрішнього тиску 0,4 МПа і осьової сили 2кН. Фізико-хімічні властивості вибиралися для нержавіючої сталі AISI 321 з урахуванням температурного режиму в 140° С, товщини стінки 2 мм і внутрішнього діаметра 1600 мм. Розрахунки проводилися для плоского (кільцевого) і тороїдального переходу.

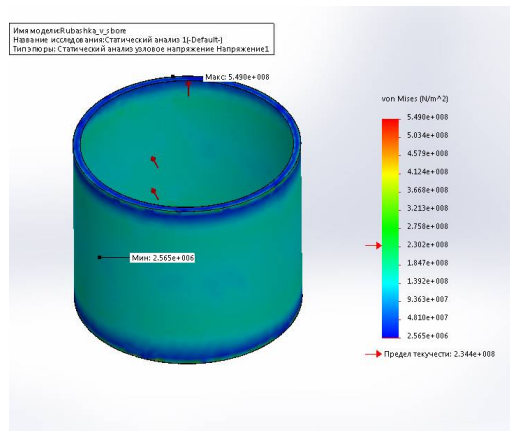


Рис. 4. Напружений і деформований стан сорочки з плоским (кільцевим) переходом

Результати розрахунків і дослідження показали перевищення границі текучості на 315 МПа в крайовій зоні обичайки, що, у свою чергу, спричиняє втрату стійкості і призводить до виникнення пластичних деформацій.

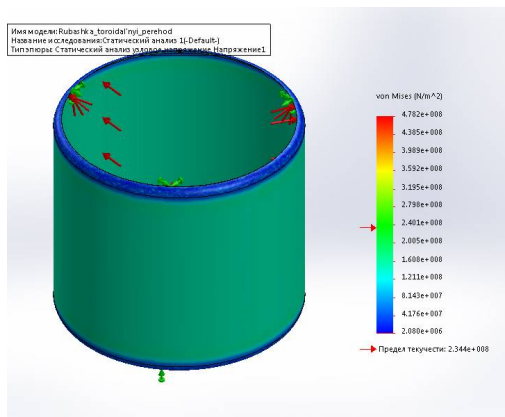


Рис. 5. Напружений і деформований стан сорочки з торіодальним переходом

Результати моделювання показали перевищення границі текучості на 244 МПа в крайовій зоні обичайки, що, у свою чергу, викликає втрату стійкості і відповідає пластичним деформаціям (рис. 5). Однак слід зазначити, що торіодальний перехід знизив напруження в крайовій зоні на 80 МПа, порівнюючи з плоским (кільцевим) переходом.

Оскільки вибір матеріалу з кращими механічними властивостями безпосередньо пов'язаний із збільшенням його вартості, тому що збільшення товщини стінки призводить до збільшення вартості одиниці продукції, було прийнято рішення спробувати підвищити міцність конструкції за рахунок встановлення кілець і ребер жорсткості.

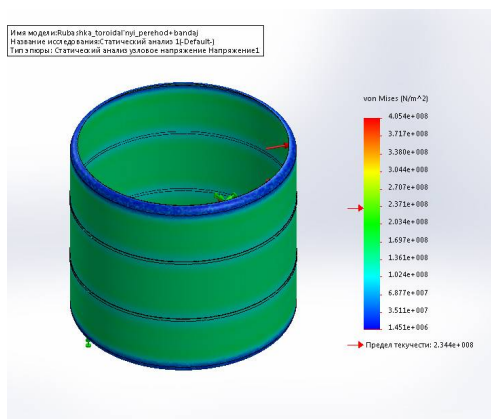


Рис. 6. Напружений і деформований стан сорочки, укріпленої кільцями жорсткості

Результати моделювання показали перевищення границі текучості на 171 МПа в крайовій зоні обичайки, що, у свою чергу, викликає втрату стій-

текучості на 4 МПа в крайовій зоні сорочки. Було прийнято рішення розглянути конструкцію в комплексі суцільнозварного апарата.

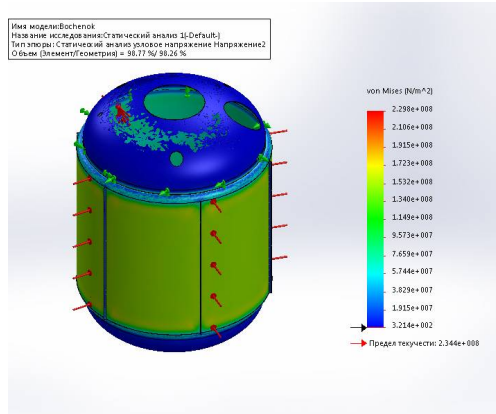


Рис. 9. Напружений і деформований стан сорочки, укріпленої шістьма ребрами жорсткості в комплексі з тороїдальним переходом

Результат: конструкція (рис. 9) витримує задані навантаження в межах границі текучості. Однак запас міцності незначний і складає близько 5%. За всіма відомими нормативами він повинен перевищувати 10%. Установка восьми поздовжніх ребер ситуацію суттєво не покращила, і тому такий варіант не є раціональним з точки зору проведення великого обсягу зварювальних робіт.

Установка внутрішніх ребер також не дала позитивних результатів за межею текучості (рис. 10).

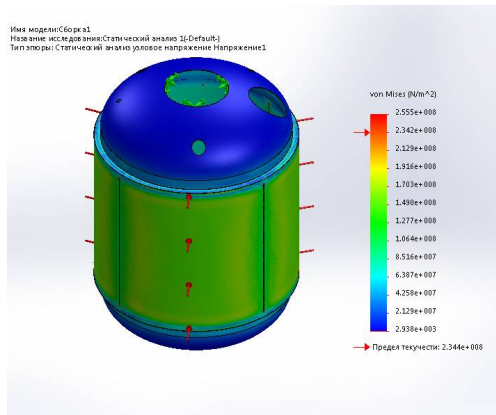


Рис. 10. Напружений і деформований стан сорочки, укріпленої шістьма внутрішніми ребрами жорсткості в комплексі з плоским переходом

Окремим пунктом розглядалася можливість створення так званої секційної сорочки, що, у свою чергу, одночасно працює як теплообмінний пристрій і як ребро жорсткості, проте результати показали перевищення межі текучості практично в 2 рази, що є несприятливим фактором (рис. 11).

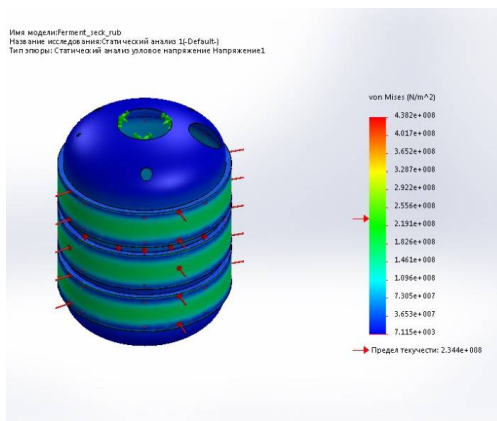


Рис. 11. Напружений і деформований стан секційної сорочки з плоским переходом

З цієї причини ми вирішили перевірити статичні навантаження для листа товщиною в 3 мм.

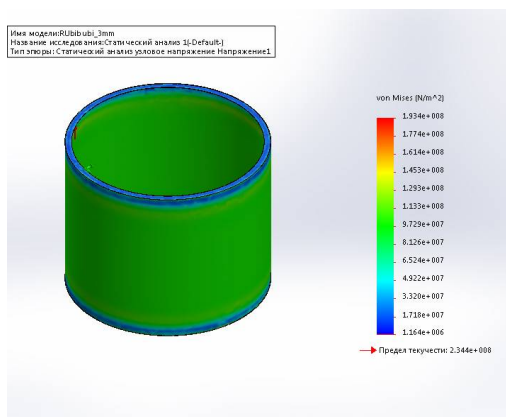


Рис. 12. Напружений і деформований стан циліндричної сорочки з плоским переходом

Результати розрахунків і моделювання показали запас міцності циліндричної сорочки на 25% з плоским переходом без установки кілець жорсткості.

Результати моделювання:

1. Циліндрична обичайка корпусу (яка знаходиться під сорочкою) з товщиною 4 мм працездатна, безпечна і відповідає всім вимогам, які ставляться до елементів ємнісного обладнання.

2. Сорочка з товщиною стінки 2 мм не відповідає за параметрами міцності і стійкості (необхідно вдосконалити конструкцію).

3. Серед багатьох конструктивних рішень був запропонований варіант з шістьма поздовжніми ребрами і способом кріплення сорочки до циліндричної обичайки через тороїдальний перехід. Така конструкція працездатна, однак вона не відповідає чинним нормам безпеки (запас міцності менше 5%), тоді як за всіма нормативами запас міцності повинен бути понад 10%. (Можна використовувати дане рішення, але ми не рекомендуємо). Установка шести

ребер жорсткості і двох тороїдальних переходів досить трудомісткий процес, який пов'язаний передусім з великою кількістю додаткових технологічних операцій з виготовлення ребер і тороїдального переходу, площа зварювальних робіт досить значна, що потребує значних капітальних витрат.

4. Ми рекомендуємо виконати сорочку з товщиною стінки 3 мм, без установки тороїдального переходу і ребер жорсткості. Така конструкція забезпечує запас міцності понад 25% і безпечну надійну роботу, відповідає всім сучасним нормативним документам.

Висновки

Запропоновано методологію проведення автоматизованого розрахунку елементів конструкції ємнісного обладнання за умови спільної дії декількох видів навантажень з використанням системи автоматизованого проектування SolidWorks. Методологія розрахунку і моделювання може бути використана при проектуванні ємнісного обладнання інших типорозмірів і продуктивності.

Література

1. *Лашинский А.А.* Конструирование сварных химических аппаратов. [Текст] / А.А. Лашинский. — Ленинград : «Машиностроение», 1981. — 382 с.

2. *Лашинский А.А.* Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. [Текст] / А.А. Лашинский, А.Р. Толчинский. — Ленинград : «Машиностроение», 1970. — 752 с.

3. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора машиностроителя [Текст] / В.И. Анурьев, — Ленинград : «Машиностроение», 1970. — Т. 1. — 752 с.

4. *Анурьев В.И.* Справочник конструктора машиностроителя [Текст] / В.И. Анурьев, — Ленинград : «Машиностроение», 1970. — Т. 2. — 560 с.

5. *Костик С.І.* Розрахунок і конструювання типового устаткування — 1. Тонкостінні посудини та апарати [Електронний ресурс] : методичні вказівки до самостійної роботи студентів напряму 6.050503 «Машинобудування» спеціальності 7(8).05050314 «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв», форми навчання денна / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. С.І. Костик, О.А. Асафтей. — Електронні текстові дані (1 файл: 339,54 Кбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. — 28 с.

6. *Костик С.І.* Розрахунок і конструювання типового устаткування — 2. Опори, стропові пристрої та теплообмінне обладнання [Електронний ресурс] : методичні вказівки до самостійної роботи студентів напряму 6.050503 «Машинобудування» спеціальності 7(8).05050314 «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв», форми навчання денна [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. С. І. Костик, О.А. Асафтей, В.П. Косова. — Електронні текстові дані (1 файл: 385,51 Кбайт). — Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. — 43 с.

7. *Мотроненко В.В.* Розрахунок та конструювання спеціального обладнання [Електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання домашньої контрольної роботи з кредитного модуля «Розрахунок і конструювання спеціального обладнання — 2. Розрахунок і конструювання перемішувачів пристроїв» для студентів напряму підготовки 6.050503 «Машинобудування» спеціальності, 8.05050314 «Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв» / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. В. Мотроненко, С. І. Костик. — Електронні текстові дані (1 файл: 2,27 Мбайт). — Київ : НТУУ «КПІ», 2015. — 63 с.

8. *Шибецький В.Ю.* Розробка конструкції та моделювання гідродинаміки в біореакторі з поверхневим культивуванням клітинних культур / В.Ю. Шибецький, С.М. Семенюк, С.І. Костик // Scientific Journal «ScienceRise». — 2017. — № 7(36). — С. 53—59.

LOAD FLEXIBLE CONNECTIONS IN TECHNICAL SYSTEMS

D. Pryhodii, K. Vasilkovskiy

National University of Food Technologies

Key words:

Flexible connections
Load
Length
Bypassing the contour
Calculation
Statics
Dynamics

ABSTRACT

The paper concerns the methods for determining loads of flexible links in technological transport equipment and actuators of the working bodies of machines.

Performance of transport systems is in the form of closed contours conveyors or elevators, or open in cases of transportation of film materials in the geometry of webs, tapes of paper, composite materials. In this case the isolation of trails is provided by the storage of the materials, billets, coils, bobbins. The sequence of technological operations is determined by the building and structure of machines when you use the discrete or continuous movement of the flexible elements.

Flexible connections are formed by the use of chains, straps, belts, ropes, plastic materials, etc. Proposed method is complementary to known technology payments "bypass circuit". It concerns the definition of loads in flexible connections in the conditions of sagging between the supporting rollers. In the article the calculation scheme and the analytical formalization of tension at critical points of the generated chain line, the flow of the forces acting on the area of the flexible connection, the graphics tension are given. It is shown that the task of selecting the length of the flexible connection is optimization, the algorithm for its solution is proposed. The calculations are summarized by graphical dependencies of determining the tension.

The presence of extrema in the resulting dependency and the need to limit a previous tension ties are proved. Methods of determining the parameters of the dynamic effects correspond to the principle of superposition. The obtained results about determining the strength parameters can be proposed for calculation of tensioning devices as a specific area of the flexible link can also perform this mission. It was created the possibility of matching cases of flexible connection on raichoor and on the reference plane.

Article history:

Received 10.01.2018
Received in revised form
22.01.2018
Accepted 12.02.2018

Corresponding author:

D. Pryhodii
E-mail:
npnuht@ukr.net

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-18

НАВАНТАЖЕННЯ ГНУЧКИХ ЗВ'ЯЗКІВ У ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

Д.В. Пригодій, К.В. Васильківський

Національний університет харчових технологій

У статті розроблено методика визначення навантажень гнучких зв'язків у технологічному транспоруючому обладнанні та приводах робочих органів

машин. Виконання транспортних систем здійснюється у формі замкнених контурів конвеєрів та елеваторів або незамкнених у випадках транспортування плівкових матеріалів у геометрії стрічок, полотна паперу, комбінованих матеріалів. При цьому незамкнутість трас забезпечується накопичувачами матеріалів, заготовок, рулонів, бобін. Послідовність виконання технологічних операцій визначається побудовою і структурою машин при використанні дискретних або неперервних переміщень гнучких елементів.

Гнучкі зв'язки утворюються на основі використання ланцюгів, пасів, стрічок, тросів, плівкових матеріалів тощо. Запропонована методика доповнює відому технологію розрахунків «обходом по контуру» і стосується визначення навантажень на гнучкі зв'язки в умовах провисання між опорними роликками. Наведено розрахункову схему та аналітичну формалізацію натягу в критичних точках створюваної ланцюгової лінії, план сил, що діють на ділянках гнучкого зв'язку, графіки натягів. Показано, що задача вибору довжини гнучкого зв'язку є оптимізаційною, запропоновано алгоритм її розв'язку. Виконані розрахунки узагальнено графічними залежностями визначення натягу.

Доведено наявність екстремумів в отриманих залежностях і необхідність обмежувати попередній натяг зв'язків. Методики визначення параметрів динамічних впливів відповідають принципу суперпозиції. Отримані результати визначення силових параметрів можуть бути запропоновані для розрахунків натяжних пристроїв, оскільки певна ділянка гнучкого зв'язку може виконувати й таку місію. Створена можливість зіставлення випадків розташування гнучких зв'язків на роликоопорах і на опорній площині.

Ключові слова: гнучкі зв'язки, навантаження, довжина, обхід по контуру, розрахунок, статика, динаміка.

Постановка проблеми. Комплекси сучасних технологічних машин ґрунтуються на використанні жорстких і гнучких кінематичних та силових зв'язків і сучасних засобів синхронізації робочих органів й окремих пристроїв. Гнучкі зв'язки створюються на основі ланцюгів, пасів, тросів, стрічок, плівок пакувальних матеріалів тощо [1—3]. Вибір їх типорозмірів здійснюється на основі компромісів у бажанні задовольнити умови міцності й експлуатаційної надійності конструкцій і одночасного обмеження масових характеристик, динамічних навантажень та досягнення економічної доцільності. Межі між «мінімально» та «достатньо необхідним» забезпечуються врахуванням фізико-механічних властивостей конструкцій і матеріалів у системах гнучких зв'язків, бар'єрних властивостей, очікуваних статичних і динамічних навантажень та їх чисел циклів тощо. Значення має характер контуру, в якому експлуатується гнучкий зв'язок. Контур може бути замкнутим або незамкнутим, простим або складним, навантаженим одним або кількома силовими факторами та напрямками їх дії. Поєднання вказаних вимог потребує удосконалення методик розрахунків сучасних високопродуктивних машин [4—6].

Метою дослідження є розробка методики розрахунку натягів гнучких зв'язків на ділянках між роликоопорами в гравітаційному полі.

Матеріали і методи. Об'єкт дослідження — статичні властивості механічних систем з гнучкими зв'язками. Предмет дослідження — навантаження пружних зв'язків та їх зв'язок з геометричними параметрами.

Викладення основних результатів дослідження. Розрахунок натягів у системах з гнучкими зв'язками виконується за відомою методикою «обходу по контуру», яка дає змогу розв'язувати задачі з визначення силових дій на окремих ділянках. Однак та обставина, що в таких системах наявні підтримуючі ролики, дає підстави розглянути статику гнучких зв'язків більш уважно. Це особливо важливо у випадках, коли гнучкі зв'язки здійснюються з використанням матеріалів обмеженої міцності.

До останніх, у тому числі, відносяться плівкові пакувальні матеріали для виготовлення індивідуальних упаковок, формування з них групових пакувань, скріплення транспортних одиниць тощо.

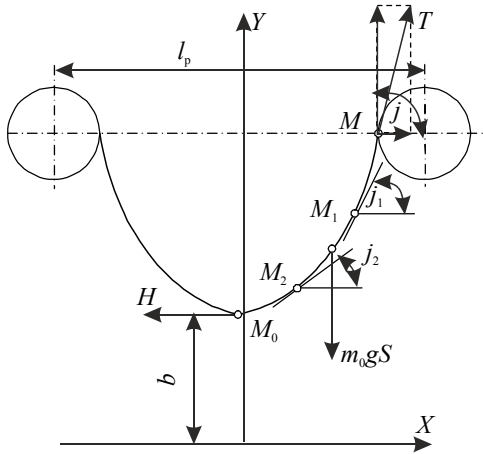


Рис. 1. Розрахункова схема для визначення натягу гнучкого зв'язку

Розрахунок і експлуатація таких систем пов'язана з дотриманням умов міцності, забезпеченням кінематичних параметрів і необхідністю заданих позиціонувань та пропускну здатності. Огинання і взаємодія гнучких зв'язків з рухомими та нерухомими елементами, ролюкооперами, барабанами тощо супроводжується силовими взаємодіями між ними на рівні нормальних реакцій і сил тертя. Точність визначення останніх має значення з точки зору інтересів можливостей передавання руху або гальмування в режимах вибігу. Звернемося до випадку, що стосується ділянки транспортування плівкових матеріалів, загальна обмежена міцність яких по-

требує підвищеної точності розрахункових моделей.

Вважатимемо, що ділянка гнучкого зв'язку довжиною $2S$ розташована між двома роликами, які встановлені в горизонтальній площині на відстані l_p один від одного (рис. 1). Розглянемо частину гнучкого зв'язку, обмежену точками M і M_0 , яка знаходиться в стані рівноваги під дією трьох сил [1]:

- натяг T діє по дотичній в точці M і складає з віссю OX кут φ ;
- натяг H в точці M_0 діє по горизонталі;
- вага зв'язку m_0gS , де m_0 — погонна маса зв'язку, S — половина загальної довжини зв'язку.

Розклавши натяг T на горизонтальну і вертикальну складові, одержимо умови рівноваги:

$$T \cos \varphi = H ; \quad (1)$$

$$T \sin \varphi = m_0gS . \quad (2)$$

Поділимо члени другого рівняння на члени першого і отримаємо:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{m_0gS}{H} . \quad (3)$$

Для знаходження рівняння дуги S нагадаємо, що його можливо знайти у вигляді $y = y(x)$, де $y(x)$ невідома функція, яку треба знайти. Оскільки

$$\operatorname{tg} \varphi = \dot{y}(x) = \frac{dy}{dx}, \quad (4)$$

то

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{a} S, \quad (5)$$

де $a = H/(m_0g)$.

Диференціюванням умови (5) одержуємо:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{a} \cdot \frac{dS}{dx}. \quad (6)$$

Відомо, що

$$\frac{dS}{dx} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}, \quad (7)$$

тому

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{1}{a} \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}. \quad (8)$$

Умова (8) пов'язує між собою першу і другу похідні від невідомої функції y . Відомо, що будь яка функція виду

$$y = aCh\left(\frac{x}{a} + C_1\right) + C_2 \quad (9)$$

відповідає рівнянню (8) за будь яких значень сталих C_1 і C_2 , а графіки функції (9) називають ланцюговими лініями.

За прийнятої геометрії системи можливо підібрати сталі C_1 і C_2 , щоб одержати ту ланцюгову лінію, найнижча точка M_0 якої має координати $(0, b)$.

У зв'язку з тим, що при $x = 0$ точка ланцюгової лінії займає найнижче положення, то дотична в ній горизонтальна, тобто $dy/dx = 0$. Тоді з умови (9) випливає:

$$\dot{y} = Sh\left(\frac{x}{a} + C_1\right). \quad (10)$$

Підстановкою $x = 0$ одержуємо, що $y = ShC_1$ і $C_1 = 0$. Якщо ордината точки M_0 є b , то $y = b$ при $x = 0$. З рівняння (9) при $x = 0$ і $C_1 = 0$ отримуємо:

$$b = \frac{a}{2}(1+1) + C_2 \text{ і } C_2 = b - a.$$

Остаточню маємо:

$$y = aCh\left(\frac{x}{a} + b - a\right). \quad (11)$$

Якщо ординату точки M_0 прирівняти до a , то рівняння ланцюгової лінії запишеться так:

$$y = aCh \frac{x}{a} \quad (12)$$

Оскільки метою дослідження є виявлення силових проявів, підкреслимо, що перехід від точки M_0 до точки M супроводжується зміною натягу від величини H до T і схема натягів може бути визначена. Побудуємо для початку трикутник сил з відомих складових (рис. 2).

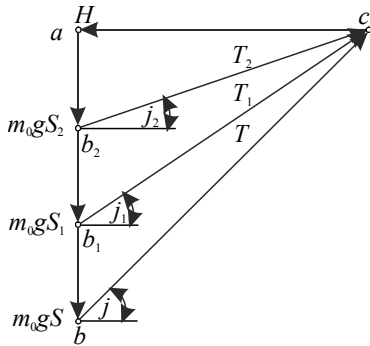


Рис. 2. План сил, що діють на ділянку гнучкого зв'язку

Якщо розглядати умову рівноваги на будь-якій довільно взятій дузі $M_0—M_1$, $M_0—M_2$ тощо (рис. 1), то можна побачити, що в кожному випадку значення натягу H має залишатись незмінним. Змінними ж будуть параметри m_0gS_1 , $m_0gS_2...$ та відповідні їм T_1 , $T_2...$. Тоді відповідною підстановкою x_1 , x_2 тощо з використанням умови (10) можемо знайти кути φ_1 , φ_2 тощо. Графічною побудовою плану сил (рис. 2) можемо отримати значення натягів T_1 , T_2 . Підкреслимо, що при цьому одержуємо одночасно величини m_0gS_1 , $m_0gS_2...$ і це означає, що виникає можливість за обраними координатами знайти довжини дуг $M_0—M_1$, $M_0—M_2...$.

Оскільки масштаб плану сил

$$\mu_p = \frac{m_0gS}{(ab)} \text{ Н/мм,}$$

то

$$m_0gS_1 = (ab_1)\mu_p, \quad m_0gS_2 = (ab_2)\mu_p...$$

і

$$S_1 = \frac{(ab_1)\mu_p}{m_0g}; \quad S_2 = \frac{(ab_2)\mu_p}{m_0g} \quad (13)—(14)$$

Разом з тим відомо, що довжина дуги може бути обчислена за умовою [1]:

$$S_1 = aSh \frac{x_1}{a}; \quad S_2 = aSh \frac{x_2}{a} \quad (15)—(16)$$

Таким чином, вірність виконаних підрахунків може бути визначена зіставленням двох значень.

З плану сил (рис. 2) випливає, що числові значення натягів найменших H і найбільших T залежать від таких показників, як m_0gS та величини φ , яка відповідає найбільшому T . При цьому обидва ці показники залежать від довжини зв'язку на цій ділянці. Іншими словами, сформулюємо таке положення:

збільшенням довжини гнучкого зв'язку S збільшуємо m_0gS і одночасно зменшуємо кут φ , а тому задача вибору S виглядає як оптимізаційна.

Алгоритм розв'язку оптимізаційної задачі має таку послідовність:

1. Орієнтуючись на задану величину відстані ℓ_p між роликами значення довжини зв'язку визначимо так:

$$S = 0,5k \ell_p, \quad (17)$$

де k — коефіцієнт запасу і $k = 1,05; 1,1; 1,15 \dots$

2. Визначаємо вагу зв'язку:

$$G_{\text{л}} = m_0gS = 0,5m_0gk \ell_p. \quad (18)$$

3. Оскільки в умові (3) наявні дві невідомі величини, то з урахуванням того, що $tg\varphi = \dot{y}$, запишемо

$$\dot{y} = \frac{m_0gS}{H} = \frac{m_0gS}{am_0S} = \frac{\ell}{a}. \quad (19)$$

У зв'язку з тим, що $\dot{y} = Sh(x/a)$, отримаємо:

$$Sh \frac{x}{a} = \frac{\ell}{a}. \quad (20)$$

Але

$$Sh \frac{x}{a} = 0,5(e^{x/a} - e^{-x/a}) \quad (21)$$

і

$$0,5(e^{x/a} - e^{-x/a}) = \frac{\ell}{a}. \quad (22)$$

В одержаному рівнянні маємо одну невідому величину a , яка при заданому значенні x може бути знайдена. На основі того, що радіусом ролика порівняно з величиною $\ell_p/2$ можна знехтувати, прийmemo, що $x \approx \ell_p/2$. Тоді отримаємо:

$$0,5(e^{\ell_p/2a} - e^{-\ell_p/2a}) = \frac{\ell}{a}. \quad (23)$$

Умову (23) розв'яжемо з використанням методу ітерацій.

4. Із знайденої величини a визначаємо натяг зв'язку в точці M_0 :

$$H = am_0g.$$

5. За умовою

$$T_{\text{max}} = \frac{H}{\cos\left(\arctg\left(Sh \frac{\ell_p}{2a}\right)\right)} \quad (24)$$

знайдемо значення максимального натягу гнучкого зв'язку, який відповідає прийнятним параметрам і величині k . У зв'язку зі зміною величини k кожного

ПРОЦЕСИ І АПАРАТИ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

разу одержуємо нові значення величини T_{\max} і в результаті визначимо ту довжину зв'язку, яка мінімізує вказану функцію. Очевидно, що саме вона відповідає умові оптимізації вибору параметрів.

Результати розрахунків з використанням одержаних залежностей натягів H і T від величини k наведені в таблиці і на рис. 3.

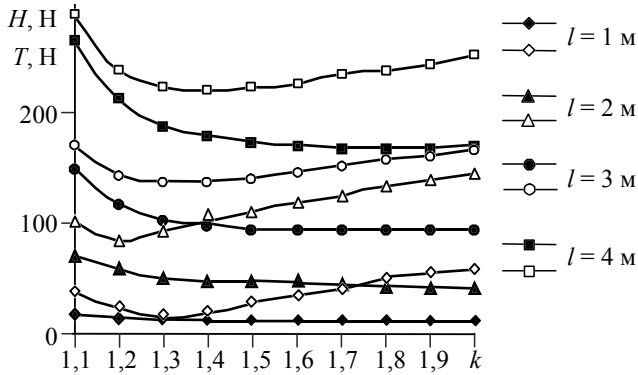


Рис. 3. Залежність натягів H і T від величини k за різних значень l

Таблиця. Розрахунки з визначення складових натягів ланцюгів

k	$l_p = 1 \text{ м}$			$l_p = 2 \text{ м}$		
	a	H	T	a	H	T
1	2	3	4	5	6	7
1,1	0,66	17,06	36,54	1,30	67,21	102,62
1,2	0,47	13,24	31,15	0,93	52,45	84,76
1,3	0,39	11,87	14,97	0,77	47,05	103,02
1,4	0,34	11,20	15,94	0,68	44,74	108,39
1,5	0,31	10,86	36,88	0,61	43,00	114,25
1,6	0,29	10,70	39,10	0,56	42,11	120,31
1,7	0,27	10,63	41,34	0,53	42,35	127,11
1,8	0,25	10,65	43,60	0,50	42,30	133,80
1,9	0,24	10,70	45,60	0,47	41,97	140,37
2,0	0,23	10,78	48,22	0,45	42,30	147,20
2,5	0,19	11,50	59,87	—	—	—
1,001	—	—	—	12,91	607,38	609,00
1,0005	9,13	214,70	215,98	18,00	846,40	847,80
1,0001	20,41	479,70	480,00	40,00	940,00	941,00
k	$l_p = 3 \text{ м}$			$l_p = 4 \text{ м}$		
	a	H	T	a	H	T
1,1	1,96	151,99	170,63	2,61	265,90	289,00
1,2	1,40	118,44	145,60	1,87	210,50	239,70
1,3	1,16	106,31	140,37	1,15	189,40	225,40
1,4	1,02	100,67	140,98	1,36	179,00	222,20
1,5	0,92	97,28	142,48	1,27	173,40	223,50
1,6	0,85	95,88	148,00	1,13	170,00	227,00
1,7	0,79	94,68	152,74	1,06	169,40	233,00
1,8	0,75	95,18	158,60	1,00	169,20	239,30
1,9	0,71	95,10	164,30	0,95	167,70	246,40
2,0	0,68	95,08	170,10	0,91	170,08	254,20

Продовження таблиці

1	2	3	4	5	6	7
2,5	—	—	—	—	—	—
1,001	19,00	134,08	1 342,70	25,00	2 352,35	2 352,40
1,0005	27,00	1 904,45	1 905,80	36,00	3 385,60	3 386,90
1,0001	61,00	4 300,00	4 300,00	81,00	7 615,00	7 615,60

Як і передбачалося раніше, рис. 3 ілюструє наявність екстремумів у залежностях. Це означає, що перевищення довжини гнучкого зв'язку над довжиною контуру доцільно планувати.

Висновки

Оптимальний вибір довжини гнучкого зв'язку за силовими показниками не обов'язково відповідатиме економічним критеріям оптимальності. Однак дуже малі значення k супроводжуються надзвичайним зростанням показників H і T . У зв'язку з цим необхідно обмежувати попереднє натягування зв'язків.

Збільшення величини натягів T_{\max} за інших рівних умов викликає більшу силову дію на ролики, що супроводжується збільшеними енерговитратами та збільшеним прогином роликів. При цьому викладена теорія розрахунків лише доповнює відому методику «обходу по контуру», методики визначення параметрів динамічних впливів тощо, оскільки діє принцип незалежності дії.

Накопичений досвід у визначенні натягів на ділянці холостої гілки може бути застосований для розрахунків натяжних пристроїв, оскільки певна ділянка самої гілки може виконувати таку місію. Крім того, з'являється можливість зіставлення випадків розташування холостої гілки на роликах із розташуванням на опорній площині.

Література

1. *Вирченко Н.А.* Графики функций : справочник / Н.А. Вирченко, И.И. Ляшко, К.Н. Шведов. — Київ : Наукова думка, 1981. — 320 с.
2. *Соколенко А.* Ограничение динамических нагрузок в приводах технологических машин линий упаковки / А. Соколенко, К. Васильковский, В. Костюк // Научни трудове на университет по хранителни технологии. Пловдив. — 2015. — Том LXII. — С. 777—781.
3. *Бут С.А.* Развитие технологичных комплексов у разных галузях виробництва / С.А. Бут, А.І. Соколенко, К.В. Васильківський // Науковий журнал «Технологічні комплекси». — 2014. — № 2(10). — С. 86—90.
4. *Соколенко А.* Взаимосвязь между кинематическими и энергетическими параметрами в упаковочной технике / А. Соколенко, К. Васильковский, С. Бут // Русенски университет «Ангел Кънчев». Научни трудове. — Том 53. — Серия 10.2. Биотехнологии и хранителни технологии. — Русе : 2014. — С. 59—64.
5. *Vasilkovskiy K.* Determination of tension of film during the wrapping of pallet pouch / K. Vasilkovskiy, A. Sokolenko // Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies. — 2014. — Year II, № 3. — P. 5—7.
6. *Соколенко А.І.* Інновації в сучасних харчових технологіях / А.І. Соколенко, В.А. Піддубний, О.А. Білик, І.Ф. Максименко // Науковий журнал «Технологічні комплекси». — 2013. — № 1(7). — С. 117—119.

PHYSICAL AND MATHEMATICAL MODELS OF BAKING PROCESS OF DOUGH PIECES IN OVEN UNITS

A. Kovalyov, V. Shutyuk

National University of Food Technologies

A. Karwacki

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute»

Key words:

Modelling

Baking

Heat and mass transfer

Dough piece

Article history:

Received 11.01.2018

Received in revised form

25.01.2018

Accepted 06.02.2018

Corresponding author:

V. Shutyuk

E-mail:

schutyuk@i.ua

ABSTRACT

Bread baking is the most important industrial process of bakery goods production. The oven unit is the key equipment for a bread factory, the main function of which is production of high-quality goods maintaining the high technical and economic output values at minimal energy expenditure. In order to ensure qualitative characteristics of the oven it is vital to use the models of a real-world system and conduct experiments for analysis, engineering or re-engineering, control and predicting a particular real process.

The given article focuses on the physical and mathematical models of the baking process of dough pieces in oven units as exemplified by the industrial oven with a chain conveyor K-PXM-25. The mathematical model of bread baking process in the gas ducts of a baking chamber was developed, which takes into account radiation and convection heat transfer, mass transfer along with moisture vapor infusion ensuring dough pieces dampening and multiphase flow turbulence. The gas channel medium of the bakery oven is considered to be biphasic, selective, radiating, and absorbent, being surrounded by diffusive boundaries and consisting of heating gases and vapor, which is used to moisturize the dough pieces. Dough billets and bread are treated as damp capillary-porous media with effective physical properties. The relation of the multiphase flow is formulated on the basis of the data of the Eulerian equation system averaged according to Reynolds.

The model for dough piece baking developed by the authors allows take into account technological modes and construction features of the modern conveyor oven units as well as conduct grounded performance research of the joint heat exchange in them resulting in the high quality of the end bakery product with sufficient precision and detail.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-19

ФІЗИЧНА І МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ВИПІКАННЯ ТІСТОВИХ ЗАГОТОВОК У ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПЕЧАХ

О.В. Ковальов, В.В. Шутюк

Національний університет харчових технологій

А.Я. Карвацький

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

Випікання хліба — найважливіший процес у виробництві хлібобулочних виробів. Хлібопекарська піч — основне обладнання хлібозаводу, призначенням якого є вироблення високоякісної продукції при забезпеченні високих техніко-економічних показників виходу продукції при мінімальних витратах енергоресурсів. Для забезпечення якісних показників роботи печі необхідно використовувати моделі реальної системи та проводити експерименти для аналізу, проектування або перепроєктування, контролю у прогнозування певного реального процесу.

У статті наведено фізичну й математичну модель процесу випікання тістових заготовок у хлібопекарських печах на прикладі промислової печі з колісковим конвеєром К-ПХМ-25. Розроблено математичну модель процесу випікання хліба в газових каналах пекарної камери з урахуванням радіаційно-конвективного теплообміну, масообміну з урахуванням введення водяної пари для зволоження тістових заготовок і турбулентності багатофазного потоку. Середовище газових каналів хлібопекарської печі вважається двофазним, селективним випромінювальним і поглинальним, оточене дифузними границями й складається з грійних газів і водяної пари, що використовується для зволоження тістових заготовок. Тістові заготовки та хліб вважаються вологим капілярно-пористим середовищем з ефективними фізичними властивостями. Залежність турбулентності багатофазного потоку сформульована на основі осереднених за Рейнольдсом системи рівнянь Ейлера.

Розроблена авторами модель випікання тістових заготовок дає змогу з достатньою точністю і детальністю враховувати технологічні режими та конструктивні особливості сучасних конвеєрних хлібопекарських печей і проводити широкі параметричні дослідження сполученого теплообміну в них з виходом на кінцевий показник — якість готових хлібобулочних виробів.

Ключові слова: моделювання, випікання тепломасоперенесення, тістова заготовка.

Постановка проблеми. Випікання хліба — найважливіший процес у виробництві хлібобулочних виробів. Смак, аромат, пористість, глянець та інші показники якості готових виробів є наслідком ряду фізико-хімічних змін всередині продукту під час випікання, які залежать передусім від теплового режиму випікання і парозволоження [1—3].

Піч є основним обладнанням хлібозаводу, вона визначає тип і потужність підприємства, асортимент і якість продукції. Піч — не лише тепловий, але насамперед технологічний агрегат, основним призначенням якого є вироблення високоякісної продукції при забезпеченні високих техніко-економічних показників виходу продукції при мінімальних витратах енергоресурсів. Для забезпечення якісних показників роботи печі необхідно використовувати моделі реальної системи та проводити експерименти на основі математичної моделі для аналізу, проектування або перепроектування, контролю та прогнозування певного реального процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідники завжди прагнули отримати точну математичну модель для моделювання хлібопечення. Так, М. Lostie та ін. [4] розробили модель процес випікання дріжджового тіста й оцінки впливу технологічних параметрів. В. Brooyart і G. Grystram [5] проаналізували тепломасоперенесення та зміни якості продукції при безперервному випіканні печива на основі моделювання індуктивних печей. J. Vikard та ін. [6] розробили модель випікання хліба, використовуючи прямий 3D-числовий метод у мікромасштабі на основі аналізу поля теплових потоків при випіканні. N. Baldino та ін. [7] отримали математичну залежність процесу випікання бісквіту. М.Г. Десик та ін. [8] описали залежність прогріву тістової заготовки циліндричної форми.

У пропонованій статті ми представляємо фізичну та математичну моделі, призначені для опису тепломасоперенесення всередині пористого матеріалу під час випікання.

Мета статті: розробити математичну модель процесу випікання хліба в газових каналах пекарної камери з урахуванням радіаційно-конвективного теплообміну, масообміну з урахуванням введення водяної пари для зволоження тістових заготовок і турбулентності багатофазного потоку.

Викладення основних результатів дослідження.

Фізична модель.

Конструкція хлібопекарської печі К-ПХМ-25 (рис. 1) включає такі компоненти: суцільнометалеву конструкцію, зібрану з окремих модулів і теплоізововану зовні мінеральною ватою, газові канали, в яких відбувається випічка хліба, рухомий колисковий конвеєр для переміщення тістових заготовок (ТЗ) у газових каналах, вхідних і вихідних вузлів печі, що включають газохід для підводу грійних газів, систему парозволоження, завантажувально-розвантажувальний пристрій. Тобто в розглянутій фізичній моделі хлібопекарської печі топково-запальниковий блок не розглядається та, відповідно до цього, процеси горіння палива також.

Середовище газових каналів хлібопекарської печі вважається двофазним, селективним випромінювальним та поглинальним, оточене дифузними границями і складається з грійних газів та водяної пари, що використовується для зволоження тістових заготовок.

Тістові заготовки та хліб вважаються вологим капілярно-поруватим середовищем з ефективними фізичними властивостями. Тістові заготовки переміщуються разом із колисковим конвеєром.

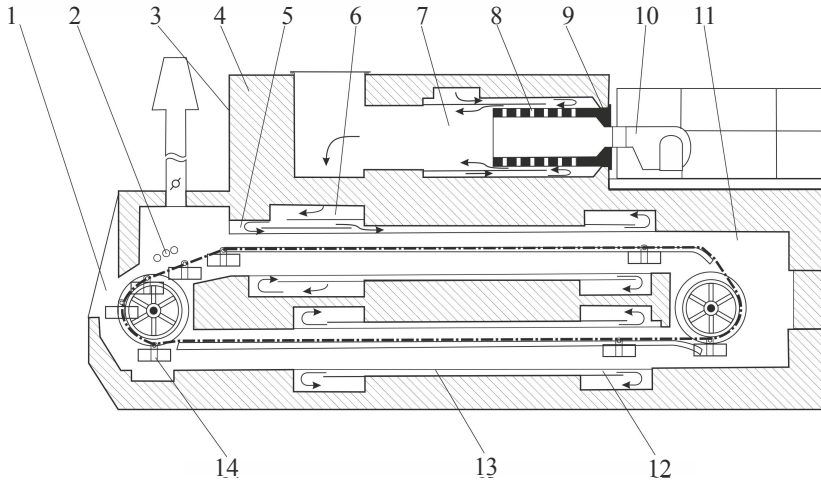


Рис. 1. Хлібопекарська піч К-ПХМ-25

1 — завантажувально-розвантажувальний пристрій; 2 — система парозволоження; 3 — суцільнометалева конструкція; 4 — теплоізоляція; 5, 13 — верхні і нижні нагрівальні канали; 6, 12 — верхні і нижні газоходи; 7 — топка; 8 — камера змішування; 9 — муфель; 10 — паливник; 11 — пекарна камера; 14 — колицковий конвеєр

Математична модель.

Математичну модель процесу випічки хліба в газових каналах пекарної камери печі з урахуванням радіаційно-конвективного теплообміну, масообміну за рахунок введення водяної пари (з краплями води) для зволоження тістових заготовок, що випікаються, турбулентності багатофазного потоку можна сформулювати за допомогою осереднених за Рейнольдсом системи рівнянь Ейлера [9; 10] (записаних для кожної з фаз): нерозривності, збереження кількості руху, кінетичної турбулентної енергії та її дисипації і збереження енергії:

$$\frac{1}{\rho_{ri}} \left\{ \left[\frac{\partial(\alpha_i \rho_i)}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\alpha_i \rho_i \bar{V}_i) \right] = \sum_{j=1}^n (\dot{m}_{ji} - \dot{m}_{ij}) \right\}, \quad (1)$$

де ρ_{ri} — середня густина i -ї фази, кг/м^3 ; α_i — об'ємна частка i -ї фази в потоці ($\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1$); ρ_i — густина i -ї фази, кг/м^3 ; τ — час, с; \bar{V}_i — вектор осередненої за Рейнольдсом або за Фавром швидкості i -ї фази, м/с; ∇ — оператор Гамільтона, м^{-1} ; \dot{m}_{ji} і \dot{m}_{ij} — швидкість передачі маси від фази j до фази i , навпаки, відповідно (причому $\dot{m}_{ii} = 0$), $\text{кг/(с} \cdot \text{м}^3)$; n — кількість фаз у потоці.

$$\begin{aligned} \frac{\partial(\alpha_i \rho_i \bar{V}_i)}{\partial \tau} + (\alpha_i \rho_i \bar{V}_i \cdot \nabla) \bar{V}_i = & -\alpha_i \nabla p_i + \nabla \cdot \tau_i + \alpha_i \rho_i g + \\ & + \sum_{j=1}^n [K_{ji} (\bar{V}_j - \bar{V}_i) + \dot{m}_{ji} \bar{V}_{ji} - \dot{m}_{ij} \bar{V}_{ij}] + F_i + F_{ift,i} + F_{vm,i}, \end{aligned} \quad (2)$$

де p_i — парціальний тиск i -ї фази, Па; μ_i і λ_i — зсувна і об'ємна в'язкість фази i , відповідно, Па·с; $\tau_i = \alpha_i \mu_i \left[\nabla \bar{V}_i + \nabla \bar{V}_i^T \right] + \alpha_i \left(\lambda_i - \frac{2}{3} \mu_i \right) \nabla \cdot \bar{V}_i I$ — тензор напружень 2-го рангу (або фізичне рівняння стану середовища, що зв'язує напруження зі швидкістю деформації), Па; I — одиничний тензор 2-го рангу; g — вектор прискорення, пов'язаний з гравітацією, м/с²; $K_{ji} = K_{ij}$ — коефіцієнт обміну кількістю руху між фазами, що залежить від тертя, тиску та інших факторів, кг/(м³·с); \bar{V}_{ji} (\bar{V}_j при $\dot{m}_{ji} > 0$, \bar{V}_i при $\dot{m}_{ji} < 0$) — швидкість руху між-фазної поверхні, м/с; F_i — зовнішня масова сила, віднесена до об'єму, Н/м³; $F_{lift,i} = -0,5 \rho_g \alpha_p (\bar{V}_g - \bar{V}_p) \cdot (\nabla \cdot \bar{V}_g)$ — підйомна об'ємна сила, Н/м³; g — індекс грійних газів; p — індекс водяної пари з включенням крапель води; $F_{vm,i} = 0,5 \alpha_p \rho_s (d\bar{V}_g / d\tau - d\bar{V}_p / d\tau)$ — приєднана об'ємна сила, Н/м³;

$$\frac{\partial(\alpha_i \rho_i k_i)}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\alpha_i \rho_i \bar{V}_i k_i) = \nabla \cdot \left[\alpha_i \left(\mu_i + \frac{\mu_{t,i}}{\sigma_k} \right) \nabla k_i \right] + (\alpha_i G_{k,i} - \alpha_i \rho_i \varepsilon_i) + \sum_{j=1}^n K_{ji} (C_{ji} k_j - C_{ij} k_i) - \sum_{j=1}^n K_{ji} (\bar{V}_j - \bar{V}_i) \left(\frac{\mu_{t,j}}{\alpha_j \sigma_k} \nabla \alpha_j - \frac{\mu_{t,i}}{\alpha_i \sigma_k} \nabla \alpha_i \right), \quad (3)$$

$$\frac{\partial(\alpha_i \rho_i \varepsilon_i)}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\alpha_i \rho_i \bar{V}_i \varepsilon_i) = \nabla \cdot \left(\alpha_i \frac{\mu_{t,i}}{\sigma_\varepsilon} \nabla \varepsilon_i \right) + \frac{\varepsilon_i}{k_i} (C_{1\varepsilon} \alpha_i G_{k,i} - C_{2\varepsilon} \alpha_i \rho_i \varepsilon_i) + C_{3\varepsilon} \frac{\varepsilon_i}{k_i} \left[\sum_{j=1}^n K_{ji} (C_{ji} k_i - C_{ij} k_j) - \sum_{j=1}^n K_{ji} (\bar{V}_j - \bar{V}_i) \left(\frac{\mu_{t,j}}{\alpha_j \sigma_\varepsilon} \nabla \alpha_j - \frac{\mu_{t,i}}{\alpha_i \sigma_\varepsilon} \nabla \alpha_i \right) \right], \quad (4)$$

де k_i — масова турбулентна кінетична енергія i -ї фази, Дж/кг; $\mu_{t,i} = \rho_i C_\mu k_i^2 / \varepsilon_i$ — турбулентна в'язкість i -ї фази, Па·с; ε_i — швидкість дисипації турбулентної кінетичної енергії i -ї фази, Дж/(кг·с); $G_{k,i} = \mu_{t,i} \nabla \bar{V}_i \cdot (\nabla \bar{V}_i + \bar{V}_i \nabla)$, Па/с; $C_{ji} = 2$, $C_{ij} = 2\eta_{ij} / (1 + \eta_{ij})$ — коефіцієнт, зв'язаний з дисперсією крапель [2]; σ_k — константа; σ_ε , C_μ , $C_{1\varepsilon}$, $C_{2\varepsilon}$, $C_{3\varepsilon}$ — параметри (константи) k - ε моделі;

$$\frac{\partial(\alpha_i \rho_i h_i)}{\partial \tau} + \nabla \cdot (\alpha_i \rho_i \bar{V}_i h_i) = \alpha_i \frac{\partial p_i}{\partial \tau} + \tau_i : \nabla \bar{V}_i - \nabla \cdot q_i + \sum_{j=1}^n (Q_{ji} + \dot{m}_{ji} h_{ji} - \dot{m}_{ij} h_{ij}) + \alpha_i E_i(T) + S_i, \quad (5)$$

де $(:)$ — оператор подвійного скалярного добутку; $h_i = \int_{T_{ref}}^T c_{p(i)} dT$ — масова ентальпія фази i , Дж/кг; $c_{p(i)}$ — масова ізобарна теплоємність, Дж/(кг·К); T_{ref} — температура відліку, К; $q_i = -\alpha_i [\lambda_i c_{p(i)} + \mu_{t,i}] \nabla h_i(T)$ — вектор густини теплового

поток фазы i (або фізичне рівняння стану середовища, що зв'язує q з ∇T), в якому враховується передача теплоти за рахунок турбулентності потоку, Вт/м^2 ; λ_i — теплопровідність фазы i , $\text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$; $Q_{ji} = -Q_{ij}$ — інтенсивність

теплообміну між фазами j і i (причому $Q_{ii} = 0$), Вт/м^3 ; $h_{ji} = \begin{cases} h_j & \text{при } \dot{m}_{ji} > 0 \\ h_i & \text{при } \dot{m}_{ji} < 0 \end{cases}$ —

ентальпія на міжфазній поверхні (при випаровуванні це може бути ентальпія пари при температурі крапель води), Дж/кг ; S_i — об'ємне джерело теплоти

від хімічних реакцій, Вт/м^3 ; $E_i(T) = \int_{\nu=0}^{\infty} K_{\nu i} \left(\int_{\Omega=4\pi} I_{\nu i} d\Omega - 4\pi n_{\nu i}^2 I_{0\nu i}(T_i) \right) d\nu$ —

об'ємна густина радіаційного теплового потоку селективного випромінювального та поглинального середовища i -ї фазы, Вт/м^3 ; ν — частота випромінювання, Гц ; $K_{\nu i}$ і $n_{\nu i}$ — селективний коефіцієнт поглинання (м^{-1}) і показник заломлення i -ї фазы відповідно; Ω — тілесний кут, ср ; $I_{0\nu i}$ — функція Планка, $\text{Вт}\cdot\text{с}/(\text{м}^2\cdot\text{ср})$;

Спектральну інтенсивність випромінювання i -ї фазы ($\text{Вт}\cdot\text{с}/(\text{м}^2\cdot\text{ср})$) $I_{\nu i}$ для напрямку s у тілесному куті $d\Omega$ можна представити у вигляді залежності:

$$I_{\nu i}(s) = I_{\nu i}(s_0) \exp\left(-\int_{s_0}^s K_{\nu i} ds\right) + \int_{s_0}^s n_{\nu i}^2 I_{0\nu i} K_{\nu i} \exp\left(-\int_{s'}^s K_{\nu i} ds''\right) ds', \quad (6)$$

де s_0 — відповідає границі середовища.

Для твердих конструкційних елементів печі і тістових заготовок, що розміщуються разом із колісковим конвеєром, система рівнянь (1)—(5) спрощується до рівняння теплопровідності виду:

$$\frac{\partial \rho h}{\partial \tau} = \nabla \cdot [\lambda(T) \nabla T(X)] + q_v, X_{mov}(x, y, z, \tau) \cup X_{immov}(x, y, z) \in X(x, y, z) \in \Omega, \quad (7)$$

де q_v — об'ємне джерело теплоти, пов'язане із завантаженням ТЗ і розвантаженням випеченого хліба (ВХ) з печі, Вт/м^3 , питома потужність якого визначається із системи рівнянь:

$$q_v = \begin{cases} \dot{m}_{TЗ} \frac{\int_0^{T_{TЗ}} c_{p(TЗ)}(T) dT}{V_{TЗ}} \\ -\dot{m}_{ВХ} \frac{\int_0^{T_{ВХ}} c_{p(ВХ)}(T) dT}{V_{ВХ}} \end{cases}, \quad (8)$$

де $\dot{m}_{TЗ}$, $\dot{m}_{ВХ}$ — масова витрата ТЗ/ВХ у завантажувально-розвантажувальному вузлі, відповідно, кг/с ; $c_{p(TЗ)}$, $c_{p(ВХ)}$ — масова теплоємність ТЗ/ВХ

відповідно, Дж/(кг·К); V_{T3} , V_{BX} — об'єм ТЗ/ВХ відповідно, м³; $X(x, y, z)$ — декартова система координат твердих елементів печі, що включає нерухому $X_{im\ mov}(x, y, z)$ та рухому частини, яка відноситься до коліскового конвеєра і тістових заготовок, $X_{im\ mov}(x, y, z, \tau)$; V_{conv} — вектор швидкості переміщення конвеєра разом із хлібом, що випікається, м/с; Ω — розрахункова область пекарської печі.

Коефіцієнт обміну кількістю руху між фазами у рівняннях (2)—(5) залежить від обраної моделі гідравлічного опору, числа Рейнольдса, в'язкості тощо і визначається залежно від фізичного стану фаз, що взаємодіють: рідина–рідина або рідина–газ, або газ–газ. Так, наприклад, коефіцієнт обміну кількістю руху між краплями води p і газом g можна визначити як [4]:

$$K_{pg} = \frac{\alpha_g \alpha_p \rho_p f}{\tau_p}, \quad (9)$$

де $\tau_p = \frac{\rho_p d_p^2}{18\mu_{eff}}$ — час релаксації крапель води, с; d_p — діаметр крапель води,

м; $\mu_{eff} = \mu_g / (1 - \alpha_p)^{2,5}$ — ефективна динамічна в'язкість газ-краплі рідини, Па·с; $f = C_D Re / 24$ — функція гідравлічного опору; C_D — коефіцієнт гідравлічного опору.

Число Рейнольдса двофазового середовища визначається співвідношенням:

$$Re = \frac{\rho_p |\bar{V}_p - \bar{V}_g| d_p}{\mu_{eff}}. \quad (10)$$

Коефіцієнт гідравлічного опору визначається залежно від числа Рейнольдса:

$$C_D = \begin{cases} \frac{24}{Re} \text{ при } Re < 1; \\ \frac{24}{Re} \left(1 + 0,1 Re^{\frac{3}{4}} \right) \text{ при } 1 \leq Re \leq 1000; \\ \frac{2}{3} \frac{d_p}{\lambda_{RT}} \left[\frac{1 + 17,67 (f^*)^{\frac{6}{7}}}{18,67 f^*} \right]^2 \text{ при } Re > 1000, \end{cases} \quad (11)$$

де $f^* = (1 - \alpha_p)^3$; $\lambda_{RT} = (\sigma / (g \Delta \rho_{pg}))^{0,5}$ — довжина хвилі нестабільності Ролі-Тейлора, м; σ — коефіцієнт поверхневого натягу, Н/м; g — прискорення вільного падіння, м/с²; $\Delta \rho_{pg}$ — різниця густини між фазами p і g , кг/м³.

Початкові умови для системи рівнянь (1)—(6) при $\tau = 0$:

$$\begin{cases} \bar{V}_i = 0; & p_i = 0; & T_i = T_i^0; \\ k_i = k_i^0; & \varepsilon_i = \varepsilon_i^0; \\ L_p = L^0; & \alpha_p = \alpha^0, \end{cases} \quad (12)$$

де $i = \bar{1}, n$ — індекс фази в потоці; $T_i^0, k_i^0, \varepsilon_i^0$ — початкова температура (К), масова турбулентна кінетична енергія (Дж/кг) і швидкість її дисипації (Дж/(кг·с)), масова L^0 — початкова довжина зони водяної пари в газових каналах хлібопекарської печі, м; α^0 — об'ємна частка водяної пари разом із краплями довжиною L^0 .

Граничні умови для системи рівнянь (1)—(8) при $\tau > 0$:

- у вхідних перетинах печі задаються параметри для грійних газів ($i = g$) і водяної пари ($i = p$), масової витрати і температури ТЗ:

$$\begin{cases} n \cdot \bar{V}_i = V_i^{in}; & T_i = T_i^{in}; & \dot{m}_{T3} = \dot{m}_{T3}^{in}; & T_{T3} = T_{T3}^{in}; \\ k_i = k_i^{in}; & \varepsilon_i = \varepsilon_i^{in}; & \alpha_i = \alpha_i^{in}, \end{cases} \quad (13)$$

де n — вектор зовнішньої нормалі до поверхонь вхідних січень печі; $V_i^{in}, T_i^{in}, \dot{m}_{T3}^{in}, T_{T3}^{in}, k_i^{in}, \varepsilon_i^{in}, \alpha_i^{in}$ — нормальна швидкість (м/с), температура газових фаз (К), масова витрата ТЗ (кг/с), температура ТЗ (К), масова турбулентна кінетична енергія (Дж/кг) та швидкість її дисипації (Дж/(кг·с)), об'ємна частка i -ї фази на вході у піч;

- у відхідних перетинах печі задаються параметри для суміші (14), газових фаз і масової витрати і температури випеченого хліба (15)

$$p_{mix} = 0, \quad (14)$$

$$\begin{cases} T_i = T_i^{out}; & \alpha_i = \alpha_i^{out}; & \dot{m}_{BX} = \dot{m}_{BX}^{out}; & T_{BX} = T_{BX}^{out}; \\ k_i = k_i^{out}; & \varepsilon_i = \varepsilon_i^{out}, \end{cases} \quad (15)$$

де p_{mix} — надлишковий тиск суміші газів, Па; $T_i^{out}, \alpha_i^{out}, \dot{m}_{BX}^{out}, T_{BX}^{out}, k_i^{out}, \varepsilon_i^{out}$ — температура (К), об'ємна частка i -ї фази, масова витрата ВХ (кг/с), температура ВХ (К), масова турбулентна кінетична енергія (Дж/кг) і швидкість її дисипації (Дж/(кг·с));

- на границі контакту між твердими тілами задаються умові абсолютного контакту:

$$\begin{cases} \{T\} = 0; \\ \{n \cdot q\} = 0, \end{cases} \quad (16)$$

де $\{T\} = T^+ - T^-$; $\{n \cdot q\} = n^+ \cdot q^+ - n^- \cdot q^-$; «+» і «-» означає ліворуч і праворуч від границі контакту; $q = -\lambda(T)\nabla T$ — вектор густини теплового потоку; n — вектор зовнішньої нормалі до поверхні тіла;

- на границі контакту між багатофазним середовищем печі, ТЗ і огородженням газових каналів задаються умови прилипання для кожної із газових фаз та умови спряження по температурі та густині теплового потоку:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{V}_i = 0; \\ \{T\} = 0; \\ \sum_{i=1}^n [n \cdot (-\alpha_i \lambda_i(T_i) \nabla T_i) - n \cdot q_{ri}] - q_{lh} = n \cdot (-\lambda_{eff}(T) \nabla T), \end{array} \right. \quad (17)$$

де n — кількість фаз в потоці; $q_{ri} = \alpha_i \int_{v=0}^{\infty} [n_{vi}^2 \varepsilon_v I_{0vi} - \varepsilon_v \int_{s \cdot n > 0} I_{in,vi} (s \cdot n) d\Omega] dv$ — результуючий радіаційний потік i -ї фази, Вт/м²; ε_v — спектральний ступінь чорноти поверхні газових каналів печі; $q_{lh} = \frac{h_{lh} (\dot{m}_{cond}(\bar{T}_F) - \dot{m}_{evap}(\bar{T}_F))}{F_{ТЗ(ВХ)}}$ —

поверхнева густина теплового потоку, пов'язана з масообміном на поверхні ТЗ (вологообміном завдяки конденсації/ випаровування вологи), Вт/м²; h_{lh} — теплота фазового переходу 1-го роду для води (конденсація/випаровування), Дж/кг; \dot{m}_{cond} , \dot{m}_{evap} — масова витрата вологи при конденсації і випаровуванні, відповідно, кг/с; \bar{T}_F — середня інтегральна температура поверхні ТЗ/ВХ, К; $F_{ТЗ(ВХ)}$ — площа поверхні ТЗ/ВХ, м²; λ_{eff} — ефективна теплопровідність ТЗ/ВХ, Вт/(м·К);

- на границі контакту огорожень печі з оточуючим повітрям задаються граничні умови конвективного типу:

$$n \cdot [-\lambda(T) \nabla T] = \alpha(T) (T - T_p), \quad (18)$$

де α — коефіцієнт тепловіддачі; T_p — температура оточуючого середовища.

Висновки

Розроблена математична модель процесу випікання хліба в газових каналах пекарної камери з урахуванням радіаційно-конвективного теплообміну, масообміну з урахуванням введення водяної пари для зволоження тістових заготовок і турбулентності багатофазного потоку.

Модель дає змогу з достатньою точністю і детальністю враховувати всі режимні та конструктивні особливості сучасних конвеєрних хлібопекарських печей і проводити широкі параметричні дослідження сполученого теплообміну в них з виходом на кінцевий показник — якість готових виробів.

Література

1. *Vanin F.* Crust formation and its role during bread baking / F. Vanin, T. Lucas, G. Trystram // Trends in Food Science & Technology. — 2009. — #20. — P. 333—343.
2. *Purlis E.* Modelling the browning of bread during baking / E. Purlis, V. Salvadori // Food Research International. — 2009. — # 42. — P. 865—870.

3. *Purlis E.* Browning development in bakery products- A review. — *Journal of Food Engineering*. — 2010. — # 99. — P. 239—249.
4. *Lostie M.* Study of sponge cake batter baking process.II. Modeling and parameter estimation / M. Lostie, R. Peczaliski, J. Andrieu, M. Laurent // *Journal of Food Engineering*, — 2002. — # 55. — P. 349—357.
4. *Bikard J.* Simulation of bread making process using a direct 3D numerical method at microscale: Analysis of foaming phase during proofing. / J. Bikard, T. Coupez, G. Valle, B. Vergnes // *Journal of Food Engineering*. — 2008. — # 85. — P. 259—267.
5. *Broyart B.* Modelling of heat and mass transfer phenomena and quality changes during continuous biscuit baking using both deductive and inductive (neural network) modelling principles / B. Broyart, G. Trystram // *Food and Bioproducts Processing*. — 2003. — # 81. — P. 316—326.
6. *Bikard J.* Simulation of bread making process using a direct 3D numerical method at microscale: Analysis of baking step. // *Int J Mater Form*. — 2012. — # 5. — P. 11—24.
7. *Baldino N.* Modeling of baking behavior of semi-sweet short dough biscuits / N. Baldino, D. Gabriele, F. Lupi, B. de Cindio, L. Cicerelli // *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. — 2014. — # 25. — P. 40—52.
8. *Десик М.Г.* Математичне моделювання прогріву тістової заготовки циліндричної форми / М.Г. Десик, Ю.С. Теличкун, І.М. Литовченко, В.І. Теличкун // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. — 2016. — Т. 22, № 4. — С. 134—140.
9. *Cornejo P.* Mathematical Modeling of Coal Gasification in Fluidized Bed Reactor Using an Eulerian Granular Description / P Cornejo, O. Farias // *Intern. J. of Chem. Reactor Eng.* — 2011. — Vol. 9(1). — P. 1515—1542.
10. Моделирование графитирования нефтяного кокса в шахтной электропечи непрерывного действия / Е.Н. Панов, А.Я. Карвацкий, С.В. Кугузов [и др.] // *Вестник НТУУ «КПИИ». Химическая инженерия, экология и ресурсосбережение*. — 2011. — № 1(7). — С. 48—52.

HEAT TRANSFER AT EVAPORATIVE CONCENTRATIAL SOLUTIONS IN VERTICAL DESCENDING ANNULAR FLOWS

V. Petrenko, M. Pryadko, O. Ryabchuk

National University of Food Technologies

O. Globa

PJSC “Vinnitsyaoblenergo”

Key words:

Film

Liquid flow rate

Heat transfer

Evaporation

Film evaporator

Article history:

Received 15.01.2018

Received in revised form
29.01.2018

Accepted 14.02.2018

Corresponding author:

V. Petrenko

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

The results of modeling heat transfer in liquid films of solutions heated to the saturation temperatures, flowing down over vertical cylindrical surfaces are presented. The experiments deal with the films evaporating from the interphase surface and in the regime of surface nucleate boiling. The films are studied in a regime of free falling and in the presence of co-current steam core. The range of regime parameters covered in the experimentation is characteristic for the working parameters of film evaporators of sugar industry and concentration of fruit juices. Experimental stand allowed an independent phase injection which enabled creation of any possible wavy structure on the falling film surface as well as formation of films with a wide range of film thickness. As modelling solutions are used: water, sugar solutions concentration up to 72%, apple juice concentration up to 70%. The volumetric liquid flux changed from $0,05 \cdot 10^{-3}$ up to $0,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$, speed pair — up to 40 km/s, underpressure — up to 0,85 bar, a thermal stream — up to 60 kVt/m^2 . The geometry of experimental channels covers a range of lengths from 1,8 up to 9 m, diameters — from 20 up to 32 mm.

The analysis of data obtained by the authors along with those available in the literature allowed to formulate principal factors affecting mechanism of heat transfer to liquid films in the both patterns of evaporation, formulate the conditions of transition to surface nucleate boiling which occur in pipes of different diameters. The criterion for the transition to surface boiling on a heat exchange surface with a certain size of microcracks in conditions of gravitational flow with a co-current steam flow is the value of the minimal allowable wall overheating at which vapor bubbles develop, calculated on the basis of the Laplace and Clapeyron-Clausius relationships. The peculiarities of the influence of the steam velocity on the useful temperature pressure between the pipe wall and the film of the concentrated solution are revealed, the relationships for the correction of the useful temperature pressure and the calculation of the heat flux to annular down-flowing liquid films of solutions are presented.

The results of calculations for the obtained ratios of the distribution of heat flux over the height of long boiling pipes and the comparison of the calculation results with the experimental data for water and apple syrups are presented.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-20

ТЕПЛОВІДДАЧА ПРИ ВИПАРОВУВАЛЬНОМУ КОНЦЕНТРУВАННІ РОЗЧИНІВ У ВЕРТИКАЛЬНИХ НИЗХІДНИХ КІЛЬЦЕВИХ ПОТОКАХ

В.П. Петренко, М.О. Прядко, О.М. Рябчук

Національний університет харчових технологій

О.В. Глоба

ПАТ «Вінницяобленерго»

У статті наведено результати моделювання теплообміну в догрітих до температури насичення плівках розчинів, що рухаються по вертикальній поверхні труб як у режимі випаровування з міжфазної поверхні, так і поверхневого кипіння, як в умовах вільного стікання, так і за наявності швидкісного парового ядра в діапазоні зміни режимних параметрів, характерних для роботи випарних установок цукрових заводів та ВУ з концентрування фруктових соків. Фізичне моделювання виконано на експериментальному стенді з незалежним формуванням в кип'ятильному каналі витрат фаз і теплового потоку, а також на установках, що моделюють реальні умови концентрування розчинів у плівкових випарних апаратах. Як модельні рідини використані: вода, цукрові розчини, концентрацією до 72%, яблучний сік, концентрацією до 70%. Об'ємна щільність зрошення змінювалась від $0,05 \cdot 10^{-3}$ до $0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$, швидкість пари — до 40 м/с, розрідження — до 0,85 бар, тепловий потік — до $60 \text{ кВт}/\text{м}^2$. Геометрія експериментальних каналів охоплює діапазон довжин від 1,8 до 9 м, діаметрів — від 20 до 32 мм.

Аналіз отриманих даних, а також даних інших авторів дав змогу виявити вплив на тепловіддачу до плівок і режимних параметрів, і геометричних характеристик труб, а також сформулювати умови переходу до поверхневого кипіння. Критерієм переходу до поверхневого кипіння на теплообмінній поверхні з певним розміром мікротріщин в умовах гравітаційного стікання із супутним рухом парового ядра прийнята величина мінімально допустимого перегріву стінки, за якого розвиваються парові бульбашки, розрахованого на основі співвідношень Лапласа та Клапейрона-Клаузіуса.

Виявлено особливості впливу швидкості пари на корисний температурний напір між стінкою труби та плівкою концентрованого розчину. Розраховано співвідношення для коригування корисного температурного напору, розрахунку теплового потоку до кільцевих низхідних парорідинних потоків розчинів, а також узагальнюючі співвідношення для інженерних розрахунків коефіцієнтів тепловіддачі в трубах вертикальних плівкових випарних апаратів.

Наведено результати розрахунків за отриманими співвідношеннями розподілу теплового потоку по висоті довгих кип'ятильних труб та зроблено порівняння результатів розрахунку з експериментальними даними для води та яблучних сиропів.

Ключові слова: плівка, щільність зрошення, теплопередача, випарювання, плівковий випарний апарат.

Постановка проблеми. Аналіз процесів тепловіддачі до насичених турбулентних і ламінарних плівок цукрових розчинів у режимі випаровування з міжфазної поверхні з розвинутою хвильовою структурою надано в [1; 2]. Названа форма руху плівки є домінуючою в довгих теплообмінних трубах [3], а отримані в [1; 2] співвідношення для коефіцієнтів тепловіддачі для ламінарних і турбулентних плівок адекватно відображають процеси теплоперенесення в довгих трубах плівкових випарних апаратів у режимі випаровування з міжфазної поверхні.

У той же час в [4—7] встановлено, що режим тепловіддачі, який ідентифікується як випаровування з міжфазної поверхні, реалізується лише до певного граничного перегріву стінки відносно температури насичення, за межами якого характер інтенсивності тепловіддачі змінюється під дією пульсацій, як результат утворення та руху парових бульбашок.

У [6] інтенсифікуючий вплив бульбашкового кипіння на процес тепловіддачі при вільному стіканні плівки води по зовнішній частині циліндра за умови сталого по довжині каналу тепловиділення визначено співмножником

$$\left[1 + 0,05 \left(\frac{q_w - q_{incip}}{q_{incip}} \right)^{1,36} \right] \quad (1)$$

до базового рівняння з інтенсивності тепловіддачі до плівки в режимі випаровування з міжфазної поверхні. За мінімальний тепловий потік, за якого починається вплив бульбашкового кипіння на теплообмін q_{incip} , прийнято тепловий потік, що відповідає початку генерації бульбашок в окремих центрах кипіння ($q_{incip} = 14,2 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2}$). Але дані, отримані в кип'ятильних трубах, вказують, що на процес початку кипіння впливає і конвекція рідини, тому більш вдалим параметром, що відображає початок впливу кипіння на інтенсивність тепловіддачі в плівці, є комплекс $\frac{q}{r \bar{u} \rho}$, використаний у [4], де умову початку впливу кипіння на теплообмін ідентифіковано виразом:

$$\frac{q}{r \bar{u} \rho} \geq 1,5 \cdot 10^{-4} \left(\frac{\bar{u} \delta}{a} \right)^{-0,24} \text{Pr}^{-0,3}, \quad (2)$$

де \bar{u} — середня швидкість плівки; δ — товщина плівки; r — теплота фазового перетворення; a — температуропровідність; ρ — густина рідини; Pr — число Прандтля.

У той же час комплекс $\frac{q}{r \bar{u} \rho}$ не відтворює відповідність дії тиску та розрідження на критичний тепловий потік, за якого починається поверхневе кипіння. До того ж ні q_{incip} , ні $\frac{q}{r \bar{u} \rho}$ не враховують шорсткості поверхні теплообміну, яка відіграє ключову роль у необхідному граничному перегріві

стілки, за якого починається процес утворення бульбашок, тому наведені параметри лише частково характеризують умови переходу до бульбашкового кипіння в трубах реальних випарних апаратів.

Крім того, оскільки переважна кількість експериментальних робіт, присвячених питанням теплообміну в догрітих до температури насичення плівках, виконано на установках, що моделюють випарний апарат, отримані дані містять інформацію про теплообмін при одночасному впливі ряду факторів, без виділення впливу окремих складових. Тому і рекомендовані співвідношення для розрахунку інтенсивності тепловіддачі до насичених плівок у випарних апаратах обмежені як діапазоном режимних параметрів, в якому моделювався процес, так і конкретизацією геометрії дослідної установки.

Мета дослідження: отримати співвідношення для розрахунку інтегральних характеристик процесу теплообміну при випаровувальному концентруванні розчинів у плівках вертикальних низхідних потоків як у режимі випаровування з міжфазної поверхні, так і поверхневого кипіння в режимах, наближених до умов роботи плівкових випарних апаратів цукрової промисловості.

Матеріали і методи. Фізичне моделювання процесів теплообміну в стікаючих догрітих до температури насичення плівках цукрових розчинів виконано на модельній установці з незалежним формуванням витрат фаз і теплового потоку. В трубу з нержавіючої сталі діаметром 20 мм та довжиною 1,8 м, розділену на стабілізаційну ділянку довжиною 1,5 м та ділянку вимірювань, переливанням через край подавався цукровий розчин, а в разі моделювання паро-рідинного потоку і суха насичена водяна пара. Нагрівання здійснювалось сухою насиченою парою, тиск якої на ділянці стабілізації та вимірювань формувався незалежно один від одного. Нагрівна камера й трубний простір обладнані незалежними одна від одної вакуум-конденсаторними системами, що дало змогу встановлювати розрідження до 0,85 бар і в довірливому діапазоні змінювати температурний напір. Відбори проб здійснювались безпосередньо за ділянкою вимірювань.

Крім того, використані експериментальні дані, отримані на модельній установці, що відтворювала реальні умови концентрування цукрових розчинів у плівковому випарному апараті. Установка складалась із теплообмінної труби із нержавіючої сталі, довжиною 9 м внутрішнім діаметром 30 мм, секціонованої на 20 секцій довжиною 440 мм з відведенням з кожної секції утвореного конденсату в окремі адіабатні мірні стакани. Після кожної секції розміщувались відбірники проб рідини та статичного тиску. Нагрівання здійснювалось сухою насиченою парою; температура стінки труби та ядра потоку вимірювалась мідь-константовими термопарами. Детальний опис експериментальної установки можна знайти в [4].

Аналогічна установка з довжиною труби 3,9 м діаметром 32 мм використовувалась для моделювання процесу концентрування яблучного соку під розрідженням.

Результати та обговорення. Універсальним параметром початку бульбашкового кипіння в плівці, успішно використаного Чжуном та Себаном [5] для ідентифікації процесу утворення парових бульбашок в стікаючій по вертикальній поверхні плівці, є величина мінімального перегріву шорсткої стінки,

розрахованої на основі співвідношень Лапласа та Клапейрона-Клаузіуса, яка встановлює відповідність критичного перегріву стінки Δt_{\min} певному радіусу заглиблень мікротріщин R_c за певного тиску чи розрідження:

$$\Delta t_{\min} = \frac{2\sigma T_{sat}}{r\rho_2 R_c}, \quad (3)$$

де T_{sat} — абсолютна температура насичення; σ — поверхневий натяг; ρ_2 — густина пари.

У разі кипіння розчинів перегрів стінки більше на величину фізико-хімічної температурної депресії Δ_{fc} :

$$\Delta t_{\min} = \frac{2\sigma T_{sat}}{r\rho_2 R_c} + \Delta_{fc}. \quad (4)$$

Відомо, що інтенсифікація тепловіддачі внаслідок поверхневого кипіння зумовлена тим, що в мікротріщинах відповідного розміру в міру зростання температурного напору поступово з'являються все нові центри генерації парової фази, що однозначно ідентифікується виразами (3; 4). Крім того, величина Δt_{\min} (3,4) адекватно реагує і на зміну тиску або розрідження на початок утворення бульбашок. Тому параметром, що характеризує інтенсифікацію тепловіддачі за наявності кипіння є величина, пропорційна температурному напору при $\Delta t \geq \Delta t_{\min}$, яка є співмножником до основного базового рівняння з тепловіддачі до плівки в умовах випаровування з міжфазної поверхні і має вигляд:

$$K_{boil} = 1 + c \left(\frac{\Delta t - \Delta t_{\min}}{\Delta t_{\min}} \right)^n, \quad (5)$$

де c та n — коефіцієнти, які визначаються з дослідних даних.

Отримане в [2] базове співвідношення для розрахунку інтенсивності тепловіддачі в режимі випаровування з міжфазної поверхні до плівок води та цукрових розчинів складне для практичного використання, особливо за наявності супутнього парового потоку, тому надається його інженерна апроксимація, яка має вигляд:

$$\frac{\alpha}{\lambda} \left(\frac{v^2}{g} \right)^{1/3} = 1,12 \text{Re}^{-1/3} \left(0,85 + 0,01 \text{Pe}^{0,2} + 4,5 \cdot 10^{-4} \text{Pe}^{0,86} \text{Pr}^{-0,2} \right) \times \\ \times \sqrt{1 + \left[7,5 \cdot 10^{-6} \text{Re}_2 \left(\frac{\rho}{\rho_2} \right)^{0,2} \right]^2} K_{boil} K_L, \quad (6)$$

де K_{boil} — поправка на поверхневе бульбашкове кипіння; K_L — поправка на довжину та діаметр теплообмінного каналу; $\text{Re} = \frac{4\Gamma_v}{v}$, $\text{Re}_2 = \frac{u_2 d \rho_2}{\mu_2}$ —

числа Рейнольдса рідини та пари відповідно; $Re = \frac{4\Gamma_v}{a}$ — число Пекле; Γ_v — об'ємна щільність зрошення; u_2 — швидкість пари; μ_2 — динамічна в'язкість пари; d — діаметр труби; ν , a , λ — кінематична в'язкість, температуропровідність і теплопровідність розчину, відповідно.

Порівняння розрахункових за співвідношенням (6) та експериментальних даних з тепловіддачі до плівок води та цукрових розчинів в трубі діаметром 20 мм в режимі випаровування з міжфазної поверхні при вільному стіканні наведено на рис. 1, а в умовах наявності супутнього парового потоку — на рис. 2, 3, 4.

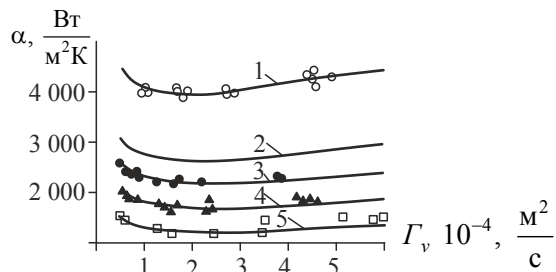


Рис. 1. Залежність $\alpha = f(\Gamma_v)$. Порівняння результатів розрахунку за (6) з експериментальними даними: 1 — вода, $t = 100^\circ\text{C}$; 2, 3, 4, 5 — цукрові розчини; 2 — СР = 30%; 3 — 40; 4 — 50; 5 — 60

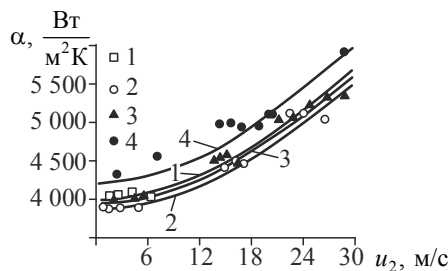


Рис. 2. Залежність $\alpha = f(u_2)$. Порівняння результатів розрахунку за (6) з експериментальними даними: вода, $t = 100^\circ\text{C}$; 1 — $\Gamma_v = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — 0,2; 3 — 0,3; 4 — 0,5

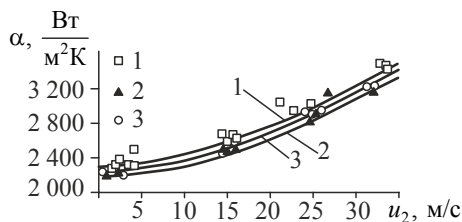


Рис. 3. Залежність $\alpha = f(u_2)$. Порівняння результатів розрахунку за (6) з експериментальними даними: цукровий розчин, СР = 40%, $t = 100^\circ\text{C}$; 1 — $\Gamma_v = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — 0,2; 3 — 0,35

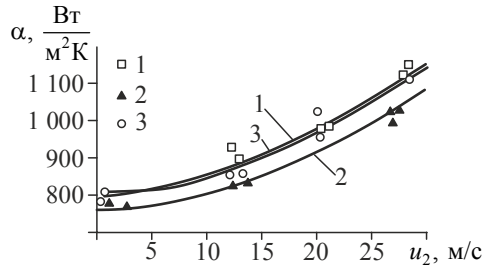


Рис. 4. Залежність $\alpha = f(u_2)$. Порівняння результатів розрахунку за (6)

з експериментальними даними: цукровий розчин, $CP = 70\%$, $t = 100^\circ \text{C}$,

1 — $\Gamma_v = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — 0,3; 3 — 0,55

Аналіз даних показує, що відповідність експериментальним даним про тепловіддачу при кипінні в плівках досягається за умови підстановки в (3) розмірів мікротріщин близько $R_c = 0,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$, що відповідає шорсткості поверхні нових теплообмінних труб. Визначені коефіцієнти c та n у співвідношенні (5) дорівнюють, відповідно, $c = 0,4$ та $n = 1,2$.

Додатковим фактором, що порушує однозначність у способі обробки експериментальних даних про тепловіддачу до розчинів, є нерівномірність розподілу концентрації за товщиною та вплив швидкості пари на температуру міжфазної поверхні. Так, унаслідок випаровування на міжфазній поверхні утворюється тонкий прошарок, в якому концентрація перевищує середнє значення, оскільки механізм вирівнювання концентрації лише за рахунок молекулярної дифузії надзвичайно повільний. Зважаючи на те, що поверхня плівки вкрита хвилями, які вносять елемент турбулізації навіть за малих чисел Рейнольдса, має місце невизначеність розподілу концентрацій у поперечному перерізі плівки.

Температура поверхні плівки розчину в режимі випаровування t_i повинна дорівнювати температурі кипіння відповідно до концентрації на міжфазній поверхні C_i , тобто $t_i = t_{sat} + \Delta_{fc}(C_i)$. Але величину C_i визначити проблематично, тому, вважаючи, що поверхневі хвилі вирівнюють концентрацію, з певним наближенням можна прийняти, що $t_i \cong t_{sat} + \Delta_{fc}(\bar{C})$, а коефіцієнт тепловіддачі при обробці експериментальних даних виразити як

$$\alpha = \frac{q}{t_w - t_i} = \frac{q}{t_w - (t_{sat} + \Delta_{fc}(\bar{C}))}, \quad (7)$$

де \bar{C} — середня в перерізі плівки концентрація розчину; t_w — температура стінки; t_{sat} — температура насичення.

Зважаючи на нелінійність профілю швидкості (в усталеному ламінарному режимі руху профіль швидкості параболический), середня розрахункова температура плівки $t_{av.m}$ в загальному випадку дорівнює:

$$t_{av.m} = \int_0^{\delta} t(y) \frac{u(y)}{\bar{u}} dy \approx \frac{t_w + t_i}{2}, \quad (8)$$

де $t(y), u(y)$ — профілі температури та швидкості в перерізі плівки.

Водночас дані вимірювань засвідчили, що дослідна середньомасова температура розчину $t_{av.m}^{\text{exp}}$, яка заміряна в адіабатній ємності безпосередньо на виході із дослідної ділянки (рис. 5) відповідає (8) лише за умови вільного стікання за відсутності міжфазної дотичної напруги.

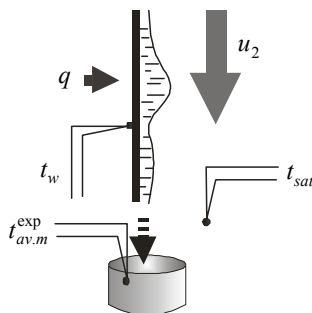


Рис. 5. Схема вимірювань температур у модельному каналі

При наявності швидкості пари над поверхнею плівки дослідна середньомасова температура розчину $t_{av.m}^{\text{exp}}$ менша ($t_{av.m} \geq t_{av.m}^{\text{exp}}$) від середньої розрахункової (8), а отримане відхилення тим більше, чим більша швидкість пари та щільність зрошення. З огляду на те, що температура $t_{av.m}^{\text{exp}}$ (на відміну від t_i) відчутно реагує на зміну режимних параметрів кільцевого двофазного потоку і є величиною, яка безпосередньо вимірюється в процесі проведення дослідів, то і коефіцієнти тепловіддачі для розчинів, визначені як

$$\alpha_m = \frac{q}{t_w - t_{av.m}^{\text{exp}}}, \quad (9)$$

адекватно реагують на зміни витрат фаз. При цьому $\alpha \geq \alpha_m$.

Оскільки коефіцієнти тепловіддачі, що ідентифікуються співвідношенням (6), відповідають експериментальним даним, узагальненим у формі (9), розрахунок теплового потоку за наявної різниці температур ($t_w - t_{sat}$) та форми врахування фізико-хімічної депресії через середню концентрацію $\Delta_{fc}(\bar{C})$, що зручно при розрахунках випарних апаратів, потрібно виконувати з урахуванням корекції температурного напору величиною $\delta\Delta t$ як

$$q = \alpha_m (t_w - t_{sat} - \Delta_{fc}(\bar{C}) + \delta\Delta t), \quad (10)$$

де $\delta\Delta t = (t_w - t_{av.m}^{\text{exp}}) - (t_w - t_i)$ — функція, що враховує пригнічення фізико-хімічної температурної депресії при кипінні розчинів потоком пари.

По суті, температура поверхні плівки не відповідає виразу $t_i = t_{sat} + \Delta_{fc}(C_i)$ і навіть $t_i = t_{sat} + \Delta_{fc}(\bar{C})$ за наявності руху пари над її поверхнею, що формально рівнозначно поняттю зменшення фізико-хімічної температурної депресії в плівці в міру зростання швидкості пари. Зазначений фактор певною мірою пояснюється охолодженням поверхні плівки рухомою парою, температура якої відповідає тиску насичення — меншою за температуру плівки.

Аналіз експериментальних даних про тепловіддачу до плівок цукрових розчинів концентрацією до 70% у режимах випаровування з міжфазної поверхні та поверхневого кипіння із супутнім паровим потоком дає змогу отримати температурну функцію $\delta\Delta t$ у вигляді залежності:

$$\delta\Delta t = \left[1 - \exp\left(-2,3 \cdot 10^{-2} \sqrt{We} \sqrt[3]{Pe}\right) \right] \Delta_{fc}, \quad (11)$$

де $We = \frac{\rho_2 u_2^2 d}{\sigma}$ — число Вебера.

Порівняння результатів розрахунків за співвідношенням (6) з даними експериментальних досліджень інтенсивності тепловіддачі до вільно стікаючих плівок та при супутньому русі пари зі швидкістю 25 м/с води та цукрових розчинів концентрацією до 70% у режимах випаровування з вільної поверхні та кипіння наведено на рис. 6, 7.

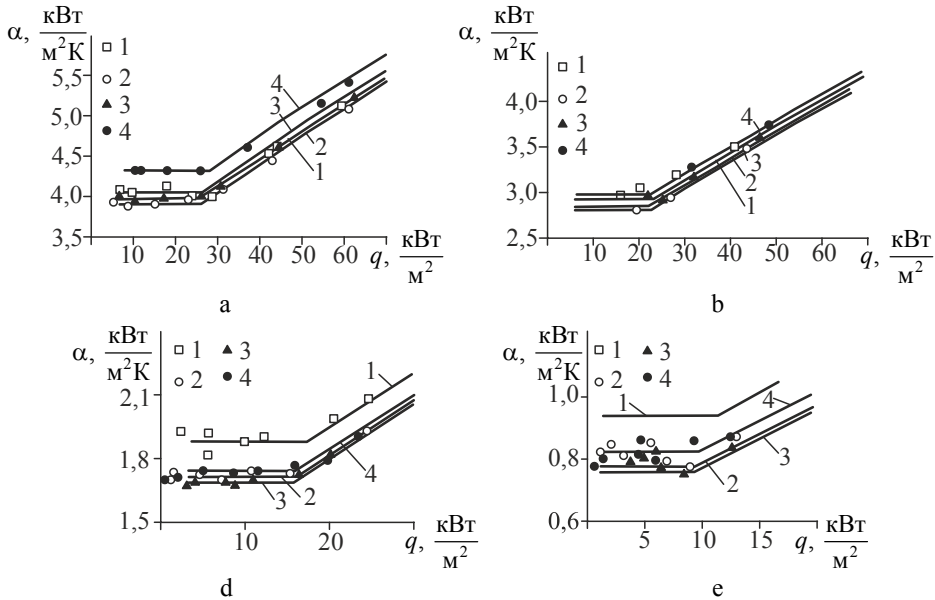


Рис. 6. Залежність $\alpha = f(q)$ при вільному стіканні плівок води та цукрових розчинів,

($t = 100^\circ \text{C}$, $R_c = 0,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$): а) вода, 1 — $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $2 \cdot 10^{-4}$; 3 — $3 \cdot 10^{-4}$; 4 — $5,5 \cdot 10^{-4}$; б) цукровий розчин, СР = 30 %, 1 — $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $1,6 \cdot 10^{-4}$; 3 — $2,2 \cdot 10^{-4}$; 4 — $4,5 \cdot 10^{-4}$; д) цукровий розчин, СР = 50 %, 1 — $\Gamma_v = 0,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $1,5 \cdot 10^{-4}$; 3 — $2,2 \cdot 10^{-4}$; 4 — $4 \cdot 10^{-4}$; е) цукровий розчин, СР = 70 %, 1 — $\Gamma_v = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $2 \cdot 10^{-4}$; 3 — $3 \cdot 10^{-4}$; 4 — $5,5 \cdot 10^{-4}$

Лінії відповідають розрахунку за (6) при відповідних щільностях зрошення.

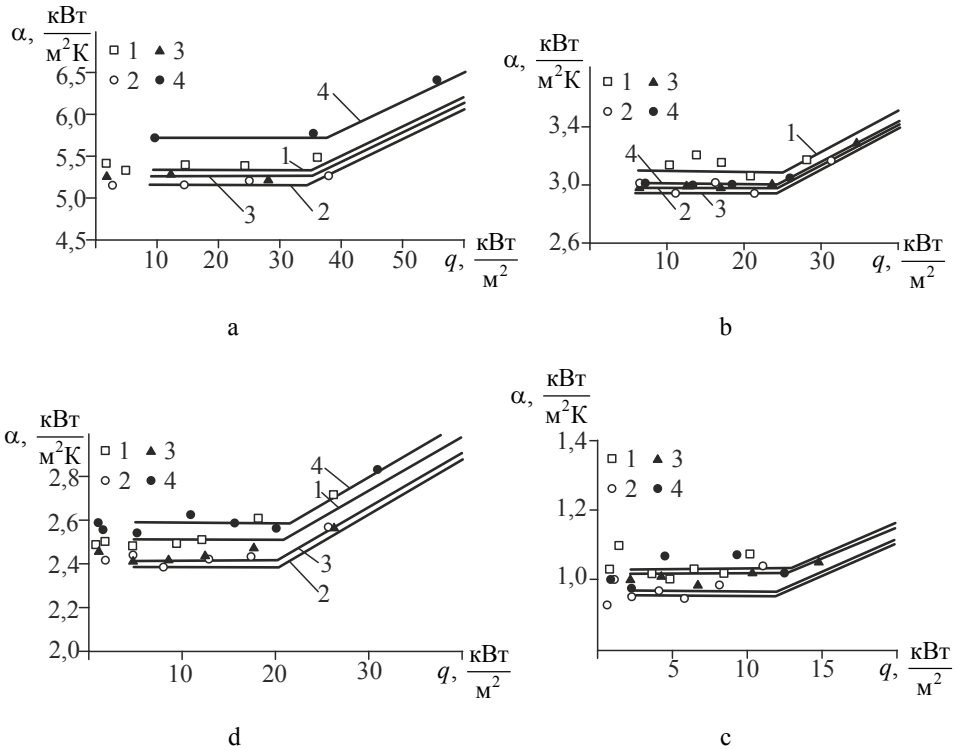


Рис. 7. Залежність $\alpha = f(q)$ за швидкості пари $u_2 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, ($t = 100^\circ \text{C}$, $R_c = 0,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$):
 а) вода, 1 — $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $2 \cdot 10^{-4}$; 3 — $3 \cdot 10^{-4}$; 4 — $5,5 \cdot 10^{-4}$; б) цукровий розчин, СР = 40 %, 1 — $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $1,5 \cdot 10^{-4}$; 3 — $2 \cdot 10^{-4}$; 4 — $3,5 \cdot 10^{-4}$; д) цукровий розчин, СР = 50 %, 1 — $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $2 \cdot 10^{-4}$; 3 — $3 \cdot 10^{-4}$; 4 — $6 \cdot 10^{-4}$; е) цукровий розчин, СР = 70 %, 1 — $\Gamma_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $2 \cdot 10^{-4}$; 3 — $3 \cdot 10^{-4}$; 4 — $5,5 \cdot 10^{-4}$

Лінії відповідають розрахунку за (6) при відповідних щільностях зрошення.

Як видно з наведених графіків, перехід до режиму кипіння зі зростанням швидкості пари зміщується в область більших теплових потоків і задовільно ідентифікується параметром (3, 4).

У разі застосування шорстких труб ($R_c \geq 0,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}$), наприклад, після очищення поверхні жорсткими металевими щітками або нанесення штучної шорсткості, відповідно до (3), (4) перехід до режиму кипіння відбудеться при менших теплових потоках з відповідною інтенсифікацією процесу теплообміну.

Крім вище визначених чинників, на інтенсивність тепловіддачі має вплив і геометрія каналу, оскільки як довжина, так і діаметр труб впливають на розвиток хвильової структури. Так, у дев'ятиметрових кип'ятильних трубах [4] зі зміною відстані від розподільного пристрою до 3—4 м має місце і незначне зростання інтенсивності тепловіддачі при тих самих витратних і режимних параметрах потоків, що і в коротких трубах. Крім того, за даними

досліджень кінематики хвильового руху [8; 9] збільшення діаметра труби також призводить до зростання амплітуди та довжини великих хвиль, що інтенсифікує процеси перемішування в плівці.

Але виділити вплив окремих факторів на тепловіддачу з даних, які отримані на установках, що моделюють випарний апарат, неможливо, оскільки по довжині труби одночасно наростає і швидкість пари, і концентрація пропорційно тепловому потоку. Так, змодельовати процес теплообміну при вільному стіканні можна лише на верхніх ділянках труби, де швидкість пари незначна, але нерозвинута хвильова структура. Дані, що відповідають області з розвинутою хвильовою структурою, розташовані в середній і нижній частинах труб, де швидкість пари має відчутний вплив на тепловіддачу. Тому і порівняння експериментальних даних про тепловіддачу в модельних трубах випарних апаратів з даними, отриманими на установках з незалежним формуванням витрат фаз, коректне лише за наявності певної швидкості пари.

На рис. 8 нанесені масиви даних про теплообмін у плівках в каналах різної конфігурації, які порівняно з результатами розрахунку за апроксимаційним рівнянням (6) з поправкою (12).

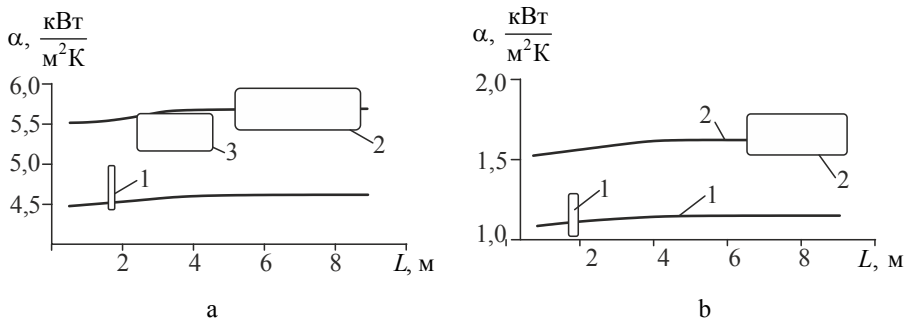


Рис. 8. Залежність $\alpha = f(L)$: а) вода, $u_2 = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; б) цукровий розчин, $CP = 70\%$,

$u_2 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, де 1 — область даних авторів, $d = 20$ мм, $L = 1,8$ м; 2 — область даних [4], $d = 30$ мм, $L = 9$ м; 3 — область даних [10], $d = 32$ мм, $L = 4,9$ м

Лінії відповідають розрахунку за (6), 1 — $d = 20$ мм, 2 — 30 мм.

Оцінити вплив фактора довжини та діаметра труб на тепловіддачу можна введенням співмножника K_L до (6), отриманого порівнянням результатів досліджень інтенсивності тепловіддачі до плівок у трубах різної геометрії:

$$K_L = \left\{ 1 + 0,06 \left(\frac{v}{v_o + v} \right) \left[1 - \exp(-0,05 L^3) \right] \right\} \left(\frac{d}{d_o} \right)^{0,35 - 0,06 \left(\frac{d}{d_o} \right)}, \quad (12)$$

де $d_o = 0,02$ м, $v_o = 0,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{м}^2}{\text{с}}$; L — довжина труби в м (від 1 м).

Оскільки коефіцієнт тепловіддачі є величиною маніпулятивною, особливо при узагальненні даних при кипінні розчинів, залежно від того, до якої

різниці температур віднесений тепловий потік, адекватність моделі підтверджується відповідністю відтвореного розрахункового розподілу теплового потоку по висоті труби реальній зміні за певної загальної різниці температур.

Графічна інтерпретація результатів моделювання теплового потоку по довжині труби довжиною 9 м за співвідношеннями (5), (6), (10), (11), (12) та їх порівняння з експериментальними даними [4] наведено на рис. 9а, б, с, а для киплячих під розрідженням 0,65 бар і 0,87 бар яблучних сиропів у трубі діаметром 32 мм, довжиною 3,9 м — на рис. 9д, е.

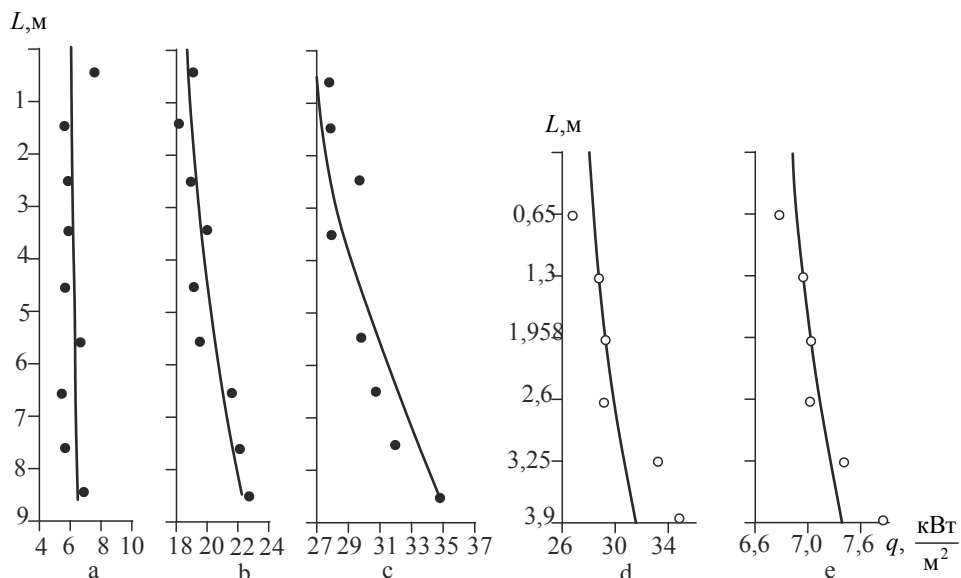


Рис. 9. Розподіл теплового потоку по висоті кип'ятильної труби, де лінії — розрахунок за (6); а, б, с — вода $t = 100^\circ\text{C}$; $L = 9\text{ м}$, $d = 30\text{ мм}$, $G_v = 0,3 \cdot 10^{-3}\text{ м}^2/\text{с}$, точки — експериментальні дані [4]; а — $\Delta t = 2,2^\circ\text{C}$, $t_w - t_{sat} = 1,2$; б — $7,5$, $t_w - t_{sat} = 3,7$; с — 11 , $t_w - t_{sat} = 5,1$; д, е — яблучний сироп, $L = 3,9\text{ м}$, $d = 32\text{ мм}$: д) $CP = 16,3\%$, $P = 0,35\text{ бар}$, $t_o - t_{sat} = 15,6^\circ\text{C}$; е) $CP = 60,4\%$, $P = 0,13\text{ бар}$, $t_o - t_{sat} = 9,5^\circ\text{C}$, t_o — температура нагрівної пари

У рівнянні (6) не відображені дані, що відносяться до коротких ділянок, де відбувається формування температурного та гідродинамічного поля з нерозвинутою хвильовою структурою, тому застосування (6) обмежено довжиною від 1 м і більше.

Висновки

1. Параметром, що ідентифікує початок кипіння в плівці, доцільно обирати величину критичного перегріву стінки (3), (4), який адекватно реагує як на зміну тиску або розрідження, так і на стан теплообмінної поверхні.

2. Температура поверхні плівки розчинів у режимі випаровування з міжфазної поверхні не відповідає виразу $t_i = t_{sat} + \Delta_{fc}(C_i)$ при наявності руху пари над її поверхнею, а є меншою, що формально рівнозначно поняттю зменшення фізико-хімічної температурної депресії в плівці у міру зростання швидкості пари.

3. Узагальнююче інженерне рівняння (6) для розрахунку коефіцієнта тепловіддачі до стікаючих по вертикальній поверхні насичених плівок води та цукрових розчинів концентрацією до 70% дійсне в режимах як випаровування з вільної поверхні, так і кипіння, включаючи область розрідження до 0,85 бар і теплових потоків до 60 кВт/м², в діапазоні об'ємної щільності зрошення 0,05...0,6·10³ м²/с, швидкості пари до 40 м/с і коректне для труб діаметром від 20 до 32 мм (досліджений діапазон) та довжин від 1 м.

Література

1. *Petrenko V.* Heat transfer modeling in down-flowing laminar films with the developed wavy structure with co-current steam flow [text] / V.Petrenko, Y. Zasyadko // Food and Environment safety (FES). — 2016. — Vol 15, Issue 3. — P. 203—215.
2. *Petrenko V.* Heat transfer in down flowing turbulent evaporating liquid film with developed wavy structure and co-current steam flow [text] / V. Petrenko, Y. Zasyadko // Food and Environment safety (FES). — 2016. — Vol. 15, Issue 4. — P. 284—298.
3. *Ганчев Б.Г.* Охлаждение элементов ядерных реакторов стекающими пленками [Текст] / Б.Г. Ганчев. — Москва : Энергоатомиздат, 1987. — 192 с.
4. *Ардашев В.А.* Исследование теплообмена при выпаривании гравитационно-стекающей пленки жидкости в вертикальных трубах [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / В.А. Ардашев. — Киев, 1983. — 188 с.
5. *Chun K.R.* Heat Transfer in Evaporating Liquid Films. [text] / K.R.Chun, R.A. Seban // Heat Transfer.—1971. — No. 4.— P. 71—77.
6. *Серза М.* Пузырьковое кипение в стекающей водяной ламинарной пленке на участке тепловой стабилизации и при полностью развитом течении [Текст] / М. Серза, В. Сернас // Труды ASME — Теплопередача сер. — 1988. — № 4. — С. 165—174.
7. *Fujita T.* Heat Transfer to Falling Liquids Films and Film Breakdown — Part II. Saturated Liquid Films With Nucleate Boiling [text] / T.Fujita, T.Ueda // Int.J.Heat Mass Transfer. — 1978. — Vol. 21, No. 2. — P. 109—118.
8. *Кулов Н.Н.* Гидродинамика и массообмен в нисходящих двухфазных пленочно-дисперсных потоках. [Текст]: дис. ... докт. техн. наук / Н.Н. Кулов. — Москва, 1984. — 409 с.
9. *Chu K.J.* Statistical characteristics of thin, wavy films. Pt 111, Structure of the large waves and their resistance to gas flow [text] / K.J. Chu, A.E. Dukler // AIChE.J. —1975. — Vol. 21, No. 3. — P. 583—593.
10. *Левераш В.И.* Экспериментальное исследование теплоотдачи к жидкости в выпарных аппаратах с падающей пленкой применительно к условиям работы дистилляционных опреснительных установок. [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.И. Левераш. — МЭИ, 1964. — 24 с.

MODELING OF THE DISTRIBUTION PROCESS OF THERMAL HEAT SOURCES IN DRYER FOR THERMAL SENSITIVE PRODUCTS

I. Nykytiuk, S. Lementar, Yu. Veresotskyi

National University of Food Technology

D. Ryndiuk

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

Key words:

*Fluidized layer
Gas distributor
Thermolabile products
Casein*

Article history:

Received 17.01.2018

Received in revised form
05.01.2018

Accepted 06.02.2018

Corresponding author:

I. Nykytiuk

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

Efficiency of the drying process of food products in the fluidized state is largely determined by the gas-dynamic parameters of the heat transfer agent flow, which, in turn, depends on the design of the gas-distributor.

The main task of the gas-distributor in dryers with fluidized state is to provide uniform and constant parameters of the product layer without falling product particles into the sublayer space and to ensure the protection of the gas distribution grid from the negative impact of the product.

This is especially important when occur high-temperature processes with substances that are temperature sensitive, such as casein, which can soften and stick to the grid, increasing its resistance, up to the stop of the process.

In order to find the rational design of the gas-distributor, we performed a computer simulation of the distribution of heat transfer agent in a drying plant for casein. In the simulation, computational fluid dynamics (CFD) methods were used.

Based on the simulation results, a new design of a gas-distributor with adjustable elements was proposed. It was found that the hydraulic resistance of this gas-distributor is 221 Pa, which is significantly less than the resistance in a classic stationary gas-distributor with prismatic elements (4952 Pa).

In the modernized design of the gas-distributor, the heat transfer agent velocity in the fluidized layer is about 5–6 m/s, which corresponds to the recommendations for the creation of a stable fluidized-state product layer during the casein drying.

Consequently, with the same initial parameters of heat transfer agent, the new design of the gas-distributor provides better conditions for casein drying than with a stationary gas-distributor.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-21

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛЕННЯ ТЕПЛОНОСІЯ В СУШАРЦІ ДЛЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНИХ ПРОДУКТІВ

І.І. Никитюк, С.Ю. Лементар, Ю.І. Вересоцький

Національний університет харчових технологій

Д.В. Риндюк

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського»

Ефективність процесу сушіння харчових продуктів у псевдозрідженому шарі визначається газодинамічними параметрами потоку теплоносія, який, у свою чергу, залежить від конструкції газорозподільника.

Основне завдання газорозподільника в сушарках з псевдозрідженим шаром — забезпечення рівномірних і сталих параметрів шару продукту без попадання частинок продукту в підрешитковий простір і забезпечення захисту газорозподільної решітки від негативного впливу з боку продукту.

Це особливо важливо при проведенні високотемпературних процесів з речовинами, чутливими до впливу температури, наприклад, казеїном, які можуть розм'якшуватись і налипати на решітку, збільшуючи її опір, аж до зупинки процесу.

З метою знаходження раціональної конструкції газорозподільника виконано комп'ютерне моделювання розподілу теплоносія в сушильній установці для казеїну. При моделюванні використовувалися методи обчислювальної гідродинаміки (Computational Fluid Dynamics, CFD).

На основі результатів моделювання запропоновано нову конструкцію газорозподільника з регульованими елементами. Виявлено, що гідравлічний опір цього газорозподільника складає 221 Па, що суттєво менше за опір у класичному нерухомому газорозподільнику з призматичними елементами (4952 Па). Також у модернізованій конструкції газорозподільника швидкість теплоносія в завислому шарі становить близько 5–6 м/с, що відповідає рекомендаціям щодо створення стійкого псевдозрідженого шару продукту при сушінні казеїну.

Отже, при однакових початкових параметрах подачі теплоносія нова конструкція газорозподільника забезпечує кращі, ніж у нерухомому газорозподільнику, умови для висушування казеїну.

Ключові слова: *псевдозріджений шар, газорозподільник, термолабільні продукти, казеїн.*

Постановка проблеми. Застосування сушки харчових продуктів у псевдозрідженому шарі дає змогу проводити цей процес при високих швидкостях, що важливо не тільки для підвищення техніко-економічних показників сушильних установок, а й для збереження якості багатьох термолабільних продуктів, оскільки при тривалій термічній обробці вона може значно погіршитися.

Наприклад, тривалість сушіння казеїну у псевдозрідженому шарі знижується у 1,5 раза порівняно із сушінням у нерухомому шарі та у 8 разів в

умовах вакууму і становить 30 хвилин при температурі сушіння 100° С до кінцевого вологовмісту 10% [1].

Швидкість проходження тепломасообмінних процесів у псевдозрідженому шарі істотним чином визначається його газодинамічними особливостями. Тому ефективність роботи апаратів для сушіння матеріалів у псевдозрідженому шарі значною мірою залежить від параметрів потоку газу, який утримує цей шар. Ці параметри також істотно впливають на профіль температур і концентрацій дисперсної (твердої) фази в зоні сушіння. Визначення газодинамічних умов руху газового потоку забезпечує можливість математичного опису швидкості руху та часу перебування твердих частинок у сушильному апараті [2].

У промислових сушарках, які працюють в умовах псевдозрідженого шару продукту, розподіл потоку сушильного агента (тобто газу, який одночасно й утримує цей шар) здійснюється за допомогою газорозподільного пристрою. Тому знаходження раціональних конструкційних параметрів систем розподілення сушильного агента, зокрема газорозподільних пристроїв як основного їх компонента, є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні вимоги до проектування новітнього сушильного обладнання передбачають впровадження малогабаритних апаратів з широким спектром застосування, високою питомою потужністю, що відрізняються простотою виготовлення, монтажу, експлуатації й обслуговування. Різноманітність конструкцій апаратів з псевдозрідженим шаром обумовлена умовами їх використання, особливостями перебігу в них тепломасообмінних процесів, газо- й термодинамічних умов у кожному конкретному випадку застосування цього виду обладнання. Значна кількість наукових досліджень псевдозрідженого шару спрямована на інтенсифікацію тепломасообміну в псевдозрідженому шарі, підвищенню його газодинамічної стабільності та теоретичному опису цих процесів [2—5].

Здійснення й ефективність сушіння в псевдозрідженому шарі суттєво залежать від конструкції апарата, а тому апаратурне оформлення має щонайкраще відповідати агрегатному стану вихідного матеріалу, його фізико-хімічним і структурно-механічним властивостям, а також необхідним показникам продуктивності установки та якості готового продукту. Відома велика кількість конструкцій сушарок із псевдозрідженим шаром, що дає змогу зробити цілком обґрунтований вибір для досягнення тих чи інших цілей [3].

Сьогодні багато уваги приділяється розробленню і порівнянню нових конструкцій газорозподільних пристроїв сушарок з псевдозрідженим шаром з метою пошуку оптимальних. Накопичений при цьому досвід показує, що багато деталей цих конструкцій істотно залежать від характеру технологічного процесу і властивостей псевдозрідженої твердої фази, тому не можна рекомендувати якийсь певний тип газорозподільника як бажаний для всіх продуктів [4].

Час перебування частинок у зоні сушіння і температура сушильного агента є важливими параметрами при сушінні термолабільних продуктів, оскільки відбувається суттєве зниження їх якості, якщо частинки залишаються в потоці повітря занадто довго або температура потоку теплоносія занадто висока. Тому схема розподілу повітряних потоків за допомогою газорозподільного пристрою всередині сушарки з псевдозрідженим шаром

вважається одним із основних факторів, які підлягають детальному вивченню та моделюванню. Також важливою причиною необхідності проведення таких досліджень є забезпечення уникнення застійних зон у зоні сушіння.

На основі результатів проведених досліджень можна буде надати рекомендації щодо розробки конструкції газорозподільного пристрою з рухомими елементами, що дасть змогу змінювати газодинамічні показники потоку теплоносія для забезпечення сталого процесу сушіння при зміні вхідних параметрів продукту.

Мета дослідження: знаходження раціональних параметрів конструкції газорозподільного пристрою в установці для сушіння казеїну шляхом моделювання потоків теплоносія.

Викладення основних результатів дослідження. Як зазначено вище, реалізація процесу сушіння продукту в псевдозрідженому шарі визначається режимом газодинаміки, яка залежить від конструкції газорозподільника.

Основне завдання газорозподільника — забезпечення рівномірних і сталих параметрів псевдозрідженого шару продукту без провалу частинок у підRESHІТКОВИЙ простір і формування надрешіткової зони продукту таким чином, щоб захистити газорозподільні решітки від термічних та інших негативних впливів зі сторони самого псевдозрідженого шару. Остання обставина особливо важлива при проведенні високотемпературних процесів із термолабільними матеріалами, які можуть розм'якшуватись і налипати на решітки, збільшуючи опір останньої аж до повної зупинки процесу [3].

Сушарка, яка прийнята за типову для проведення процесу зневоднення продукту, має прямокутну форму перерізу і складається з рами із завантажувальним пристроєм, статично нерухомого газорозподільного пристрою, сушильної й охолоджуючої камер.

Недоліком сушарки є те, що існуюча конструкція газорозподільного пристрою (рис. 1.), який виконано у вигляді паралельно установлених призматичних елементів з розширеною основою, є нерухомою і не дає змоги оперативно змінювати параметри потоку теплоносія при зміні вхідних параметрів продукту.

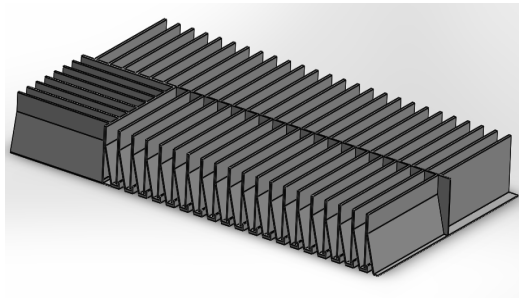


Рис. 1. Газорозподільний пристрій з нерухомими елементами

Завдяки моделюванню потоків теплоносія через газорозподільник було з'ясовано, що існуюча конструкція створює значний гідравлічний опір, який досягає 4952 Па (рис. 2а), що безпосередньо впливає на збільшення енерго-

затрат у сушарці, а також створює істотні перепади швидкості потоку теплоносія (рис. 2б).

Швидкість теплоносія в зоні сушіння досягає 9—10 м/с, що значно перевищує рекомендовані параметри при сушінні казеїну [1].

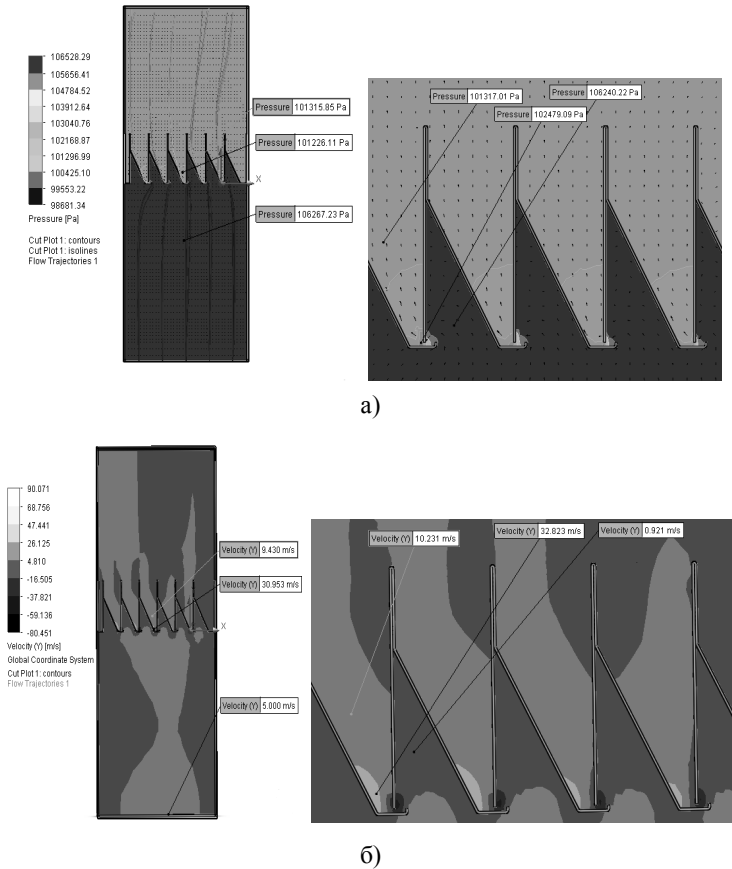


Рис. 2. Розподіл тиску (а) та швидкості (б) теплоносія в сушильній камері

Після проведення відповідних проектних розрахунків, а також моделювання процесу подачі і розподілення теплоносія за допомогою систем комп'ютерного моделювання з використанням методів обчислювальної гідродинаміки (Computational Fluid Dynamics, CFD), було запропоновано удосконалену конструкцію газорозподільного пристрою (рис. 3), який забезпечить регулювання газодинамічних параметрів потоку теплоносія.

Модернізований газорозподільний пристрій виконано у вигляді набору пластин, фіксованих за допомогою вилок, які мають можливість приймати відповідний кут нахилу, що здійснюється за допомогою додаткового механічного приводу, який включає в себе кроковий двигун.

Позитивний ефект від застосування газорозподільника такої конструкції полягає в можливості збільшення площі активної поверхні теплообміну між теплоносієм і продуктом за рахунок зменшення об'єму застійних зон, підви-

щення однорідності псевдозрідженого шару продукту, поліпшення якості висушеного продукту та зменшення часу перебігу процесу.

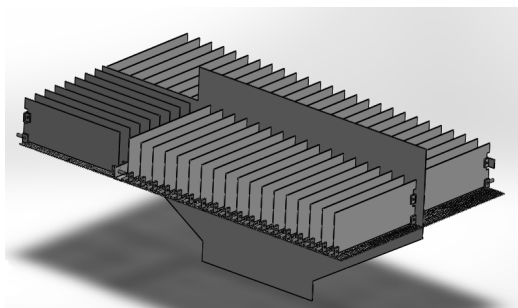


Рис. 3. Газорозподільний пристрій із регульованими елементами

Розподіл результуючої швидкості й тиску теплоносія для різних кутів нахилу лопатей газорозподільника наведено на рис. 4.

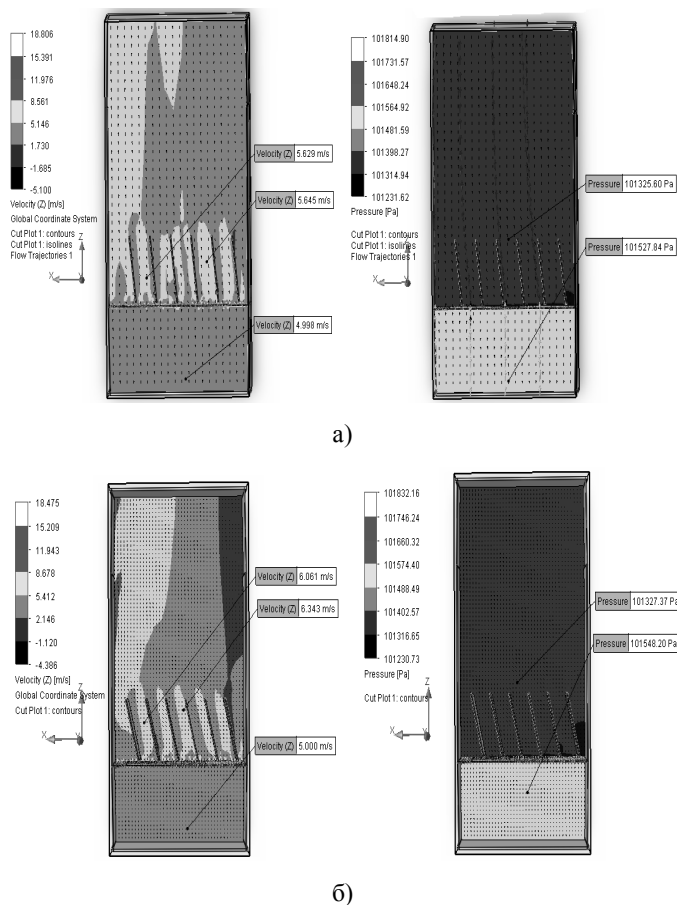


Рис. 4. Розподіл швидкості та тиску теплоносія при куті нахилу пластин газорозподільника 10° (а) і 20° (б)

Результати моделювання (рис. 4) показують, що характер розподілу швидкості й тиску теплоносія в запропонованій конструкції газорозподільника значно відрізняється від цих же показників у нерухомому газорозподільнику. Гідрравлічний опір модернізованого газорозподільника склав лише 221 Па, що значно менше порівняно з базовою конструкцією (4952 Па). Також у запропонованій конструкції спостерігається встановлення швидкості теплоносія в псевдозрідженому шарі близько 5—6 м/с, що відповідає рекомендаціям щодо швидкості теплоносія для створення стійкого шару при сушінні казеїну [1].

Результати досліджень комп'ютерного моделювання дали змогу встановити характерні особливості газодинамічної картини в робочому просторі апарата, виявити наявність областей зниженої швидкості, інтенсивного вихротоутворення, сепарації тощо. Застосовуючи такий підхід до вивчення газодинаміки руху потоків, можна виявити конструктивні недоліки сушарки й усунути їх на стадії проектування дослідного зразка, що скорочує собівартість розробки нового обладнання.

Висновки

У результаті моделювання модернізованого газорозподільного пристрою зі змінним кутом лопатей виявлено, що:

- гідрравлічний опір конструкції газорозподільника значно нижчий від опору класичного нерухомого газорозподільника, що сприяє зменшенню енергозатрат на перебіг процесу;

- спостерігається встановлення раціональної швидкості теплоносія (5—6 м/с) для підтримання сталого шару казеїну;

- збільшується активна площа контакту сушильного агента з висушуваним продуктом, що сприяє зменшенню часу перебігу процесу.

Отже, запропонована конструкція газорозподільного пристрою забезпечує кращі, порівняно з базовим варіантом, умови для висушування продукту в сушарках з псевдозрідженим шаром.

Література

1. Чабанова О.Б. Дослідження процесу сушіння харчового казеїну / О.Б. Чабанова, Т.В. Недобійчук, Д.О. Скрипніченко / Наукові праці ОНАХТ. — 2010. — Т. 2, № 38. — С. 274—281.

2. Маренок В.М. Вихревой псевдосжиженный слой и его практическое применение / В.М. Маренок, В.И. Склабинский // Физика аэродисперсных систем. — 2004. — № 2. — С. 86—93.

3. Сажин Б.С. Выбор и расчет аппаратов с взвешенным слоем / Б.С. Сажин, В.Б. Сажин, М.Б. Сажина. — Москва : РОСЗИТЛП, 2001. — 336 с.

4. Научные основы техники сушки термолabileльных материалов / А.И. Леонтьева, К.В. Брайкин, А.А. Дегтярев, В.С. Орехов. — М.: Изд. дом «Академия Естествознания», 2011. — 100 с.

5. Якуба О.Р. Інтенсифікація процесу сушіння харчових продуктів / О. Р. Якуба, М.Ю. Савченко // Вісник СНАУ. Серія тваринництво. — 2006. — № 10. — С. 140—144.

ANALYSIS OF THE RESULTS OF AN EXPERIMENTAL STUDY OF THE PROCESS OF VAPOR CONDENSATION FROM VAPOR-GAS MIXTURE ON THE SURFACE OF THE CYLINDRICAL FREE-DRAINING LIQUID JET (PART 1)

V. Bondar, K. Solodka, S. Vasilenko
National University of Food Technologies

Key words:

*Condensation
Heat transfer
Heat and mass transfer
apparatus
Mathematical Model
Hydrodynamic
characteristics*

Article history:

Received 09.01.2018
Received in revised form
29.01.2018
Accepted 05.02.2018

Corresponding author:

V. Bondar
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

As a result of the analysis of existing outcomes of vapor condensation on the free-draining liquid jet, a conclusion can be made about the existence of a significant number of models that describe these processes of heat transfer. But the vast majority of these correlations are based on the experimental approach, and only for those ranges of data for which the study was conducted.

Accordingly, an experimental study of the heat transfer process during steam condensation on the surface of cylindrical jets of a not bearable liquid of various geometric parameters at different flow characteristics of the steam flow must be conducted according to the operating conditions of heat-mass-exchange machines of food production as well as a theoretical study of the process of heat transfer during condensation of vapors on the surface of cylindrical jets of a not bearable liquid.

For studying the heat transfer processes in the range of consumables and operating parameters changing of the flow of liquid and vapor, that are mostly close to the modes of heat transfer equipment of the food industry, a test facility, for studying the processes of heat exchange during vapor condensation on a cylindrical free-draining liquid jet, was designed and manufactured.

A preliminary analysis of experimental data of the heat exchange process was made and it was determined that it is impossible to use the existing mathematical models that can reliably accurate describe the heat transfer processes while vapor condensation on a cylindrical free-draining liquid jet for those modes of vapor and water motions in the range of which an experiment was conducted.

It is determined that the usage of existing models for generalization of experimental data of the conducted experiment is impossible. That is, nowadays there is no model that can reliably accurate describe the heat transfer processes while vapor condensation on a cylindrical free-draining liquid jet for those modes of vapor and water motions in the range of which an experiment was conducted.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-22

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КОНДЕНСАЦІЇ ПАРИ З ПАРОГАЗОВОЇ СУМІШІ НА ПОВЕРХНІ ЦИЛІНДРИЧНОГО ВІЛЬНОСТІКАЮЧОГО СТРУМЕНЯ РІДИНИ (ЧАСТИНА 1)

В.І. Бондар, К.М. Солодка, С.М. Василенко
Національний університет харчових технологій

У результаті аналізу існуючих результатів процесу конденсації пари на вільному струмені рідини можна зробити висновок про існування значної кількості моделей, які описують ці процеси теплопередачі. Але переважна більшість цих кореляцій базується на експериментальному підході і тільки для тих діапазонів даних, для яких було проведено дослідження.

З огляду на це необхідно провести експериментальне дослідження процесу теплообміну під час конденсації пари на поверхні циліндричних струменів нестисливої рідини різних геометричних параметрів при різних витратних характеристиках парострумінних потоків відповідно до умов роботи тепломасообмінних апаратів харчових виробництв, а також теоретичне дослідження процесу теплообміну під час конденсації пари на поверхні циліндричних струменів нестисливої рідини.

Розроблено та виготовлено дослідну установку для дослідження процесів теплообміну під час конденсації водяної пари на циліндричному вільностікаючому струмені рідини.

Проведено попередній аналіз дослідних даних процесу теплообміну та доведено неможливість використання існуючих математичних моделей, які б з достовірною точністю описували процеси теплообміну під час конденсації пари на циліндричному вільностікаючому струмені рідини для тих режимів руху водяної пари та води, в межах яких було проведено експеримент.

Встановлено що використання існуючих моделей для узагальнення дослідних даних проведеного експерименту неможливе. Тобто на сьогодні не існує моделі, яка б з достовірною точністю описувала процеси теплообміну під час конденсації пари на циліндричному вільностікаючому струмені рідини для тих режимів руху водяної пари та води, в межах яких було проведено експеримент.

Ключові слова: конденсація, теплообмін, тепломасообмінні апарати, математична модель, гідродинамічні характеристики.

Постановка проблеми. На підприємствах харчової промисловості широко використовуються тепломасообмінні апарати з безпосереднім контактом фаз. Ці апарати порівняно з рекуперативними теплообмінниками мають вищий коефіцієнт енергетичної ефективності, меншу металоємність конструктивно нескладні, а також можуть бути виготовлені з неметалевих матеріалів. При використанні цього типу апаратів є можливість створити нові високо-

ефективні тепломасообмінні установки більшої потужності. Це дасть змогу полегшити умови праці за рахунок спрощення технічного обслуговування та зменшити забруднення довкілля.

З усього різноманіття апаратів із безпосереднім контактом фаз, що експлуатуються в умовах харчової промисловості, для дослідження обрано пароконтактні тепломасообмінні апарати з розподільчими пристроями циліндричного типу. Цей тип теплообмінного обладнання дає змогу створити апарати, які забезпечують стабільне зрошення та максимальну поверхню контакту фаз у широкому діапазоні зміни витратних характеристик теплоносіїв.

Створення пароконтактних тепломасообмінних апаратів запропонованого типу і розроблення теплообмінників різної теплової потужності потребує науково обґрунтованих методик їх теплогідравлічних і конструктивних розрахунків. Це можливо тільки за умови коректного та науково достовірного дослідження і відповідного аналізу результатів проведеного дослідження.

Мета статті: порівняння результатів експериментального дослідження процесу конденсації пари з парогазової суміші на поверхні циліндричного вільностікаючого струменя рідини з кореляціями, наведеними в працях інших вчених.

Викладення основних результатів дослідження. Дослідження процесів теплообміну під час конденсації пари на циліндричному вільностікаючому струмені рідини відбувалося на дослідній установці, яка була виготовлена в Інституті вугільних технологій НАН і змонтована на кафедрі теплоенергетики та холодильної техніки Національного університету харчових технологій.

Дослідна установка дала змогу дослідити процеси теплообміну та гідродинамічні характеристики під час конденсації пари на циліндричному вільностікаючому струмені рідини в межах змін витратних і режимних параметрів потоків рідини та водяної пари, максимально наближених до режимів роботи теплообмінного обладнання харчової промисловості, а саме:

- тиск насиченої водяної пари в межах 101...114 кПа;
- кінетична енергія набігаючого потоку пари: досліди проводилися як за відсутності руху нагрівної пари, так і при значеннях динамічного напору $\rho_{\text{п}} \cdot v_{\text{п}}^2$ в межах до 5 кг/(м·сек²);
- початкова швидкість струменя рідини в межах 0,29...1,25 м/с;
- діаметр струменя: з метою отримання залежності досліджуваних процесів від ступеня розвитку контакту фаз було досліджене витікання рідини з отворів діаметром 6, 8 та 10 мм;
- висота струменів рідини становила 250...500 мм.

Принципова схема дослідної установки наведена на рис. 1.

Отримані дослідні дані були опрацьовані відповідним чином за методиками досліджень, наведеними у працях таких вчених, як: І. В. Васильєв [3], В.Ф. Єрмолов [4], Г.А. Єресько [5], Н.С. Мочалова та ін.[6], S. Benedek [7], I. Isiek [8], В. П. Ісаченко та ін. [9; 10], De Salve [11]. Дослідження проводилися з урахуванням відповідних режимних параметрів пари та рідини, максимально наближених до умов роботи тепломасообмінного обладнання харчової промисловості, та з урахуванням діапазону зміни режимів руху речовин і геометричних параметрів струменя, найбільш наближеного до режиму проведеного

експерименту. Під час теоретичного аналізу результатів досліду та порівняння експериментальних даних з кореляціями, наведеними в працях інших вчених, були побудовані графічні залежності. Встановлено, що описати дослідні дані існуючими кореляціями неможливо, оскільки наявна значна невідповідність даних, розрахованих за існуючими кореляціями, і даних, отриманих під час експерименту. Розсіювання значень у більшості випадків перевищує $\pm 25\%$, а в окремих випадках — досягало близько 70% .

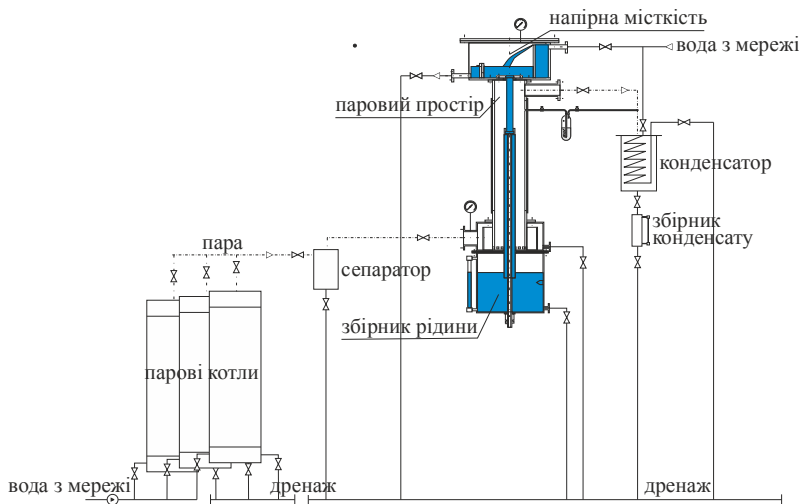


Рис. 1. Принципова схема дослідної установки

Графічне зображення наведеного порівняння та кореляційні залежності показано на рис. 2—9.

1. Кореляційна залежність І.В. Васильєва:

$$\lg \frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = 0,029 \left(\frac{gd_0}{v_0^2} \right)^{0,2} \left(\frac{l}{d_0} \right)^{0,7} \quad (1)$$

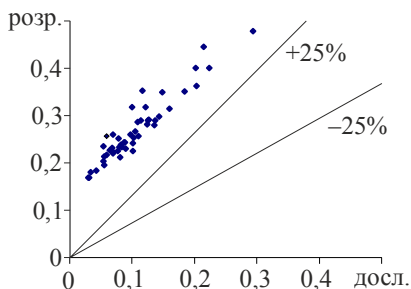


Рис. 2. Порівняння експериментальних даних з кореляцією І.В. Васильєва

2. Кореляційна залежність В.Ф. Єрмолова:

$$\lg \frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = 0,085 \frac{l}{d_0} La^{0,33} K^{-0,13} Pr^{-0,62} Fr^{-0,33} \quad (2)$$

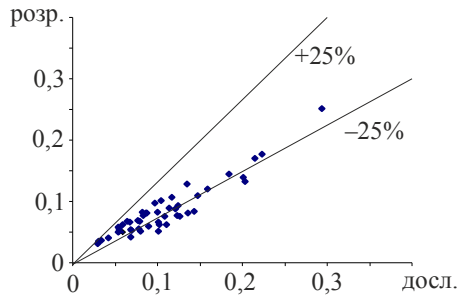


Рис. 3. Порівняння експериментальних даних з кореляцією В.Ф. Єрмолова

3. Кореляційна залежність Г.А. Єресько:

$$\frac{t_s - t_1}{t_s - t_2} = 1,71 \cdot Fr^{-0,05} Pr^{-0,08} \left(\frac{d_0}{D_0} \right)^{-0,24} \quad (3)$$

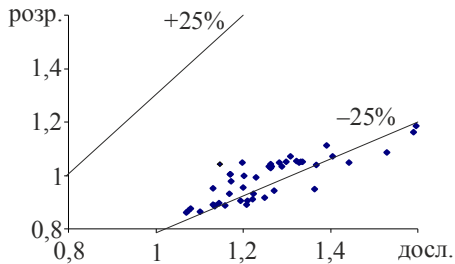


Рис. 4. Порівняння експериментальних даних з кореляцією Г.А. Єресько

4. Кореляційна залежність Н. С. Мочалова та ін.:

$$St = 0,047 \left(\frac{l}{d_0} \right)^{-0,52} Re^{-0,0033} Pr^{-0,074} Fr^{-0,064} \quad (4)$$

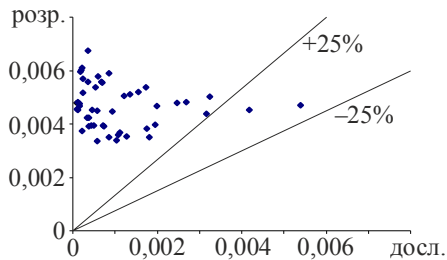


Рис. 5. Порівняння експериментальних даних з кореляцією Н.С. Мочалова

5. Кореляційна залежність S. Benedek:

$$St_{сз} = 0,00286 \left(\frac{S}{F} \right)^{0,06} K^{0,084} \quad (5)$$

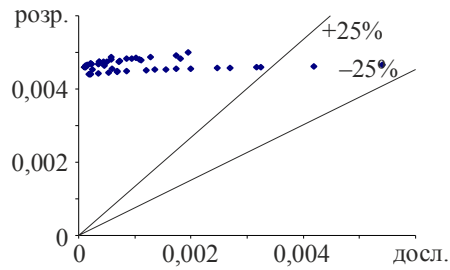


Рис. 6. Порівняння експериментальних даних з кореляцією S. Benedek

6. Кореляційна залежність І. Ісієк:

$$St = 0,00375 \left(\frac{l}{D} \right)^{-0,28} Fr^{-0,10} \quad (6)$$

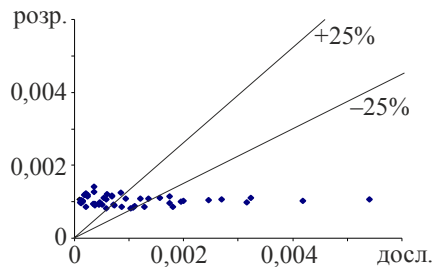


Рис. 7. Порівняння експериментальних даних з кореляцією І. Ісієк

7. Кореляційна залежність В.П. Ісаченка та ін.:

$$4St_{cp} = 3,3 \left(\frac{l}{d_0} \right)^{-0,59} Re^{-0,27} K^{-0,44} Pr^{-0,5} \exp(0,16We) \quad (7)$$

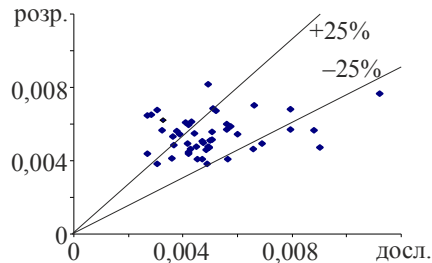


Рис. 8. Порівняння експериментальних даних з кореляцією В.П. Ісаченка та ін.

8. Кореляційна залежність De Salve:

$$St = 3,25 \left(\frac{l}{d} \right)^{-0,52} Re^{-0,38} K^{-0,19} Pr^{-0,52} \quad (8)$$

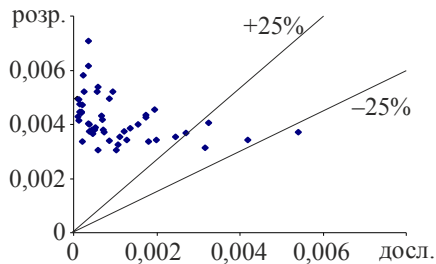


Рис. 9. Порівняння експериментальних даних з кореляцією De Salve

Висновок

У результаті аналізу можна зробити висновок, що використання існуючих моделей для узагальнення дослідних даних проведеного експерименту неможливе. Тобто на сьогодні не існує моделі, яка б з достовірною точністю описувала процеси теплообміну під час конденсації пари на циліндричному вільностікаючому струмені рідини для тих режимів руху водяної пари та води, в межах яких було проведено експеримент.

Література

1. *Исаченко В.П.* Теплообмен при конденсации пара на сплошных и диспергированных струях жидкости / В.П. Исаченко, А.П. Солодов // Теплоэнергетика. — 1972. — № 9. — С. 24—27.
2. *Вукалович М.П.* Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара / М.П. Вукалович, С.Л. Ривкин, А.А. Александров. — Москва : Изд. стандартов, 1969. — 408 с.
3. *Зингер Н.М.* О нагреве струи воды в паровом пространстве // Вопросы теплообмена при изменении агрегатного состояния вещества. — Москва : Госэнергоиздат, 1953. — С. 81—91.
4. *Ермолов В.Ф.* Экспериментальное исследование тепло- и массообмена в пучке струй воды, омываемых поперечным потоком пара или паровоздушной смеси при вакууме // Труды ЦКТИ. — 1965. — Вып. 63. — С. 53—63.
5. *Ересько Г.А.* Нагрев струй жидкости паром // Известия вузов. Энергетика. — 1965. — № 1. — С. 44—46.
6. *Мочалова Н.С.* Теплообмен при конденсации пара на турбулентных струях жидкости с учетом входного участка / Н.С. Мочалова, Л.Н. Холпанов, В.А. Малюсов, Н.М. Жаворонков // Инженерно-физический журнал. — 1983. — Т. 44, № 6. — С. 901—908.
7. *Benedek S.* Heat transfer at the condensation of steam on turbulent water jet. // Int. J. Heat and Mass Transfer. — 1976. — V. 19. — P. 448—450.
8. *Iciek J.* The hydrodynamics of a free liquid jet and their influence on direct contact heat transfer — III. Direct contact heating of a cylindrical free falling liquid jet.// Int. J. Multiphase Flow. — 1983. — V. 9. — P. 167—179.
9. *Исаченко В.П.* Исследование теплообмена при конденсации водяного пара на турбулентных струях воды / В.П. Исаченко, С.А. Сотсков, Е.В. Якушева // Труды МЭИ. — 1975. — Вып. 235. — С. 145—152.
10. *Исаченко В.П.* Исследование теплообмена при конденсации пара на турбулентных струях жидкости / В.П. Исаченко, А.П. Солодов, Ю.З. Самойлович, В.И. Кушнырев, С.А. Сотсков // Теплоэнергетика. — 1971. — № 2. — С. 7—10.
11. *Kim S. and Mills A.F.* Condensation on coherent turbulent liquid jets: Part I — Experimental Study // ASME Journal of Heat Transfer. — 1989. — V. 111. — P. 1068—1074.

ARCHIMEDES' SPIRAL — HISTORY AND MODERNITY

A. Vorobiova, G. Tsygankova

National University of Food Technologies

Key words:

Line

Flat curve line

Spiral

Spiral shapes

Article history:

Received 15.01.2018

Received in revised form
24.01.2018

Accepted 14.02.2018

Corresponding author:

A. Vorobiova

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

In this article there are questions about the history of development of flat curved lines, spiral shapes, which have wide distribution in the nature. Spirals as mathematical objects were studied by outstanding mathematicians of the past, such as Archimedes, Bernoulli, Fermat and others. Spiral form includes symmetry and golden ratio, produces the feelings of harmony and beauty. Flat and spatial curve lines, which include generalized Archimedes spirals, chain lines, lituums, cycloids, and others are a great and interesting class. The main property of the Archimedes spirals is as follows: whatever the point of this spiral, the ratio of its radius vector to the polar angle, which is deducted from any fixed direction, will be the same.

There are spirals in different types of human activity: mechanics, engineering and food industry. The formation of the Archimedes spirals and the way of constructing it without a formula, namely by dividing the circle by a large number of radial lines with the same angles between them, as well as by a large number of concentric circles are analyzed in this article. Knowledge about the properties and graphs of generalized Archimedes spirals is systematized. Using the differential and integral calculus, the length of the first coil of the Archimedes spiral and the area bounded by the Archimedes spiral $r = a\varphi$ and two radius vectors corresponding to the polar angles φ_1 and φ_2 are found.

Spiral shapes in nature are manifested in three basic forms: static (shells of snails), expanding shapes (images of spiral galaxies) or compressible (like a whirlpool). Spiral forms are represented from the evolutionary depths (DNA molecules) to the laws of dialectics. The shape of the spiral is close to the circle - the most ideal form of all that nature has created. Spiral curves are used for many technical calculations, and knowledge about these curves facilitates the study of machine parts. Properties of cycloid curves are used in the construction of gear teeth profiles and in many other technical issues. An analysis of the use of spiral structures in nature, technology, plant and animal world, human life has been made.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-23

СПІРАЛЬ АРХІМЕДА — ІСТОРІЯ І СУЧАСНІСТЬ

А.М. Воробйова, Г.А. Циганкова

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто питання з історії розвитку плоских кривих ліній, спіралеподібних форм, що дуже поширені в природі. Спіралі як математичні об'єкти досліджували такі видатні математики минулого, як Архімед, Бернуллі, Ферма та інші. Форма спіралі поєднує в собі симетрію і золотий перетин, викликає відчуття гармонії і краси. Великий і цікавий клас складають плоскі та просторові криві лінії, до яких належать узагальнені спіралі Архімеда, ланцюгова лінія, літуус, циклоїда тощо. Основна властивість спіралі Архімеда полягає в тому, що яку б точку цієї спіралі ми не взяли, відношення її радіус-вектора до полярного кута, який відраховується від будь-якого фіксованого напрямку, буде одним і тим же. Зустрічаються спіралі і в різних галузях діяльності людини: в механіці, техніці, харчовій промисловості. Проаналізовано утворення спіралі Архімеда і спосіб побудови її без формули, а саме: поділом кола великою кількістю радіальних ліній з рівними кутами між ними, а також великою кількістю концентричних кіл. Систематизовано знання про властивості і графіки узагальнених спіралей Архімеда. За допомогою диференціального та інтегрального числення знайдено довжину першого витка спіралі Архімеда і площу, обмежену спіраллю Архімеда $r = a\varphi$ і двома радіус-векторами, які відповідають полярними кутам φ_1 і φ_2 .

Спіралеподібні форми у природі проявляються в трьох основних формах: застиглий (раковини равликів), формі, що розширюється (зображення спіральних галактик), або стискальній (подоба виру). Спіральні форми представлені від еволюційних глибин (молекули ДНК) до законів діалектики. Форма спіралі близька до кола — найідеальнішої форми з усіх, що створила природа. Спіральні криві застосовуються при багатьох технічних розрахунках, і знання цих кривих полегшує вивчення деталей машин. Властивостями циклоїдальних кривих користуються при побудові профілів зубців шестерень і в багатьох інших технічних питаннях. Проведено аналіз використання спіралеподібних структур в природі, техніці, рослинному й тваринному світі, житті людини.

Ключові слова: лінія, плоска крива, спіраль, спіралеподібні форми.

Постановка проблеми. Форму спіралі має велика кількість об'єктів у природі: як нескінченно великі об'єкти — галактики, так і малі — повітряні вихори та смерчі, зовнішня форма раковини равлика, вир, що утворюється при спуску води в отвір ванни, тощо. В атмосфері Землі існує багато явищ, пов'язаних із хвильовими та вихровими спіральними рухами частинок. Це стосується, наприклад, руху повітря в тайфунах, атмосферних синоптичних вихорах-циклонах, антициклонах тощо. Зустрічаються спіралі і в різних галузях, пов'язаних із діяльністю людини: в гідротехніці при створення труб

для підводу води до турбіни, у механіці (кулачковий механізм, годинниковий механізм), у харчовій промисловості (гвинтовий ротор у машинах для перемішування рідких, сипучих, тістоподібних матеріалів, м'ясорубці, ножі для нарізки різних овочів). Сьогодні визначають, наприклад, спіральний цикл життя програмного продукту, спіральні моделі взаємодії системи підприємств. Історики говорять про спіральний хід історії [1]. Спіралі як математичні об'єкти досліджували такі видатні математики минулого, як Архімед, Бернуллі, Ферма та інші. Серед найпоширеніших кривих, що мають відображення у природі (циклоїда, епіциклоїда, еліпс, коло тощо), важливе місце займає спіраль Архімеда.

Метою статті є дослідження й обґрунтування властивостей спіралі Архімеда в природі та у практичній діяльності людини, можливості використання її для математичного моделювання морфологічної структури природних об'єктів.

З огляду на поставлену мету практичними завданнями дослідження є ознайомлення з внеском учених-математиків світу у розвиток вчення про криві лінії; систематизація знань про спіраль Архімеда та її властивості; дослідження знаходження довжини дуги та площі спіралі; аналіз використання спіралі Архімеда в природі та житті людини.

Викладення основних результатів дослідження. Поняття лінії визначилося в людини в доісторичні часи. Траєкторія кинутого каменя, струмисько води, промені світла, обриси кольорів і листя рослин, звивиста лінія берега річки та інші явища природи привертала увагу наших предків. Проте знадобився великий історичний період для того, щоб люди стали порівнювати між собою форми кривих ліній і відрізняти одну криву від іншої. Але все це було ще далеко до того абстрактного розуміння лінії, що має математика зараз. Вчення про лінії стало розвиватися з появою математики як науки. Найвищого рівня воно досягло в працях грецьких математиків.

Грецькі вчені створили теорію конічних перетинів — ліній, які мають особливо велике значення в науці і техніці. Відкриття їх приписується Менехму, учителю Олександра Македонського [2].

Давньогрецький учений Архімед (287—212 р. до н. е.) із Сиракуз (Сицилія) працював у галузі математики, фізики, механіки, астрономії. Архімед був видатним інженером-винахідником. Він винайшов гвинтовий насос для викачування води, так звану кохлею, який широко застосовується і зараз у техніці та в побуті. Гвинтова авіація, гвинтові кораблі, турбіни, різні види шнеків, шнекові преси, гвинтові насоси, вентилятори та багато інших приладів, механізмів і знарядь є нащадками архімедового гвинта. Архімед розробив системи для підняття вантажів, визначення складу сплавів зважуванням у воді. Він брав безпосередню участь у підготовці оборонних споруд, створенні воєнних металевих машин.

До нас дійшло дев'ять праць Архімеда, а саме: «Про кулю і циліндр», «Про вимірювання круга», «Про коноїди і сфероїди», «Про спіралі», «Про рівновагу площин», «Про число піщинок», «Про квадратуру параболи», «Про плаваючі тіла» і «Леми». Частина праць Архімеда втрачена. З висловлювань деяких авторів і самого Архімеда можна зробити висновок, що до нас не дійшли такі твори: «Про основи лічби», «Про многогранники», «Про терези»,

«Про важелі». Не збереглися твори Архімеда з оптики й астрономії, а також його міркування про календар.

Найкращим другом Архімеда був астроном Конон Самоський. Архімед досліджував спіральні лінії, які були відкриті Кононом. Криві цього виду мають назву архімедових спіралей, бо саме Архімед відкрив і довів найголовніші їхні властивості.

За однією з версій Архімед відкрив свою спіраль, експериментуючи з компасом. Він тягнув стрілку компаса з постійною швидкістю, обертаючи сам компас за годинниковою стрілкою. Крива, яка утворилася, була спіраллю. Крива зсувалася на ту ж величину, на яку повертався компас, а між витками спіралі зберігалася одна і та ж відстань.

Творчість Архімеда становить цілу епоху в розвитку математики взагалі. Архімед, створивши метод вичерпування, зробив великий внесок у ту галузь математики, що зараз займається аналізом нескінченно малих величин. Його праці стали першоосновою для успішного подальшого розвитку математики в дослідженнях Ньютона, Лейбніца та інших математиків XVII ст. у галузі диференціального та інтегрального числень.

Спіраль Архімеда – це крива, яку описує точка M під час її рівномірного руху зі швидкістю v уздовж прямої, що рівномірно обертається в площині навколо однієї зі своїх точок O з кутовою швидкістю ω . Основна властивість спіралі Архімеда полягає в тому, що, яку б точку цієї спіралі ми не взяли, відношення її радіус-вектора до полярного кута (який відраховується від будь-якого фіксованого напрямку) буде одним і тим же. Якщо в початковий момент руху точки M і O збігаються, а полярна вісь збігається з початковим розташуванням рухомої прямої, то рівняння спіралі Архімеда має вигляд $\rho = a\omega$. Будь-який радіус-вектор зустрічає криву незліченну кількість разів, до того ж відстань між кожними двома послідовними точками перетину є величина постійна — $2a\pi$ (рис. 1).

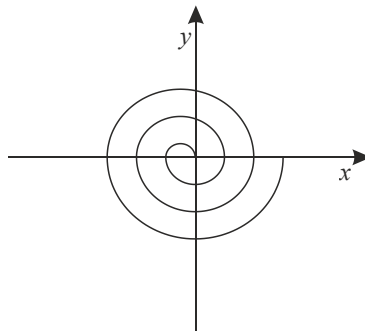


Рис. 1. Спіраль Архімеда

Одним із найбільш простих способів побудови спіралі Архімеда без формули є поділ кола великою кількістю радіанних ліній з рівними кутами між ними, а також великою кількістю концентричних кіл.

Із центра O (рис. 2) опишемо коло радіусом $R = a$. Відрізок OA та коло поділимо на однакову кількість рівних частин, наприклад, на вісім. Побу-

дуємо концентричні кола з центром в точці O і радіусами $O1, O2, O3, O4, \dots, O8$ та промені $O1_1, O2_1, O3_1, \dots, O8_1$, проведені через центр O і відповідні точки поділу кола $1_1, 2_1, 3_1, \dots, 8_1$. Точки $A_1, A_2, A_3, \dots, A_8$ перетинів концентричних кіл і променів будуть точками спіралі. Якщо з'єднати ці точки неперервною лінією, то отримаємо спіраль Архімеда.

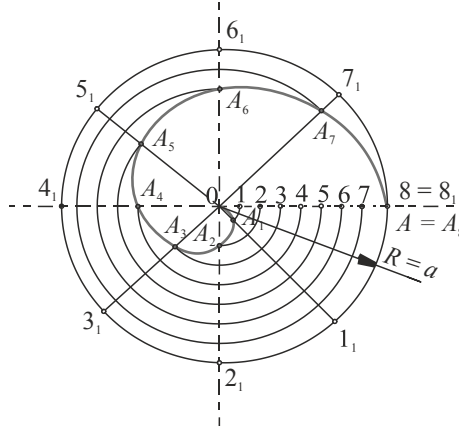


Рис. 2. Побудова спіралі Архімеда

Але розділити коло на більше ніж 12 секторів — нетривіальна задача. Спіраль Архімеда є частинним випадком при $n = 1$ узагальненої спіралі Архімеда, рівняння якої в полярних координатах визначається: $r = b + a\theta^{1/n}$ (в подальшому $b = 0$). При значенні $n = -1$ отримуємо гіперболічну спіраль, при $n = 2$ — спіраль Ферма, при $n = -2$ — літуус (жезл).

Знайдемо площу, обмежену спіраллю Архімеда, $r = a\theta$ і двома радіусами-векторами, які відповідають полярним кутам φ_1 і φ_2 ($\varphi_1 < \varphi_2$).

Для цього потрібно скористатися формулою для знаходження площі $S = \frac{1}{2} \int_{\alpha}^{\beta} r^2 d\varphi$, де α і β — межі зміни полярного кута [3]. Таким чином, отримуємо:

$$S = \frac{1}{2} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} a^2 \varphi^2 d\varphi = \frac{1}{2} a^2 \frac{\varphi^3}{3} \Big|_{\varphi_1}^{\varphi_2} = \frac{a^2 (\varphi_2^3 - \varphi_1^3)}{6}.$$

Тоді площа, обмежена полярною віссю і першим витком спіралі Архімеда ($\varphi_1 = 0; \varphi_2 = 2\pi$), знаходиться так: $S_1 = \frac{a^2}{6} (2\pi)^2 = \frac{4}{3} \pi^3 a^2$.

Аналогічним чином знаходимо площу, обмежену полярною віссю і другим витком спіралі Архімеда ($\varphi_1 = 2\pi; \varphi_2 = 4\pi$):

$$S_2 = \frac{a^2}{6} (64\pi^2 - 8\pi^3) = \frac{56}{6} \pi^3 a^2 = \frac{28}{3} \pi^3 a^2.$$

Шукана площа дорівнює різниці цих площ:

$$S_2 - S_1 = \frac{28}{3} \pi^3 a^2 - \frac{4}{3} \pi^3 a^2 = 8\pi^3 a^2.$$

Проаналізуємо, як знайти довжину першого витка спіралі Архімеда $r = \varphi$.

Кінці першого витка відповідають значенням $\varphi_1 = 0$; $\varphi_2 = 2\pi$ і полярного кута φ . Скористаємось формулою для знаходження довжини дуги

$$L = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{r^2(\varphi) + (r'(\varphi))^2} d\varphi.$$

У нашому випадку $r = \varphi \Rightarrow r' = 1$. Тоді $L = \int_0^{2\pi} \sqrt{1 + \varphi^2} d\varphi$.

Інтегруємо частинами. Позначимо $u = \sqrt{1 + \varphi^2}$, $dv = d\varphi$. Тоді $du = \frac{\varphi}{\sqrt{1 + \varphi^2}} d\varphi$,

$v = \varphi$. Довжина дуги знаходиться:

$$\begin{aligned} L &= \varphi \sqrt{1 + \varphi^2} \Big|_0^{2\pi} - \int_0^{2\pi} \frac{\varphi^2}{\sqrt{1 + \varphi^2}} d\varphi = \\ &= 2\pi \sqrt{1 + 4\pi^2} - \int_0^{2\pi} \sqrt{1 + \varphi^2} d\varphi + \int_0^{2\pi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 + \varphi^2}} = \\ &= 2\pi \sqrt{1 + 4\pi^2} - L + \ln(\varphi + \sqrt{1 + \varphi^2}) \Big|_0^{2\pi} = \\ &= 2\pi \sqrt{1 + 4\pi^2} - L + \ln(2\pi + \sqrt{1 + 4\pi^2}) \end{aligned}$$

Звідки

$$L = \pi \sqrt{1 + 4\pi^2} + \frac{1}{2} \ln(2\pi + \sqrt{1 + 4\pi^2}).$$

Отже, за допомогою диференціального та інтегрального числення можна знайти довжину дуги першого витка спіралі Архімеда і площу, обмежену спіраллю Архімеда $r = a\varphi$ та двома радіус-векторами, які відповідають полярним кутам φ_1 і φ_2 ($\varphi_1 < \varphi_2$).

Елементи, що мають форму спіралі, дуже поширені в природі [5]. Вигляд спіралі близький до кола — найідеальнішої форми з усіх, що створила природа. Спіраль Архімеда має тісний зв'язок із послідовністю Фібоначчі — математичним числовим рядом, кожен член якого є сумою двох попередніх. Закон математики описує принцип спіралі Архімеда і золотого перетину: границя відношення двох послідовних чисел із ряду Фібоначчі — більшого на менше — дорівнює $\approx 1,618$ тим точніше, чим більші члени послідовності [4]. У природі послідовність Фібоначчі можна прослідкувати на прикладах спірального розвитку зернят соняшника та інших квітів. Наприклад, суцвіття соняшника складається зі спіралей Архімеда, одна з них закручена за

годинниковою стрілкою, а друга — проти. Причому у суцвітті соняшника середнього розміру за підрахунками 34 спіралі одного напрямку і 55 — іншого, у суцвітті ромашки — 34 спіралі одного напрямку і 21 — іншого. Числа 34, 21, 55 — це числа ряду Фібоначчі. Соснова шишка, алое багатолістий, броколі романеско — це приклади рослин, які складаються зі спіралей Архімеда. Спіраллю Архімеда представлені в рослинному світі і видозміни листків, тобто вусики рослин, якими вони чіпляються за різні предмети і закріплюють стебло в певному положенні (горох, виноград, огірок).

І хоча в тваринному світі спіраль Архімеда трапляється не так часто, мушлі багатьох молюсків мають її форму. Роги таких тварин, як архари (гірські козли), закручені спіраллю Архімеда. Кігті лева, дзьоби папуг являють собою спіральні форми, нагадують форму осі, що може перетворитися в спіраль.

Спіраль Архімеда також широко використовується в техніці. Один із винаходів ученого — гвинт (прообраз об'ємної спіралі) — покладений в основу механізму для передачі води в зрошувальні канали з низьколежачих водойм. Гвинт Архімеда став прообразом шнека — пристрою, що широко використовується в різних машинах для перемішування рідких, сипучих і тістоподібних матеріалів. Найпоширеніший його різновид — гвинтовий ротор у звичайній м'ясорубці. Ще один об'єкт, який працює за допомогою спіралі Архімеда, — це самоцентруючий патрон, спрямовуючі канавки якого виконані за спіраллю Архімеда. При одному повороті диска цього патрона кулачки переміщуються на величину радіальної відстані суміжних канавок. Цей механізм використовується у швейних машинках для рівномірного намотування ниток. Механізми з елементами у формі спіралі використовуються і в харчових виробництвах. Наприклад, ножі для довгої нарізки капусти виготовляються у вигляді спіралі Архімеда (рис. 3).



Рис. 3. Ніж для нарізки капусти

Вражає надзвичайна різноманітність значень символу спіралі. Ще здавна люди використовували її як декоративний символ, візерунок, який легко наноситься на дерево, каміння, глину. Форма спіралі поєднує в собі симетрію і золотий перетин, при зоровому сприйнятті вона викликає відчуття гармонії і краси. Спіраль вважається знаком розвитку, життєвої сили, даної нам природою. Це прагнення до нових рівнів, до свого центру, мудрості. Спіральний символ часто зустрічається і в мистецтві, де символізує гармонію, красу,

розвиток. У практиці традиційної архітектури спіраль виникає не часто, але залишає значний слід або фіксує певні етапи розвитку архітектури. Відома, наприклад, спіралеподібна мечеть у Самарі, капітелі іонічних колон у Древній Греції. Спіраллю Архімеда ще в давнину оздоблювали жіночі прикраси. Наприклад, скіфська пектораль (шийна прикраса, що закривала груди, часом і плечі), яка була виявлена у 1971 р. видатним українським археологом Борисом Мозолевським. І в наш час у жінок прикраси, які мають вигляд спіралі Архімеда, користуються великою популярністю.

Найбільше утворення з усіх спіралеподібних форм у природі — це спіралеподібні галактики. Їхні діаметри вимірюються тисячами світлових років. Галактика Чумацький Шлях, у якій розміщена наша Сонячна система, та всі зорі, які ми бачимо неозброєним оком, мають форму спіралі Архімеда. Галактика Фесверк, відкрита 9 вересня 1798 року Вільямом Гершельом, знаходиться на відстані 22 мільйонів світлових років у сузір'ї Лебідь і нагадує форму спіралі. Галактика Цівочне Колесо — спіральна галактика в сузір'ї Велика Ведмедиця. Галактика Вир — галактика в сузір'ї Пси, яка знаходиться на відстані 23 мільйонів світлових років від Землі.

Висновки

Плоскі та просторові криві лінії становлять великий і цікавий клас математичних кривих. До них належать узагальнені спіралі Архімеда (спіраль Ферма, літуус, гіперболічна спіраль) і власне спіраль Архімеда. В статті систематизовано знання про властивості і графіки спіралей Архімеда. Досліджено знаходження довжини дуги і площі спіралі Архімеда та проведено аналіз її використання в природі та житті людини.

Література

1. Спіраль Архімеда та її прояви в навколишньому світі [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.svitohlyad.com.ua>.
2. Історія геометрії [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.svippt.com.ua>.
3. Дубовик В.П. Вища математика: навч. посіб. / В.П. Дубовик, І.І. Юрик. — 4-е вид., перероб. і доп. — Київ : Ігнатекс-Україна, 2013. — 636 с.
4. Стахов А. Код да Винчи и ряды Фибоначчи / А. Стахов, А. Слученкова, И. Щербаков. — Санкт-Петербург : Питер, 2006. — 320 с.: ил.
5. Аракелян Г. Математика и история золотого сечения / Г. Аракелян — Москва : Логос, 2014. — 50 с.

TECHNOLOGY AND QUALITY OF WHIPPED DESSERTS BASED ON MILK-PROTEIN CONCENTRATE

L. Deinychenko

National University of Food Technologies

Key words:

Milk-protein concentrate
Buttermilk
Viburnum
Whipped dessert products
Dessert "Tiramisu"

Article history:

Received 12.01.2018
Received in revised form
30.01.2018
Accepted 07.02.2018

Corresponding author:

V. Gnitsevych
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article provides the technology of making and studies the quality of the dessert "Protein Tiramisu", which is made on the basis of milk-protein concentrate, a new type of non-traditional protein-containing raw material, which is characterized by an increased content of all essential amino acids, a better balance of the amino acid composition and optimal correlation of essential amino acids.

To solve the problem, dessert "Tiramisu" based on cottage cheese was taken as basis and control. To obtain the dessert "Protein Tiramisu", the egg yolks were churned with sugar, a part of the concentrate and proteins whipped with the remaining part of the concentrate were added. The resulting blend was gently mixed, cooled and used as a cream for dessert preparation.

The chemical composition of the obtained product was determined according to the methods given in the current normative documentation of Ukraine. It is determined that the developed dessert is characterized by a significant increase in protein content, a slight increase in fat content and a significant reduction in the content of carbohydrates. The content of mineral substances and ascorbic acid is also significantly increased.

An analysis of the integral score of the product was made relying on the providing of 10% of the daily energy needs of the person belonging to the workers of the third group of labor intensity. According to the obtained data, the developed product provides a daily need in protein substances by almost 30%, for mineral substances – by 25% on the average. The constructed organoleptic profiles indicated improving of consistency, smell and taste of the developed product in comparison with control.

The data presented in the article indicate the possibility of using of milk-protein concentrate based on buttermilk, obtained with the use of viburnum puree as coagulant, for the production of whipped dessert products in order to increase its quality and expand the range of whipped desserts in the restaurants.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-24

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ЯКІСТЬ ЗБИТИХ ДЕСЕРТІВ НА ОСНОВІ МОЛОЧНО-БІЛКОВОГО КОНЦЕНТРАТУ

Л.Г. Дейниченко

Національний університет харчових технологій

У статті запропоновано технологію виробництва та досліджено якість десерту «Тирамісу білковий», який виготовляється на основі молочно-білкового концентрату, що є новим видом нетрадиційної білоквмісної сировини і характеризується підвищеним вмістом усіх незамінних амінокислот, кращою збалансованістю амінокислотного складу та оптимальним співвідношенням есенціальних амінокислот.

Для вирішення поставленого завдання за основу та контроль було взято рецептуру десерту «Тирамісу» із сиру кисломолочного. Для отримання десерту «Тирамісу білковий» яєчні жовтки збивали з цукром, додавали частину концентрату та білки, збиті у піну разом із концентратом, що залишився. Отриману суміш обережно перемішували, охолоджували та використовували як крем для приготування десерту.

Хімічний склад отриманого продукту визначено за методиками, наведеними у чинній нормативній документації України. Визначено, що розроблений десерт характеризується суттєвим підвищенням вмісту білків, незначним підвищенням вмісту жиру та вагомим зниженням вмісту вуглеводів. Також значно зростають вміст мінеральних речовин та аскорбінової кислоти.

Аналіз інтегрального скору продукту проводили у розрахунку на забезпечення 10% добової потреби в енергії людини, що належить до робітників III групи інтенсивності праці. Згідно з отриманими даними розроблений продукт забезпечує добову потребу у білкових речовинах майже на 30%, у мінеральних речовинах — у середньому на 25%. Побудовані органолептичні профілі вказують на покращення консистенції, запаху та смаку розробленого продукту порівняно з контролем.

Дані, наведені у статті, свідчать про можливість використання молочно-білкового концентрату зі сколотин, отриманого з використанням пюре калини як коагулянту для виробництва збитої десертної продукції з метою підвищення її якості та розширення асортименту у закладах ресторанного господарства.

Ключові слова: молочно-білковий концентрат, сколотини, калина, збита десертна продукція, десерт «Тирамісу».

Постановка проблеми. Сьогодні ефективним способом забезпечення людства необхідними для життя і розвитку нутрієнтами, особливо на фоні дефіциту білкових речовин, що стрімко розвивається у світі [1], є споживання багатих на білок продуктів. Цінною сировиною для їх виробництва є білкові концентрати та копреципітати, отримані з вторинних продуктів молочної

промисловості, зокрема сколотин. Такі концентрати, крім високого вмісту білкових речовин, мають багатий вуглеводний і мінеральний склад, низький вміст жиру, а також поліпшені органолептичні та функціонально-технологічні характеристики [2].

Молочно-білкові концентрати зі сколотин, отримувані з використанням пюре калини (МБКК) [3], є новим видом нетрадиційної білоквмісної сировини, що характеризується низкою переваг порівняно з традиційними продуктами, зокрема кисломолочним сиром. Так, якщо порівняти з останнім, отримувані концентрати характеризуються підвищеним вмістом усіх незамінних амінокислот, кращою збалансованістю амінокислотного складу, оптимальним співвідношенням таких есенціальних амінокислот, як триптофан, метіонін і лізин. Крім того, за рахунок використання у технології дикорослої ягідної сировини МБКК мають високу інтегральну антиоксидантну активність, що свідчить про можливість їх використання для виробництва продуктів функціонального призначення.

Основне призначення розроблених концентратів полягає у їх використанні в закладах ресторанного господарства та домашньому господарстві для виробництва напівфабрикатів і кулінарних виробів на молочно-білковій основі. При цьому слід враховувати, що під час розробки рецептур нових страв і виробів важливе значення надається врахуванню ряду вимог, що передбачають отримання продуктів з високими харчовою та біологічною цінністю, добрими смаковими якість, здатних задовольнити санітарно-гігієнічні норми обробки, зберігання й транспортування.

Крім того, до розроблюваних продуктів і напівфабрикатів висуваються специфічні вимоги, основними з яких є наявність необхідної консистенції і здатність не змінювати структурні характеристики при виготовленні і зберіганні. Для МБКК характерними рисами є гладкість і зернистість молекул, слабкі асоціативні зв'язки між ними, а також наявність виражених піноутворюючих і стабілізуючих властивостей. У зв'язку з цим, ґрунтуючись на даних, отриманих під час проведення експериментів та з урахуванням відомостей, що містяться в науково-технічній літературі, можна стверджувати, що раціональним є використання отриманих концентратів для виробництва збитої десертної продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Доцільність використання молочно-білкових концентратів (МБК) у різних галузях харчової промисловості для зниження собівартості продукції і поліпшення якості готових виробів на сьогодні є доведеним фактом. Так, широко відомо про використання таких добавок при виробництві ковбасних, молочних, хлібобулочних і кондитерських виробів.

Сьогодні відомо про розробку ряду технологій, що мають на меті отримання продукції з дисперсною структурою, заснованих на реалізації функціонально-технологічних властивостей компонентів молочної та рослинної сировини. Зокрема, вченими Національного університету харчових технологій [4] було розроблено пастоподібну молочно-білкову основу для десертів, яку отримують шляхом нормалізації та пастеризації суміші знежиреного

молока та сколотин у співвідношенні 5:3, осадження білків кислою сироваткою з температурою 68...72° С, витримки і охолодження до 30...50° С, самопресуванням до масової частки вологи 68...72%.

Дослідниками Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М.І. Туган-Барановського розроблено білково-рослинні основи для збитих солодких страв «Кизилова», «Тернова», «Кизилово-тернова» [5], що виготовляються з концентратів на основі знежиреного молока, пюре з плодів дикорослих кизилу, терену або їх суміші, цукру, лимонної кислоти та яблучного пектину. Отримувані основи мають високу та стабільну піноутворюючу здатність і суттєво впливають на собівартість готових страв, зменшуючи енерговитрати, скорочуючи кількість і тривалість технологічних операцій та підвищуючи ефективність технологічного процесу.

Відомо також про патентування технології збитого кисломолочного десерту на основі молочно-білкового концентрату зі сколотин, смакового наповнювача (какао-порошок, екстракт кави, фруктові сиропи та пюре) та ксампану [6].

Аналізуючи наведені дані, можна зробити висновок, що сьогодні процес розробки асортименту страв і виробів на основі МБК зазнає активного розвитку. Проте технології виробництва страв і виробів на основі МБК, орієнтовані на використання у закладах ресторанного господарства, майже відсутні. Тому доцільною є їх розробка для розширення асортименту продукції ЗРГ, підвищення її харчової та біологічної цінності, а також скорочення часу та енерговитрат на її виробництво.

Метою статті є розробка технології десерту «Тирамісу білковий» на основі МБКК, а також визначення якості отриманого продукту.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використано методи аналізу й синтезу, порівняння, системного підходу.

Загальний хімічний склад отриманого продукту визначено за стандартними методиками [7—10]. Інтегральний скор розраховано на масу продукту, що відповідає 330 ккал, тобто 10% добової потреби в енергії людини, що належить до робітників III групи інтенсивності праці [11].

Органолептичну оцінку якості продукту здійснено методом профільного аналізу (кількісним). Профілі якості будували за допомогою обчислювальної програми MS Excel.

Викладення основних результатів дослідження. Для вирішення поставленого завдання за основу та контроль було взято рецептуру десерту «Тирамісу» на основі сиру кисломолочного. В новій технології передбачено використання МБКК, що має на меті не тільки підвищення хімічного та біологічного складу готових виробів, а й зростання піно- і структуроутворювальних властивостей розроблюваних продуктів.

Для отримання 1 кг десерту «Тирамісу білковий» на основі МБКК яєчні жовтки (3 шт) збивають з цукром (70 г) до білого кольору, додають 2/3 концентрату (32 г) та обережно перемішують лопаткою до однорідності маси. Білки збивають до густої піни, поступово додаючи концентрат, що залишився (18 г), і обережно додають до основної маси. Отриману суміш обе-

режно перемішують до однорідності і залишають у холодильнику на 25... 30 хвилин.

Каву (12 г) заливають 200 мл кип'яченої води та ретельно розмішують. В утворений напій додають коньяк (40 мл) та переливають у глибоку тарілку. Охолоджену білкову масу переносять у кулінарний пакет. Десерт викладають у креманки, чергуючи білковий крем і печиво «Савоярді» (200 г), змочене у каві з коньяком. Поверхню десерту посипають какао-порошком (20 г) і залишають у холодильнику на 5 годин. Технологічну схему десерту наведено на рис. 1.

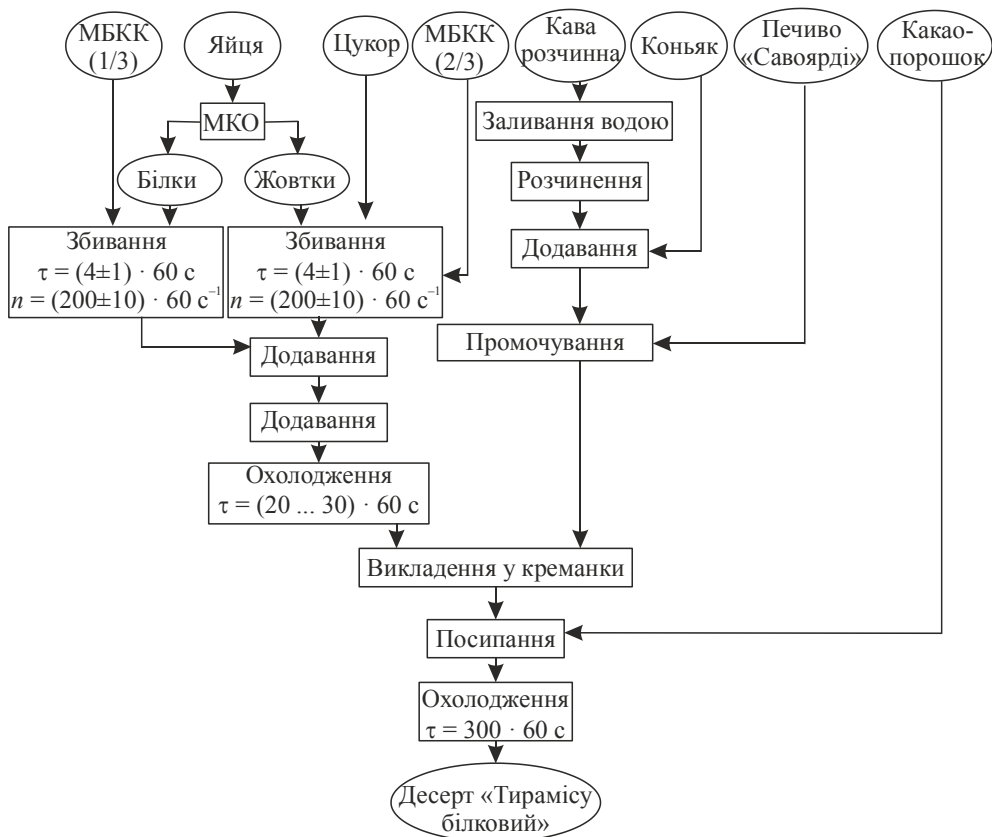


Рис. 1. Технологічна схема десерту «Тирамісу білковий»

Для визначення якості отриманого продукту було розраховано його хімічний склад, інтегральний скор та побудовано органолептичні профілі якості. Хімічний склад продукту наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Хімічний склад розробленого десерту порівняно з контролем

Харчові речовини	Вміст у 100 г	
	Десерт «Тирамісу» (контроль)	Десерт «Тирамісу білковий»
1	2	3
Білки, г	13,2±0,6	17,0±0,9

1	2	3
Жири, г	7,4±0,4	7,8±0,4
Вуглеводи, г	28,9±1,5	18,4±0,9
Мінеральні речовини, мг		
Калій (К)	146±7	308±15
Кальцій (Са)	115±6	232±12
Натрій (Na)	154±8	246±12
Магній (Mg)	22±1	70±4
Залізо (Fe)	1,6±0,1	1,5±0,1
Фосфор (P)	180±9	237±12
Вітаміни, мг		
Вітамін С	0,29±0,01	0,64±0,03
Вітамін В ₁	0,10±0,01	0,10±0,01
Вітамін В ₂	0,29±0,01	0,24±0,01
Вітамін РР	0,79±0,04	0,82±0,04

Як можна побачити з даних, представлених у табл. 1, розроблений десерт характеризується суттєвим підвищенням вмісту білків — на 29% (порівнюючи з контролем). Незначне підвищення вмісту жирів (на 0,4 г) спостерігається внаслідок використання МБКК, жирність якого складає 1,91 г/100 г проти 0,6 г/100 г для сиру кисломолочного нежирного. Характерним також є зменшення вмісту вуглеводів (на 10,5 г), що є наслідком значного зниження вмісту цукру.

Мінеральний склад білкового десерту також покращується, порівнюючи з контролем. Зокрема, вміст Са зростає у 2 рази, К — у 2,1 раза, Na — 1,6 раза, P — у 1,3 раза, Mg — у 3,2 раза. Серед вітамінів значним є підвищення вмісту аскорбінової кислоти (у 2,2 раза).

Для визначення ступеня задоволення добової потреби організму в основних харчових речовинах було розраховано інтегральний скор розробленого десерту (табл. 2).

Таблиця 2. Інтегральний скор розробленого десерту порівняно з контролем

Харчові речовини	Добова потреба	«Тирамісу» (контроль)		Десерт «Тирамісу білковий»	
		137 г	СЗ, %	152 г	СЗ, %
1	2	3	4	5	6
Білки, г	91	18,04	20	25,77	28
Жири, г	92	10,11	11	11,82	13
Вуглеводи, г	528	39,50	7	27,89	5
Мінеральні речовини, мг					
Калій (К)	2500	146	6	467	19
Кальцій (Са)	1200	115	10	352	29
Натрій (Na)	4000	154	4	373	9
Магній (Mg)	400	22	6	106	27
Залізо (Fe)	15	1,6	11	2,3	15
Фосфор (P)	1200	180	15	359	30
Вітаміни, мг					
Вітамін С	80	0,29	0	0,97	1

1	2	3	4	5	6
Вітамін В ₁	1,6	0,10	6	0,15	9
Вітамін В ₂	2,0	0,29	15	0,36	18
Вітамін РР	22	0,79	4	1,24	6

Згідно з отриманими даними розроблений десерт задовольняє потребу у білкових речовинах, забезпечуючи її на 28%. Також значним є задоволення потреби у мінеральних речовинах. Так, воно становить 19% для калію, 29% — для кальцію, 27% для магнію, 30% — для фосфору, 15% — для заліза. З вітамінів слід відмітити рибофлавін — потреба у ньому задовольняється на 18%.

Органолептичну оцінку розробленого продукту було визначено після проведення дегустації, в ході якої провідні фахівці галузі відзначили високі органолептичні показники представленого десерту та рекомендували його до впровадження в закладах ресторанного господарства. На основі отриманих оцінок було побудовано органолептичні профілі, представлені на рис. 2.



Рис. 2. Органолептичний профіль десерту «Тирамісу білковий» (б) порівняно з контролем (а)

На рис. 2 можна побачити, що розроблений десерт порівняно з контролем має кращі консистенцію, запах і смак. Також визначено, що загальна органолептична оцінка розробленого продукту складає 4,91 проти 4,88 для контролю.

Враховуючи високу антиоксидантну активність і збалансований амінокислотний склад МБКК, слід зазначити, що розроблений десерт, крім поліпшених споживних властивостей, має подовжений термін придатності та виражені радіопротекторні властивості.

Висновки

Отриманий десерт «Тирамісу білковий» є перспективним продуктом, що характеризується високою харчовою та біологічною цінністю, високим рівнем забезпечення добової потреби у необхідних для організму людини нутрієнтах, а також гарними органолептичними властивостями. Виробництво розробленого продукту у закладах ресторанного господарства дасть змогу розширити асортимент білкових десертів і підвищити попит на десертну продукцію внаслідок зниження її вартості.

Література

1. *Tilly J.* Opportunities to Improve Nutrition for Older Adults and Reduce Risk of Poor Health Outcomes. Administration for Community Living or the U.S. Department of Health and Human Services [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://nutritionandaging.org/wp-content/uploads/2017/03/Malnutrition-Issue-Brief-final-3-2017.pdf>.
2. *Гніцевич В.А.* Інновації у виробництві молочно-білкових копреципітатів / В.А. Гніцевич, Л. Г. Дейниченко // Туристичний, готельний і ресторанний бізнес: інновації та тренди [Текст] : тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. (квіт. 2016) / відп. ред. А.А. Маза-ракі. — Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2016. — 362 с.
3. *Гніцевич В.А.* Технологія та біологічна цінність молочно-білкових копреципітатів / В.А. Гніцевич, Т.І. Юдіна, Л.Г. Дейниченко // Товари і ринки. — 2016. — № 2(22). — С. 148—158.
4. Пат. 34115 Україна, МПК 6 А 23 С 23/00. Спосіб отримання молочно-білкової основи для десертів / В.О. Ромоданова, Г.Б. Федорова, Н.О. Пененко та ін. — №99063074 ; заявл. 03.06.99 ; опубл. 15.02.01, Бюл. № 1. — 4 с.
5. Пат. 20069 Україна, МПК(2006) А23С 23/00, А23С 9/152. Спосіб одержання білково-рослинної основи для збитих солодких страв / Р.П. Нікіфоров, В.А. Гніцевич, Т.Ф. Коршунова. — № 200606861 ; Заявл. 19.06.06 ; Опубл. 15.01.07, Бюл. № 1. — 2 с.
6. Пат. 71825 Україна, МПК 7 А 23 С 23/00. Спосіб виробництва збитого кисломолочного десерту / Г.В. Дейниченко, Т.І. Юдіна, О.В. Самохвалова, В.М. Ветров. — № 20031212920 ; заявл. 29.12.03 ; опубл. 15.12.04, Бюл. № 12. — 3 с.
7. ДСТУ ISO 6496:2005. Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших легких речовин [Текст]. — Введ. 2007-07-01. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 11 с.
8. ДСТУ ISO 5984:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту сирової золи [Текст]. — Введ. 2006-01-01. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 8 с.
9. ДСТУ ISO 6492:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту жиру [Текст]. — Введ. 2005-07-01. — Київ : Держспоживстандарт України, 2005. — 12 с.
10. ДСТУ ISO 5983:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого білка методом К'ельдаля [Текст]. — Введ. 2005-07-01. — Київ : Держспоживстандарт України, 2007. — 12 с.
11. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії: норми від 18.11.1999 № 272 [Електронний ресурс] // МОЗ України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua>. — Назва з екрана.

THE SPECIFICATION OF PRODUCTION AND USING THE DIETARY SUPPLEMENTS

G. Simakhina, N. Naumenko, T. Martynenko

National University of Food Technologies

Key words:

Dietary supplements

Quality

Safety

Healthy nutrition

Biologically active

substances

Food raw materials

Article history:

Received 16.01.2018

Received in revised form

26.01.2018

Accepted 05.02.2018

Corresponding author:

G. Simakhina

E-mail:

npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The new tendencies to choose the reasonable dietary regime and the complex therapy require the inclusion of various dietary supplements (made mostly of plant raw materials). The studies in medicine and food technologies accumulated the efficient volume of knowledge needed to accomplish the profound and versatile research of both the natural cures' possibility to support the activity of all the functional systems of an organism and the up-to-date methods to obtain the new foodstuffs and food supplements with the necessary complex of all the biologically active components.

The authors of the article highlighted the problems of creation and construction of the new dietary supplements under different viewpoints (technological, social-economical, terminological), and thereafter outlined the perspectives of studying various food substances (including those minor) in order to use them furthermore in technologies of the new generation foodstuffs. The authors also paid the proper attention to curative plants as the potential sources of bioflavonoids, vitamins, and other biologically active substances.

There was shown that dietary supplements must necessarily be added to the diets as the component to provide the full energetic and nutritive value of food, its taste qualities, and positive influence on human health. Therefore, so great should be the attention to pay to creation, production and usage of these supplements, and also to the problems of their quality, safety, and effectiveness.

Therefore, the production and usage of dietary supplements containing all the biologically active substances (BAS) in concentrated shape gets more and more relevant in Ukraine, being the subject of studies for scientists and physicians. Just thanks to such researches, there are revealed: the positive effects of the BAS unknown before; the less studied substances which do not belong to those indispensable, but play the important role in health support and thereafter make clear the relativity of the notions of "dispensability" and "indispensability". During the last years, there was made a huge step forward to comprehend the colossal possibilities of natural curative methods based, first of all, on the production and usage of foodstuffs to be positioned as "utile for human health".

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-25

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДІЄТИЧНИХ ДОБАВОК

Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко, Т.А. Мартиненко
Національний університет харчових технологій

Сучасні тенденції вибору раціонального режиму харчування та комплексної терапії потребують включення різноманітних дієтичних добавок, переважно на основі рослинної сировини. Дослідження в галузі медицини та харчових технологій накопичили достатній обсяг знань, необхідних для глибокого всебічного вивчення можливостей природних засобів підтримання діяльності усіх функціональних систем організму та сучасних методів отримання нових харчових продуктів і дієтичних добавок з необхідним комплексом усіх біокомпонентів.

У статті під різними кутами зору (технологічним, соціально-економічним, термінологічним) розглядаються проблеми створення та конструювання нових дієтичних добавок, окреслюються перспективи вивчення різноманітних харчових речовин (зокрема мінерних) із метою їх подальшого застосування в технологіях оздоровчих продуктів нового покоління. Належну увагу приділено також лікарським рослинам як потенційним джерелам біофлавоноїдів, вітамінів та інших біологічно активних речовин.

Тому виробництво та застосування дієтичних добавок, що містять у концентрованому вигляді всі БАР, набирає особливої актуальності в Україні і стає предметом досліджень науковців та практиків. Саме завдяки таким дослідженням з'ясовуються позитивні ефекти тих БАР, яким раніше не приділяли уваги; маловивченим сполукам, які не належать до категорії незамінних, однак відіграють надзвичайно важливу роль у підтриманні здоров'я, і саме на прикладі таких сполук стає зрозумілою відносність понять «замінний» та «незамінний». За останні роки зроблено величезний крок уперед до розуміння колосальних можливостей природних методів оздоровлення, що ґрунтуються передусім на виробництві та використанні продуктів, які позиціонуються як «корисні для здоров'я».

Ключові слова: дієтичні добавки, якість, безпека, оздоровче харчування, біологічно активні речовини, харчова сировина.

Постановка проблеми. Виробництво та обіг дієтичних добавок останнім часом у всіх економічно розвинутих країнах стає однією із галузей харчової та медичної промисловості, які найбільш динамічно розвиваються і є ефективним засобом підвищення якості життя населення [1]. Такий вид оздоровчої продукції називали «Біологічно активні добавки до їжі» (БАД до їжі). Її відносили до групи «Харчові добавки», оскільки саме так перекладались з англійської і «Food Additives» і «Food supplements». Те, що ми розуміємо під поняттям «Food supplements», якраз і отримало назву БАД до їжі, що дозволило чітко розмежувати ці дві цілком різні за складом, призначенням і використанням групи продукції. Саме БАД до їжі у більшості країн визна-

чено як засіб найбільш швидкого подолання в раціонах дефіциту есенціальних харчових речовин та мінорних компонентів [2], і поставлено завдання активного розвитку власного виробництва такої продукції.

Чому це так важливо на даному етапі?

Дослідження, проведені в різних країнах світу за останні 15—20 років, показали, що в результаті науково-технічної революції енерговитрати середньостатистичного громадянина знизились із 3000...3500 ккал/добу до 1900...2400 ккал/добу. Отже, знижується потреба в кількості їжі та водночас зменшується і її роль як джерела харчових сполук, особливо мікронутрієнтів [3]. Однак потреба людини у всіх біологічно активних речовинах (БАР) харчових продуктів не змінилась, тому що вона склалась протягом еволюції людини та закріпилась на генетичному рівні.

Простий розрахунок показує: для отримання 3500 ккал енергії необхідна певна кількість харчових продуктів, а для 2000 ккал — вона має бути майже вдвічі меншою. В результаті в організм надходить удвічі менше есенціальних нутрієнтів, ніж це необхідно для його життєзабезпечення. Щоб подолати цю розбіжність, потрібні інші підходи до створення та виробництва нового покоління харчових продуктів, які містили б життєво необхідні нутрієнти у підвищених концентраціях, і зменшення кількості спожитої їжі не впливало на ступінь забезпечення ними організму людини [4].

Метою досліджень є визначення основних засад формування в Україні індустрії дієтичних добавок, характеристика маловивчених біологічно активних речовин як компонентів таких добавок і розширення технологічного потенціалу вітчизняної сировинної бази.

Матеріали і методи. В основу методологічної бази дослідження покладено методи наукового пізнання, системного підходу, узагальнення праць зарубіжних і вітчизняних учених, принципово нові дані доказової медицини стосовно біологічної ролі БАР у функціонуванні організму людини.

Викладення основних результатів дослідження. Сьогодні увагу науковців привертають досі малодосліджені біологічно активні речовини, які, як з'ясувалось, є надзвичайно важливими для організму людини. Це передусім такі сполуки:

- різні групи флавоноїдів, фізіологічні функції яких надзвичайно різноманітні і важливі для зниження ризику розвитку багатьох поширених захворювань, включаючи серцево-судинні та онкологічні [5];
- індоли, однією із найважливіших функцій яких є регулювання активності метаболічних ферментів і знешкодження чужорідних сполук [6];
- екзогенні пептиди та окремі амінокислоти і їхні суміші, участь яких у регулюванні функцій організму доведено численними дослідженнями [7].

Доведено важливу роль у якості необхідних компонентів їжі і таких сполук, яким раніше не надавалось належної уваги і механізм дії яких на сьогодні значною мірою розшифровано: органічні кислоти, фенольні сполуки, ізофлавоони, глюкоманани, поліфруктани, інулін, хлорофіл, кофеїн, глюкозаміни, хондроїтини, хітозани та інші [8].

Біофлавоноїди в зарубіжній літературі називають першим сімейством антиоксидантів [9]. Недаремно у сучасній медицині віднедавна з'явився термін «флавоноїдне навантаження», тобто вміст у крові біофлавоноїдів, що

свідчить про здатність організму протистояти розвиткові онкологічних хвороб. Середньостатистичний мешканець Японії має флавоноїдне навантаження у 50 разів вище, ніж європеець, і, відповідно, найнижчий рівень захворюваності гормонально залежними видами раку [9]. За різними літературними даними, оптимальним є споживання флавоноїдів від 50 до 500 мг на день.

Кофермент Q₁₀. На сьогодні його визнано життєво необхідною сполукою. Учені офіційно називають її убіхіноном — від пізнюлат. «ubiquitous», всюдисущий. Q₁₀ відіграє незамінну роль у виробленні енергії в кожній клітині, подовжуючи термін їхнього життя. А ще — захисник організму від руйнівної дії вільних радикалів та стимулятор імунної системи; убіхінон сповільнює і гальмує процеси старіння [10], і він може бути найважливішим зі всіх антиоксидантів для запобігання атеросклерозу.

Предметом досліджень багатьох науковців та практиків є карнітин [10]. Відкриття і його дослідження виявили надзвичайно дієвий засіб боротьби з хворобами серця. Його застосовують також у лікуванні атрофії м'язів, щитовидної залози, хвороби Альцгеймера, СНІДу, онкозахворювань. Серце цілком і повністю залежить від карнітину — 70% його енергозабезпечення надходить від жирів, які організм не може спалювати без його допомоги.

Отож, на сьогодні доведено важливу роль багатьох мікронутрієнтів і мінорних компонентів їжі як есенціальних елементів. Розшифрування механізму їхнього впливу на живий організм — це наукове підґрунтя їх включення до складу дієтичних добавок, харчових продуктів як для масового, так і індивідуального споживання.

Джерелами виробництва дієтичних добавок можуть бути дикорослі плоди та ягоди, лікарські рослини, морепродукти, продукти біотехнологічного синтезу, бджільництва тощо. Ефекти компонентів дієтичних добавок реалізуються шляхом ініціювання універсальних механізмів адаптаційних та пристосувальних реакцій організму на впливи зовнішніх і внутрішніх чинників найрізноманітнішої природи.

Дієтичні добавки можна використовувати і при різноманітних захворюваннях разом з лікарською терапією в якості лікувально-профілактичне харчування. Разом з тим необхідно враховувати сумісність компонентів дієтичних добавок з лікарськими засобами, щоб уникнути можливої їх антагоністичної взаємодії і, як результат, негативного впливу на організм людини. І, звичайно, слід мати на увазі, що дієтична добавка лише тоді розглядається як джерела мікронутрієнтів, коли частка кожного із них перевищує 10% добової потреби.

Для практичного використання дієтичних добавок як безпосередньо, так і в складі харчових продуктів доцільно звернутися до досвіду фармацевтичної промисловості, яка випускає лікарські препарати у вигляді таблеток, капсул, порошків, драже, екстрактів тощо. Це забезпечує строге дозування компонентів і створення широкого спектра продукції для спеціалізованого харчування. Для використання дієтичних добавок як збагачувачів різних харчових середовищ придатними є різні форми — рідкі (екстракти, концентрати), порошки, пюре, композиційні суміші.

Формування складу добавки вимагає дотримання умов ефективності, якості та безпеки: вміст вітамінів не повинен перевищувати рекомендовану величину добового споживання більш ніж у 3 рази для вітамінів А, D, К, В₁, В₂, В₆, В₁₂, ніацину, фолієвої та пантотенової кислот, біотину; і не більш ніж у 10 разів для вітамінів С та Е [11]. Вміст мінеральних речовин у складі існуючих дієтичних добавок здебільшого не перевищує добову потребу в них у 2 рази. Разом з тим, з нашої точки зору, при розрахунку концентрації макро- та мікроелементів у складі дієтичних добавок необхідно враховувати не лише добову потребу у певному елементі, а й ступінь його засвоюваності живим організмом (ці дані можна знайти у медичній літературі), оптимум концентрації, токсичну дозу та характер взаємодії.

Відомо, наприклад, що ймовірність взаємодії між мінеральними елементами внаслідок їх лабільності та здатності до утворення зв'язків значно більша, ніж між іншими нутрієнтами (В.І. Георгієвський, 1979). Взаємовплив сполук здійснюється як у самому харчовому продукті, так і на рівні шлунково-кишкового тракту, а також у процесах тканинного й клітинного метаболізму.

Загалом у добовій дозі дієтичної добавки вміст вітамінів та мінеральних елементів має складати від 10 до 100 % від рекомендованого добового рівня споживання (у функціональному продукті цей діапазон становить 10...50%). Варто ще раз наголосити на тому, що на відміну від харчових добавок, до складу дієтичних, призначених до використання в системі здорового харчування, мають входити лише натуральні складники [12; 13].

Серед природних джерел дієтичних добавок важливе місце посідають лікарські рослини, перевірені з точки зору ефективності та позитивного впливу і народною, і офіційною медициною. Разом з тим залишаються поки що невирішеними питання ефективного контролю за безпекою дієтичних добавок з використанням лікарських трав і продуктів їхнього перероблення. Передусім з точки зору рекомендованого рівня лікарських трав у складі дієтичних добавок, допустимої кількості різних видів трав в одній композиції, доцільність чи заборона використання трав різноспрямованої дії для певної композиції, обґрунтованості застосування екзотичних рослин тощо [11].

Тому при розробленні дієтичних добавок необхідно орієнтуватись на ті види лікарських рослин, які дозволені офіційною медициною для виробництва фармакологічних препаратів і розраховувати кількість їх внесення залежно від біохімічного складу [14]. Вартим уваги є також розрахунок вмісту лікарських рослин у складі дієтичної добавки (БАД до їжі), рекомендований російськими ученими В. Тутельяном та Б. Сухановим. Розрахунок ґрунтується на припущенні, що у складі добової кількості дієтичної добавки вміст біологічно активних сполук лікарської сировини не повинен перевищувати 50...60% разової терапевтичної (лікувальної) дози при використанні цієї рослини як лікарського препарату. При цьому нижня межа вмісту БАР у складі дієтичної добавки не повинна бути меншою за 10% від разової терапевтичної дози. Окрім дотримання питання безпеки, такий підхід підтверджує, що ця добавка належить до групи харчових продуктів, а не фармакологічних препаратів.

Належної уваги заслуговує питання виробництва дієтичних добавок для дітей. Як і в дорослих, у дітей виявлено дефіцит багатьох вітамінів, мінераль-

них речовин, інших біологічно активних речовин. Тому використання дієтичних добавок у харчуванні дітей — як безпосередньо, так і у вигляді збагачувачів харчових середовищ — є обґрунтованим і доцільним, у тому числі з використанням лікарських рослин. Згадаймо популярний напій «Живчик», до складу якого входить екстракт ехінацеї. Однак перелік лікарських рослин у цьому секторі досить обмежений і включає лише ті, у яких відсутні компоненти з вираженим фармакологічним ефектом. Адже в дитячому організмі метаболічні системи ще недостатньо сформовані і не здатні протидіяти підвищеним навантаженням.

Так, нормативними матеріалами СанПіН 2.3.3.1940.-05 «Організація дитячого харчування» до використання у складі добавок дозволено лише 35 видів лікарської сировини, що відповідає необхідним біологічним показникам. У цьому переліку відсутні, наприклад, такі популярні лікарські рослини, як глід, звіробій, спориш, чистотіл, підбіл, корінь солодки тощо.

На рисунку запропоновано багаторівневу схему розроблення та застосування нової дієтичної добавки, у якій передбачено послідовність і смислове наповнення кожної позиції. Основою для отримання добавок можуть бути вторинні сировинні ресурси, лікарські рослини, плодово-ягідні культури, в тому числі дикорослі.

I рівень	Характеристика дієтичної добавки	Агрегатний стан добавки, компонентний склад, вміст основних БАР, якісні показники, природні джерела
II рівень	Виробництво та характеристика функціональних властивостей добавки	Технологія одержання, основні функціональні властивості, технологічні властивості
III рівень	Визначення напрямів використання	Добавка до раціонів харчування, добавка для збагачення харчових середовищ
IV рівень	Особливості складу і властивостей харчових систем	Склад, фізико-хімічні властивості харчових середовищ, принцип дії добавки, можливі види взаємодії з іншими компонентами, роль добавки в харчовій системі
V рівень	Розроблення технології застосування дієтичних добавок	Вибір етапності внесення, визначення оптимальної концентрації, технологічні параметри процесу отримання нового продукту
VI рівень	Оцінка ефективності використання добавки	Характеристика нового харчового продукту, порівняльна оцінка технологічного рішення (без добавки, з добавкою), соціально-економічна оцінка, система контролю
VII рівень	Аналіз медико-біологічної безпеки продукту з добавкою	Вміст добавки в готовому продукті, допустимий рівень добового надходження, рекомендації з використання нового продукту для різних категорій населення

Рис. Багаторівнева схема розроблення та застосування нової дієтичної добавки

Висновки

Сучасний шалений темп життя, техногенні катастрофи, постійне психологічне перенапруження та інші чинники хімічної, фізичної та біологічної

природи негативно впливають на організм людини, примушують працювати органи та функціональні системи у посиленому режимі, що призводить до їх виснаження і прискореного старіння. Тому позитивне, здорове харчування, яке містить у необхідних кількостях і оптимальному співвідношенні всі нутрієнти, є практично єдиним способом нормалізувати діяльність організму, знизити ризик різноманітних захворювань, забезпечити відчуття гармонії між людиною та природою. На сьогодні з'ясовано механізм дії багатьох біологічно активних речовин харчових продуктів на функціональну активність органів і систем організму людини. Тому виробництво та застосування дієтичних добавок, що містять у концентрованому вигляді всі БАР, набирає особливої актуальності в Україні і стає предметом досліджень науковців і практиків. Саме завдяки таким дослідженням з'ясовуються позитивні ефекти тих БАР, яким раніше не приділяли уваги; маловивченим сполукам, які не належать до категорії незамінних, однак відіграють надзвичайно важливу роль у підтриманні здоров'я, і саме на прикладі таких сполук стає зрозумілою відносність понять «замінний» та «незамінний».

Дієтичні добавки виробляють із рослинної, тваринної, мінеральної сировини. Важливим є пошук і введення до сфери харчових технологій нових джерел, у тому числі нетрадиційних. І в цьому сенсі велику роль відіграють лікарські рослини, дикорослі та культивовані, зважаючи на багатий біохімічний склад, їхню здатність швидко включатись до метаболічних процесів в організмі людини, практично невичерпні ресурси. Дієтичні добавки повинні відзначатись високою якістю, ефективністю і повною безпекою для споживачів. Тому при їх розробленні необхідно орієнтуватись на медичні рекомендації щодо рівнів споживання для певних категорій населення. Саме за таких умов дієтичні добавки знайдуть своє належне місце у системі здорового харчування.

Література

1. *Пилат Т.Л.* Основные принципы фармаконутрициологии (биологически активные добавки к пище) / Т.Л. Пилат и др. — Астана–Алматы–Шымкент : Изд-во Южно-Казахстанской гос. мед. академии, 2001. — 312 с.
2. *Рисман М.* Биологически активные пищевые добавки : неизвестное об известном / М. Рисман ; пер. с англ. М.А. Новицкой, А.М. Славинной. — Москва : Арт-Бизнес-Центр, 1998. — 489 с.
3. Гігієна харчування з основами нутриціології : підручник / В.І. Ципріян та ін. — Київ : Здоров'я, 2007. — 565 с.
4. *Капрельянц Л.В.* Функціональні продукти : монографія / Л.В. Капрельянц, К.Г. Іорганова. — Одеса : Друк, 2013. — 312 с.
5. Фармацевтична енциклопедія / голова ред. ради та автор передмови В.П. Черних ; Нац. фармац. ін-т України. — 2-ге вид., переробл. і доповн. — Київ : МОРІОН, 2010. — 1632 с.
6. *Humphrey G.R.* Practical Methodologies for the Synthesis of Indoles / G.R. Humphrey, J.T. Kuethe. — In : Chem. Rev. — 106(7). — 2006. — P. 2875.
7. *Курченко А.І.* Роль екзогенних пептидів у відновленні повноцінної імунної відповіді в умовах вторинного імунодефіциту / А.І. Курченко, В.А. Беньок, Г.П. Потєбня та ін. // Здоров'я жінчини. — 2017. — № 1(117). — С. 89—97.
8. *Зубар Н.М.* Основи фізіології та гігієни харчування : підручник / Н.М. Зубар. — Київ : Вид-во КНТЕУ, 2006. — 341 с.

9. *Grotewold E.* The Science of Flavonoids / Erich Grotewold. Springer ; The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA, 2006. — 274 p.

10. *Аткинс Р.* Биодобавки доктора Аткинса. Природная альтернатива лекарствам при лечении и профилактике болезней / Р. Аткинс ; пер. с англ. А.П. Киселева. — Москва : РИПОЛ-Классик, 1999. — 480 с.

11. *Тутельян В.А.* Безопасность и эффективность биологически активных веществ растительного происхождения / В.А. Тутельян, Ю.Б. Белоусов, К.Г. Гурвич. — Новосибирск : Эквор-книга, 2007. — 316 с.

12. *Осейко М.І.* Функціональний продукт у концепції ендоекології здоров'я / М.І. Осейко, Т.І. Романовська, В.І. Шевчик // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2017. — № 3. — С. 192—203.

13. *Башта А.О.* Отримання халви оздоровчого призначення / А.О. Башта, Г.Я. Мандзіроха // Харчова промисловість. — 2016. — № 19. — С. 19—25.

14. *Формазюк В.И.* Энциклопедия пищевых лекарственных растений / В.И. Формазюк. — Киев : А. С. К., 2003. — 792 с.

DEVELOPMENT OF THE FORMULATION OF A NEW KIND OF CHOCOLATE BROWNIE FOR SPECIAL PURPOSE

I. Ditrikh, N. Yevtushenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Celiac disease
Agglutinin flour
Chocolate brownie for
special purpose
Organoleptic and
physico-chemical
indicators
Nutritional value
Integral accelerator*

Article history:

Received 10.01.2018
Received in revised form
30.01.2018
Accepted 07.02.2018

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The present dictates important questions about the possibility of combining quality health nutrition in the restaurant industry. The perspective issue is the technology and the production of special purpose products aimed for the prevention and treatment of alimentary-dependent diseases. These types of products include, first of all gluten-free products.

It is analyzed that flour confectionery products are very popular under the conditions of the restaurants' facilities, the prescription composition of most of them contains components that are "poison" for people with intolerance to gluten.

The peculiarities of the formation of the food ration of people with celiac disease are considered. The analysis of the manifestations of the disease on the gluten enteropathy was carried out and the possibility of its treatment with the help of a baguette diet was determined. The necessity of making agglutinin products of native production is substantiated. The perspective directions of creation of confectionery products for patients with celiac disease and the elderly people are determined. The chemical composition, biological and nutritional value of agglutinin flour were analyzed, its physical and chemical parameters are determined. The possibility of complete replacement of wheat flour on agglutinin and rice has been established.

The recipe of a new type of chocolate brownies for special purpose using agglutinin flour has been developed and scientifically substantiated. The quality of the product is evaluated according to organoleptic parameters. The current normative document defines the physical and chemical quality indicators that are within the limits of regulated values. The nutritional value is calculated according to the integral accelerator. According to the norms of physiological needs, the degree of provision of the human body in the nutrients is determined by the consumption of a new type of chocolate brownie "Fantasy" of special purpose.

РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРИ НОВОГО ВИДУ ШОКОЛАДНОГО БРАУНІ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

І.В. Дітріх, Н.В. Євтушенко

Національний університет харчових технологій

Поєднання якісного оздоровчого харчування в умовах закладів ресторанного господарства є важливим завданням сьогодення. Перспективним питанням залишається технологія та виробництво продуктів спеціального призначення, спрямованих на профілактику та лікування аліментарно-залежних захворювань. До таких видів продуктів можна віднести передусім аглютенові вироби.

Великою популярністю в умовах реалій закладів ресторанного господарства користуються борошняні кондитерські вироби, рецептурний склад більшості з яких містить компоненти, що є “отрутою” для людей з непереносимістю глютену.

У статті розглянуто особливості формування харчового раціону людей, хворих на целиакію. Проведено аналіз проявів захворювання на глютену ентеропатію та визначено можливість його лікування за допомогою аглютенкової дієти. Обґрунтовано необхідність виготовлення аглютенових виробів вітчизняного виробництва. Визначено перспективні напрямки створення кондитерських виробів для хворих на целиакію та людей похилого віку. Проаналізовано хімічний склад, біологічну та харчову цінність аглютенового борошна, його фізико-хімічні показники. Встановлено можливість повної заміни пшеничного борошна на аглютенове пшоняне та рисове.

Розроблено і науково обґрунтовано рецептуру нового виду шоколадного брауні спеціального призначення з використанням аглютенового борошна. Проведена оцінка якості виробу за органолептичними показниками. За чинним нормативним документом визначено фізико-хімічні показники якості, які знаходяться в межах регламентованих значень. Розраховано харчову цінність за інтегральним скором. За нормами фізіологічних потреб визначено ступінь забезпечення організму людини в нутрієнтах при споживанні нового виду шоколадного брауні «Фантазія» спеціального призначення.

Ключові слова: *целиакія, аглютенове борошно, шоколадний брауні спеціального призначення, органолептичні та фізико-хімічні показники, харчова цінність, інтегральний скор.*

Постановка проблеми. Сучасне харчове виробництво — система, яка динамічно розвивається. Для задоволення попиту споживачів на продукцію спеціального призначення харчова промисловість орієнтується на інноваційні шляхи розвитку. За останні роки значно виросла кількість споживачів, які мінімізують або й взагалі відмовляються від надходження пшеничного борошна в раціон харчування. Тому сьогодні існує перспектива вдоскона-

лення або розробка рецептур різних груп страв із заміною пшеничного борошна. Особливо це стосується борошняних кондитерських виробів, що є популярними серед різних груп населення.

За оцінкою Всесвітньої асоціації гастроентерологів целиакією хворіє близько 1% населення нашої планети [1]. Ця хвороба пов'язана з непереносимістю глютену (запасаючого білка), який містять злакові та продукти їх переробки. Симптоми глютенної ентеропатії можуть бути найрізноманітнішими — від характерної діареї, здуття живота і втрати ваги до анемії, слабкості, неврологічних порушень і сексуальних проблем.

Для хворих на целиакію в багатьох країнах розроблені технології аглютенного хліба, макаронних виробів, борошняних кондитерських виробів, борошна для випічки тощо. На жаль, в Україні виробництво аглютенних виробів не налагоджене. Асортимент продуктів цієї групи формується за рахунок зарубіжної продукції, яка має високу ціну, а вітчизняні підприємства харчової промисловості не виробляють аглютенні вироби, що обумовлено складністю технології [1]. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки і впровадження якісних і доступних аглютенних борошняних виробів вітчизняного виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Створенню науково-практичних основ виробництва аглютенних харчових продуктів присвячені праці зарубіжних і вітчизняних вчених: E. Gallagher, E.K. Arendt, J.L. Casper, W.A. Atwell, E.J. Hoffenberg, J. Haas, M.M. Mor, J.T. Schober, E. K. Hattner, B.I. Дробот, А.М. Дорохович, О.М. Шаніної, О.В. Бабіч та ін [2 — 10]. У працях вчені приділяють особливу увагу хлібопекарській продукції, яка є найбільш повсякденно вживаною і виступає головним джерелом глютену [11]. Однією з груп доступних аглютенних продуктів можуть бути кондитерські вироби вітчизняного виробництва, які користуються попитом і популярні у населення [12]. Основні результати досліджень останніх років дали могутню розширити асортимент борошняних кондитерських виробів з використанням аглютенної сировини. В цю групу входять вафлі, кекси, мафіни, бісквіти, печиво, в рецептурі яких використовують аглютенне гречане, рисове, кукурудзяне борошно [13].

Вживання харчових продуктів, приготованих з аглютенної сировини, забезпечує не тільки лікування хворих на глютенну ентеропатію, але завдяки безглютенній дієті і підтримку здорових людей на належному працездатному рівні [14]. Тому розробка і впровадження на вітчизняному ринку аглютенних виробів є актуальним і своєчасним завданням.

Метою дослідження є розробка рецептурного складу нового виду шоколадного брауні «Фантазія» спеціального призначення, обґрунтування його поживних властивостей, аналізу органолептичних і фізико-хімічних показників якості, визначення інтегрального скору.

Матеріали і методи. У дослідженні використані загальноприйняті методи органолептичних і фізико-хімічних досліджень, діалектичний метод наукового пізнання, методи теоретичного узагальнення, системного, структурного, компаративного, математичного аналізу, наукової індукції та дедукції, син-

тезу, абстракції, праці зарубіжних і вітчизняних вчених, які стосуються проблем забезпечення аглютенними продуктами окремих груп населення.

Виклад основних результатів дослідження. Як об'єкт досліджень було обрано борошняний кондитерський виріб — шоколадний брауні.

Брауні (англ. *Chocolate brownie*) — це шоколадний десерт у вигляді тістечка, торта, пирога або кексу з досить вологим м'якушем [15].

За класичною технологією для приготування шоколадного брауні використовують такі інгредієнти: какао-порошок (11...12%), масло вершкове (34...35%), борошно пшеничне (12%), цукор білий кристалічний (24...25%), яйця курячі харчові (15—16%) [16].

Запропоновано в рецептурі класичного брауні замінити борошно пшеничне на пшоняне та рисове. Така заміна дає змогу споживати страву хворим на глютену ентеропатію та людям похилого віку. Це пояснюється тим, що білки пшоняного та рисового борошна не містять глютену (табл. 1).

Таблиця 1. Показники якості пшеничного, пшоняного та рисового борошна

Найменування показника	Борошно пшеничне, в/с*	Борошно пшоняне**	Борошно рисове***
Зовнішній вигляд і колір	Білий, білий із жовтуватим відтінком порошок	Порошкоподібний продукт світло-жовтого кольору	Порошок білого кольору
Запах і смак	Властивий пшеничному борошну	Притаманий пшоняному борошну	Нейтральний
Вміст клейковини, %	24	Не містить	Не містить
Масова частка вологи, %	Не >15	Не >9	Не >15
Кислотність, град.	Не >3,5	Не >6	Не >2,5

* — ДСТУ 46.004-99.

** — ТУ 9197-001-63528860-2010 (Росія).

*** — ТУ 15.6-00952737-006-2002.

Порівняльний аналіз хімічного складу пшеничного, пшоняного та рисового борошна представлено у табл. 2. Дані таблиці свідчать про те, що пшоняне та рисове борошно є джерелами широкого спектра природних макро- та мікронутрієнтів.

Таблиця 2. Порівняльний хімічний склад пшеничного, пшоняного та рисового борошна [17]

Харчові речовини	Вміст у 100 г борошна		
	Пшеничне, в/с	Пшоняне	Рисове
1	2	3	4
Вода, г	14,0	14,0	14,0
Білки, г	10,3	11,5	7
Жири, г	1,1	3,3	1
Вуглеводи, г	69	67,2	71,8
в т. ч. крохмаль, г	68,7	64,8	70,7
Зола	0,5	1,3	0,7
Мінеральні речовини, мг/100 г			
Na	3	10	12
K	122	211	100

1	2	3	4
Ca	18	27	8
Mg	16	83	50
P	86	233	150
Fe	1,2	2,7	1,0
Вітаміни			
Вітамін Е, мг	2,57	2,6	0,45
Вітамін В ₆ , мг	0,17	0,52	0,18
Біотин, мкг	2,0	—	3,5
Ніацин, мг	1,2	1,55	1,6
Пантотенова кислота, мкг	0,3	—	0,4
Рибофлавін, мг	0,04	0,04	0,04
Тіамін, мг	0,17	0,42	0,08
Фолацин, мкг	27,1	40,0	19,0
Холін, мг	52,0	—	78,0
Енергетична цінність, кДж	1372,35	1443,5	1359,8

Висока біологічна цінність білків таких видів борошна обумовлена вмістом незамінних амінокислот.

Білки рисового борошна, так само як і пшеничного, лімітовані за лізином і треоніном. Скор амінокислот білків рисового борошна вищий і становить за лізином — 68%, за треоніном — 86%, тоді як пшеничного, відповідно, 44% і 76%. Білки пшоного борошна лімітовані за лізином — 46% та валіном — 80%. Домінуючими є ізолейцин, лейцин, триптофан (табл. 3).

Таблиця 3. Амінокислотний склад білків борошна мг/100 г борошна [17]

Амінокислота	Шкала FAO	Пшенич- не, в/с	Скор, %	Пшонояне	Скор, %	Рисове	Скор, %
Незамінні амінокислоти							
Валін	5,0	470	91	470	80	420	120
Ізолейцин	4,0	430	104	430	94	330	117
Лейцин	7,0	806	112	1534	190	620	127
Лізин	5,5	250	44	288	46	260	68
Треонін	4,0	311	76	400	87	240	86
Триптофан	1,0	100	97	180	157	100	143
Фенілаланін	6,0	500	80	580	84	370	88
Замінні амінокислоти							
Аланін		330		1075		390	
Аргінін		400		425		510	
Аспарагінова кислота		340		650		540	
Гістидин		200		260		170	
Гліцин		350		300		320	
Глутамінова кислота		3080		2220		1200	
Пролін		970		810		330	
Серин		500		700		330	
Тирозин		250		410		290	
Цистейн		200		180		137	

Пшонояне борошно сприяє покращенню травлення, виведенню з організму токсинів і баластних речовин. Рисове борошно є добрим згущувачем, володіє високою здатністю до набрякання [18].

Запропоновано повну заміну пшеничного борошна у класичній рецептурі шоколадного брауні на суміш аглютенowego у такому співвідношенні 70:30 (пшоняне борошно:рисове борошно). Така рецептура страви дає змогу отримати гармонійні органолептичні показники якості (табл. 4).

Таблиця 4. Органолептичні показники якості шоколадного брауні (контрольного зразку) та шоколадного брауні «Фантазія» спеціального призначення

Найменування показника	Характеристика	
	Шоколадний брауні, контроль	Шоколадний брауні «Фантазія»
Форма	Правильна, що відповідає формі, встановленій за рецептурою	Правильна, що відповідає формі, встановленій за рецептурою
Поверхня	Рівна, без розломів, що свідчить про правильний вибір температури, при якій випікали брауні, не підгоріла. Злегка блискуча	Рівна, без розломів, що свідчить про правильний вибір температури, при якій випікали брауні; не підгоріла
Колір	Від світло-коричневого до коричневого, відповідає складовим рецептури	Коричневий, що свідчить про використання какао темного
Консистенція	Достатньо м'яка, однорідна, без слідів непромісу	Достатньо м'яка, однорідна, без слідів непромісу
Смак і запах	Смак шоколаду, запах какао. Без стороннього запаху.	Смак шоколаду, запах какао. Без стороннього запаху

Фізико-хімічні показники визначили стандартними методами контролювання (табл. 5).

У зв'язку з тим, що в Україні відсутні нормативно-технічні документи на рецептуру шоколадного брауні, отримані результати фізико-хімічних досліджень зразків брауні «Фантазія» порівняли з показниками для класичного брауні, рецептуру якого умовно можна віднести до виробів, що виготовляють за ДСТУ 4505:2005 [19].

Таблиця 5. Фізико-хімічні показники якості шоколадного брауні (контрольного зразка) та шоколадного брауні «Фантазія» спеціального призначення

Найменування показника	Вимоги ДСТУ 4505:2005	Зразок шоколадного брауні, контроль	Зразок шоколадного брауні «Фантазія»	Метод контролювання
Масова частка вологи, %	16,0...23,0	19,9	20,5	ГОСТ 5900
Масова частка жиру в перерахунку на суху речовину, %	2,2...34,2	32,7	32,9	ГОСТ 5904
Масова частка загального цукру (за сахарозою) %, в перерахунку на суху речовину	16,0...60,8	24,6	24,6	ГОСТ 5903
Лужність, град	2,0...3,0	2,4	2,4	ДСТУ 5024:2008

За результатами досліджень встановлено, що введення у рецептуру шоколадного брауні спеціального призначення аглютеновой сировини дає змогу отримати страву з високими органолептичними та відповідними фізико-хімічними показниками якості.

Харчову цінність шоколадного брауні «Фантазія» визначили методом інтегрального скору за рекомендаціями А.А. Покровського [20]. Отримані результати представлено у табл. 6.

Таблиця 6. Інтегральний скор шоколадного брауні «Фантазія»

Харчові речовини	Добова потреба у харчових речовинах, г *	Вміст харчових речовин у 100 г брауні **	Інтегральний скор, %
Білки, г	61	6,3	
Ліпіди, г	62	29,6	47,7
Вуглеводи, г	352	36,8	10,5
Кальцій, мг	1100	26,4	2,6
Фосфор, мг	1200	142,8	11,9
Магній, мг	350	28,44	8,1
Залізо, мг	17	2,56	15,1
Вітамін А, мг	1	0,33	33
Вітамін В ₁ , мг	1,3	0,055	4,2
Вітамін В ₂ , мг	1,6	0,155	9,7
Вітамін РР, мг	16	0,3	1,9

*— [21].

**— [17].

За даними табл. 6 встановлено, що добова потреба в білках за рахунок споживання 100 г шоколадного брауні «Фантазія» забезпечується на 10,3%, в жирах — на 47,7%, вуглеводах — на 10,5%. Ступінь забезпечення у мінеральних речовинах становить 2,6...15,1%, у вітамінах — 1,9...33%.

Відповідно до норм фізіологічних потреб (як приклад, взяли показники для жінок віком 18—29 років, 2-ї групи інтенсивності праці, які можуть хворіти на целиакію) добова потреба в енергії становить 2 200 ккал або 9 204,8 кДж [21]. Встановлено, що 100 г шоколадного брауні «Фантазія» може задовольнити близько 20% добової потреби енергетичних затрат.

Висновки

Доведено доцільність використання в класичній рецептурі шоколадного брауні аглютененового борошна, що дає змогу розширити асортимент цієї групи страв для хворих на целиакію та для людей похилого віку. Розроблена рецептура шоколадного брауні «Фантазія» спеціального призначення, у складі якої використовується пшоняне та рисове борошно у співвідношенні 70:30 відповідно. Визначено органолептичні властивості, які свідчать про високу якість виробу. Наведено результати фізико-хімічних досліджень брауні «Фантазія», які знаходяться в межах нормативних значень за показниками, що регламентуються. Розраховано інтегральний скор нового виробу.

У подальших дослідженнях буде проведено адаптацію рецептури шоколадного брауні для хворих на цукровий діабет.

Література

1. *Дорохович В.В.* Безглютенові борошняні кондитерські вироби / В.В. Дорохович, Н.П. Лазоренко // *Обладнання та технології харчових виробництв.* — 2013. — Вип.30.— С. 341—347.
2. *Gallagher E.* Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products / E.Gallagher, T.R. Gormley, E.K. Arendt // *Trends in Food Science & Technology.* — 2003. — Vol. 15. — P. 143—152.

3. *Arendt E.K.* Development of gluten-free cereal products / E.K.Arendt, C.M.O' Brien, T.J. Schober, E. Gallagher, T.R. Gormley // *Farm & Food*. — 2002. — P. 21—27.
4. *Hoffenberg E.J.* Atrial of oats in children with newly diagnosed celiac disease / E.J. Hoffenberg, J. Haas, A. Drescher, R. Barnhurst, I. Osberg, F. Bao, G. Eisenbarth // *J. Pediatr.* — 2000. — Vol. 137. — P. 361—366.
5. *Mor M.M.* Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase / M.M. Mor, M. Heinbockel, P. Dockery, H.M. Ulmer, E.K. Arendt // *Cereal Chem.* — 2006. — Vol. 83 — P. 18—36.
6. *Schober J.T.* Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids / J.T. Schober, M. Messerschmidt, S.R. Bean, S.H. Park, E.K. Arendt // *Cereal Chemistry*. — 2004. — Vol. 82. — P. 394—404.
7. *Hattner E.K.* Rheological properties and bread making performance of commercial wholegrain oat flour / E.K. Hattner, F. Dal Bello, E.K. Arendt // *Journal of Cereal Science*. — 2010. — Vol. 52. — P. 65—71.
8. *Дробот В.І.* Технологічні аспекти використання борошна круп'яних культур у технології безглютенового хліба / В.І. Дробот, А.М. Грищенко // *Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. / Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган- Барановського*. — 2013. — Вип. 30. — С. 52—58.
9. *Дорохович А.М.* Мафіні на безглютеновому борошні для хворих на целиацію / А.М. Дорохович, Н.П. Лазоренко // *Ukrainian Food Journal*. — 2012. — № 1. — С. 61—58.
10. *Бабіч О.В.* Розроблення технології безглютенового печива для хворих на целиацію : автореф. дис. ...канд.техн.наук.: 05.18.01 / О.В. Бабіч.; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ, 2006. — 20 с.
11. *Лобачова Н.Л.* Удосконалення технології безглютенових хлібобулочних виробів : монографія / Н. Л. Лобачова. — Суми : Сумський національний аграрний університет, 2015. — 214 с.
12. *Бабіч О.В.* Проблематика забезпечення спеціалізованими продуктами харчування хворих на целиацію в Україні / О.В. Бабіч, М.М. Віхоть // *Проблеми старения и долголетия*. — 2016. — Т. 25, № 2. — С. 230—234.
13. *Шаніна О.М.* Вплив технологічних факторів на супінь penetрації хлібобулочних виробів спеціального призначення / О.М. Шаніна, Е.В. Жуков, А.В. Нурєва // *Технологический аудит и резервы производства*. — 2016. — № 2(4).— С. 30—35.
14. *Ярославцева Е.* Непереносимость глютена / Е. Ярославцева // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. — 2011. — № 1. — С. 36—37.
15. *McCarthy E.* Who Invented the Brownie? / E. McCarthy// *MentalFloss*. — 2014 [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://mentalfloss.com/article/60011/who-invented-brownie>.
16. *Матіящук О.В.* Удосконалення рецептури шоколадних тістечок «Брауні», збагачених льняним та вівсяним борошном [Текст] / О. В. Матіящук, Н. В. Башкірова // *Молодий вчений*. — 2017. — № 2. — С. 192—196.
17. *Химический состав пищевых продуктов: справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под. ред. проф., д-ра техн. наук и. М. Скурихина, проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева*. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : ВО «Агропромиздат», 1987. — 224 с.
18. *Дудкіна О.О.* Формування показників якості фондани спеціального призначення / О.О. Дудкіна, А.В. Гавриш, О.В. Неміріч // *Якість і безпека харчових продуктів : матеріали II міжнар. науково-практичної конференції, 12—13 листопада, 2015*. — С. 118—121.
19. *Кекси. Загальні технічні умови: ДСТУ4505:2005*. — [Чинний від 2006-10-01]. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006.—18 с.
20. *Технологія та лабораторний практикум кондитерських виробів і харчових концентратів : навч. посіб. / за ред. Проф. А.М. Дорохович і проф. В.М. Ковбаси*. — Київ :Фірма «ІНКОС», 2015. — С. 36—41.
21. *Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії (наказ від 18.11.1999 № 272)*. — Режим доступу : zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0834-99.

VOLATILE COMPOUNDS OF NATURAL UNCLARIFIED STRAWBERRY JUICE

I. Zamorska

Uman National University of Horticulture

Key words:

Strawberry

Juice

Volatiles compounds

Sort

Aroma

Article history:

Received 09.01.2018

Received in revised form
29.01.2018

Accepted 14.02.2018

Corresponding author:

I. Zamorska

E-mail:

zil197608@gmail.com

ABSTRACT

Strawberry juice is a valuable product of processed strawberry; its odor is formed under the effect of fresh berry flavor, however technological processes of heating and cooling may have a considerable impact on the content and composition of volatile compounds.

The purpose of the work was to study the content and composition of volatile compounds in natural unclarified strawberry juice. The content and composition of volatile compounds in natural unclarified strawberry juice, made of cultivars Dukat, Honey and Polka, were determined using the method of highly efficient liquid chromatography. To identify a share of each component, odor activity value (OAV) was determined with the help of division of substance concentration by its threshold concentration.

It was established that total number of aromatic compounds in natural unclarified strawberry juice was 17.51 mg/kg. Ethers, aldehydes, acids, lactones, furanic derivatives and terpenes were found in the composition of volatile compounds. Acids and furanones make a considerable share from the total volatile compounds among juice aromatic compounds, 60.1% and 28.9% respectively.

The calculation of volatile compound activity showed that furanic derivatives dominated among them: 2,4-dioxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furan-3-one and 2,5-dimethyl-4-methoxy-3(2H)-furanone (mesifurane), which added sweet, caramel aroma.

High activity was recorded in γ -decalactone, which added fruit sweet flavor, and in linalool, which added sweet flower aroma. Ethylbutanoate appeared to be very active among others, represented in juice odor, and typical for fresh grass flavor. 2-methylbutanoic acid and hexanoic acid, which added sour-sweet flavor, were also active compounds.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-27

ЛЕТКІ СПОЛУКИ СОКУ СУНИЧНОГО НАТУРАЛЬНОГО НЕОСВІТЛЕНОГО

I.Л. Заморська

Уманський національний університет садівництва

Цінним продуктом переробки з ягід суниці є суничний сік, аромат якого формується під впливом аромату свіжих ягід, проте технологічні операції

підігрівання й охолодження можуть істотно вплинути на вміст і склад летких сполук.

У статті досліджено вміст і склад летких сполук соку суничного натурального неосвітленого. Сік суничний натуральний неосвітлений із ягід суниці суміші сортів Дукат, Хоней та Полка досліджено на вміст і склад летких сполук методом високоефективної рідинної хроматографії. Для встановлення вкладу кожного компонента визначали активність аромату (OAV) шляхом ділення концентрації речовини на її порогову концентрацію.

Встановлено, що загальна сума ароматичних сполук у сокові суничному натуральному неосвітленому складала 17,51 мг/кг. У складі летких сполук виявлено ефіри, альдегіди, кислоти, лактони, фуранові похідні й терпени. Вагому частку серед ароматичних сполук соків складали кислоти — 60,1% та фуранони — 28,9% від загальної суми летких сполук. На частку ефірів припадає 3,9%, натомість вміст альдегідів не перевищує значення 1,3% від загальної суми летких сполук соку суничного.

Розрахунок активності летких сполук показав, що серед них домінують фуранові похідні: 2,4-диокси-2,5-диметил-3(2H)-фуран-3-он і 2,5-диметил-4-метокси-3(2H)-фуранон (мезифуран), які надають солодких, карамельних тонів.

Високу активність виявляють γ -декалактон, що відповідає за фруктові солодкі тони та ліналоол — солодкі квіткові. Серед ефірів, що представлені в ароматі соку, значну активність виявляє етилбутаноат, який характерний для свіжих трав'янистих нот. Активними сполуками також є 2-метилмасляна кислота та капронова кислота, що надають аромату кисло-солодкого відтінку.

Ключові слова: суниця, сік, леткі сполуки, сорт, аромат.

Постановка проблеми. Суниця — одна з найбільш поширених і цінних ягідних культур в Україні та світі завдяки раннім строкам досягання, високій урожайності, прекрасним смаковим властивостям і гармонійному аромату ягід. Компонентами аромату ягід суниці є більш ніж 360 сполук, що являють собою ефіри, альдегіди, кетони, спирти, лактони, терпенові сполуки, фуранони [1—3]. Основна частина припадає на ефіри, що за різними даними складають 25—90 % від загальної суми сполук, альдегіди і фуранони, частка яких становить до 50% [1; 2]. Вони надають аромату суниці фруктових і квіткових нот, зелених, солодких або ж карамельних [4; 5].

Цінним продуктом переробки з ягід суниці є суничний сік, що займає значну частку в асортименті соків з плодів і ягід. Очевидно, що аромат соків із суниці формується під впливом аромату свіжих ягід, проте технологічна схема виробництва соку натурального неосвітленого із суниці включає операції підігрівання до 85—90° С та охолодження до температури 30—35° С з подальшим сепаруванням, що може істотно вплинути на збереженість аромату.

Відомо, що внаслідок високотемпературної обробки, карамелізації цукрів та реакції Майяра консерви із суниці набувають вареного, спаленого і карамельного смаків [5—7]. Так, аромат джемів із суниці формується під впливом

кислот, спиртів і ефірів [8], що мають як природне походження, так і можуть виникати в результаті теплової обробки. Стерилізування ж суничного пюре із соком зумовлює значну втрату квіткових ароматів з одночасним утворенням гераніолу та ваніліну [9]. Аромат компотів із суниці формується під впливом фуранонів (15,5—23,5%) та ароматичних кислот (48,4—76,1%), що надають солодких карамельних і кисло-солодких тонів [10]. Проте в науковій літературі недостатньо інформації про кількісний та якісний склад летких сполук соку суничного натурального неосвітленого.

Мета статті: дослідження вмісту і складу летких сполук соку суничного натурального неосвітленого.

Матеріали і методи. Дослідження проводили протягом 2012—2013 рр. з ягодами суниці сортів Дукат, Хоней та Полка в умовах лабораторії кафедри технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва та у випробувальному центрі з контролю якості харчової продукції Національного інституту винограду і вина «Магарач» (Україна).

Суницю збирали у технічній стадії стиглості, сортували за якістю, очищували і мили. З підготовлених ягід суміші сортів суниці виготовляли сік суничний натуральний неосвітлений згідно з зичною технологічною інструкцією [11] та фасували у скляну тару місткістю 250 см³. Зберігали сік протягом шести місяців за температури 20° С.

Для визначення летких сполук у соках використовували хроматограф Agilent Technologies 6890 з мас-спектрометричним детектором 5973 і хроматографічною капілярною колонкою DB-5 внутрішній діаметр 0,25 мм і довжиною 30 м. Для ідентифікації компонентів використовували бібліотеку мас-спектрів NIST05 і WILEY 2007 із загальною кількістю спектрів більш 470 000 в поєднанні з програмами для ідентифікації AMDIS і NIST.

Для кількісних розрахунків використовували метод внутрішнього стандарту. Розрахунок вмісту компонентів проводили за формулою:

$$C = K_1 \cdot K_2,$$

де C — вміст летких компонентів мг/кг;

$$K_1 = \frac{\Pi_1}{\Pi_2},$$

де Π_1 — площа піку досліджуваної речовини; Π_2 — площа піку стандарту;

$$K_2 = \frac{50}{M},$$

де 50 — маса внутрішнього стандарту (мкг), що введений у зразок; M — наважка зразка (грам).

Для встановлення вкладу кожного компонента визначали активність аромату (OAV) шляхом ділення концентрації речовини на її порогову концентрацію [12].

Статистичний аналіз виконували за допомогою програми StatSoft STATISTICA 6.1.478 Russian, Enterprise Single User (2007).

Результати і обговорення. Дослідження вмісту і складу летких сполук соку суничного натурального неосвітленого показали, що загальна сума ароматичних сполук у соковій складалася 17,51 мг/кг (табл. 1). У складі летких сполук соків із суниці виявлено ефіри, альдегіди, кислоти, лактони, фуранові похідні і терпени. Вагому частку серед ароматичних сполук соків склали кислоти — 60,1% та фуранони — 28,9% від загальної суми летких сполук соку. Аналогічні дані отримані при дослідженні вмісту і складу летких сполук компотів з суниці [10].

Таблиця 1. Леткі сполуки соку суничного натурального неосвітленого, мг/кг

Ароматичні сполуки 1	Вміст, мг/кг 2
Ефіри	
Етилбутаноат	0,21
2-метилбутилацетат	0,02
Метилкапронат	0,03
Етилкапронат	0,03
3-метилбутилбутаноат	0,04
Гексилформіат	0,11
Ізоамілбутаноат	0,24
<i>Сума ефірів</i>	0,68
Альдегіди	
Бензальдегід	0,09
Транс-2-гексен-1-ол	0,06
Фурфурол	0,08
<i>Сума альдегідів</i>	0,23
Ароматичні сполуки	
2Н-піран-2,6(3Н)-дион	0,29
<i>Сума ароматичних сполук</i>	0,29
Кислоти	
2-метилмасляна кислота	0,27
Каприлова кислота	0,10
Нонанова кислота	0,08
Капронова кислота	1,08
Міристинова кислота	0,19
Пальмітоолеїнова кислота	0,14
Пальмітинова кислота	1,66
2-етилкапронова кислота	0,84
Транс корична кислота	2,80
Лауринова кислота	0,08
Лінолева кислота	2,91
Стеаринова кислота	0,14
Цис-корична кислота	0,23
<i>Сума кислот</i>	10,52
Лактони	
γ-декалактон	0,15
γ-додекалактон	0,08
<i>Сума лактонів</i>	0,23

1	2
Фуранові похідні	
2,4-діокси-2,5-диметил-3(2H)-фуран-3-он	0,22
2,5-диметил-4-метокси-3(2H)-фуранон (мезифуран)	3,67
2,5-диметил-4-окси-3(2H)-фуранон	1,18
<i>Сума фуранових похідних</i>	5,07
Терпени	
Ліналоол	0,07
α-терпінеол	0,05
Бісабололоксид А	0,15
Бісабололоксид Б	0,08
Неролідол	0,14
<i>Сума терпенів</i>	0,49
<i>Загальна сума ароматичних сполук</i>	17,51
НІР ₀₅	0,06

На частку ефірів припадає 3,9%, натомість вміст альдегідів не перевищив значення 1,3% від загальної суми летких сполук соку суничного.

Серед загальної кількості летких сполук вагому частку займали 2,5-диметил-4-метокси-3(2H)-фуранон (мезифуран) (21% від загальної суми летких сполук соку), ліолева кислота (16,6%), транскорична кислота (16,0%), пальмітинова кислота (9,5%), 2,5-диметил-4-окси-3(2H)-фуранон (6,7%), капронова кислота (6,2%), 2-етилкапронова кислота (4,8%). Варто зауважити, що серед летких сполук соку натурального неосвітленого із суниці виявлено фурфурол, який був ідентифікований раніше в інших продуктах переробки з ягід суниці, що свідчить про ознаки неферментативного потемніння продукту.

Серед ефірів у соку із суниці ідентифіковано етилбутаноат у кількості 1,2% від загального вмісту летких сполук та ізоамілбутаноат — 1,4%. Частка кожного з інших ефірів, що виявлені в сокові, знаходилася на рівні 0,1—0,6%. Вміст альдегідів не перевищував 0,5%. Також виявлено 2H-піран-2,6(3H)-діон, частка якого складає 1,7% від загальної суми летких сполук та свідчить про проходження реакції Майяра.

Терпенові сполуки соку суничного натурального неосвітленого представлені ліналоолом (0,4% від загальної суми летких сполук), α-терпінеолом (0,3%), що надають аромату соку пряних нот, і бісабололоксидом А (0,9%), бісабололоксидом Б (0,5%), неролідолом (0,8%), що відповідають за солодкі квіткові тони.

Розрахунок активності летких сполук соку суничного натурального неосвітленого показав (табл. 2), що домінують фуранові похідні: 2,4-діокси-2,5-диметил-3(2H)-фуран-3-он і 2,5-диметил-4-метокси-3(2H)-фуранон (мезифуран), що надають солодких, карамельних тонів.

Таблиця 2. Активність летких сполук аромату соку суничного натурального неосвітленого (OAV)

Ароматичні сполуки	Порогова концентрація, мг/кг	Активність летких сполук аромату (OAV)
1	2	3
Етилбутаноат	0,018	3,5

1	2	3
Етилкротонат	НД ¹	—
2-метилбутилацетат	НД	—
Етилкапронат	НД	—
Метилкапронат	НД	—
3-метилбутилбутаноат	НД	—
Гексилформіат	НД	—
Ізоамілбутаноат	НД	—
Бензальдегід	0,35	0,26
Транс-2-гексен-1-ол	НД	—
Фурфурол	3	0,03
2Н-піран-2,6(3Н)-діон	НД	—
2-метилмасляна кислота	0,25	1,1
Каприлова кислота	0,910	0,1
Нонанова кислота	3	0,03
Капронова кислота	1,0	1,08
2-етилкапронова кислота	НД	—
Транс корична кислота	НД	—
Лауринова кислота	10	0,008
Лінолева кислота	НД	—
Стеаринова кислота	20	0,007
Цис-корична кислота	НД	—
Міристинова кислота	10	0,019
Пальмітоолеїнова кислота	НД	—
Пальмітинова кислота	НД	—
γ-декалактон	0,01	15,0
γ-додекалактон	НД	—
2,4-діокси-2,5-диметил-3(2Н)-фуран-3-он	0,00004 ²	5500,0
2,5-диметил-4-метокси-3(2Н)-фуранон (мезифуран)	0,00003 ²	122333,3
2,5-диметил-3(2Н)-фуранон	НД	—
Ліналоол	0,006	11,7
α-терпінеол	0,330	0,15
бісбололоксид А	НД	—
бісбололоксид Б	НД	—
Неролідол	НД	—

¹НД — немає даних. Порогові концентрації речовин (у воді) отримані з бази ароматів Leffingwell & Associates.

²Siegmund B., Bagdonaite K., Leitner E [13].

Високу активність виявляли γ-декалактон, що відповідає за фруктові солодкі тони, та ліналоол — солодкі квіткові. Серед ефірів, що представлені в ароматі соку, значну активність виявляли етилбутаноат, який характерний для свіжих трав'янистих нот. Активними сполуками також були 2-метилмасляна кислота та капронова кислота, що надавали аромату кисло-солодкого відтінку.

Висновки

Аромат соку суничного натурального неосвітленого представлений складною сумішшю сполук, серед яких кількісно переважають кислоти — 60,1% та

фуранони — 28,9% від загальної суми летких сполук. Проте за активністю аромату домінують фуранові похідні, що відповідають за солодкі карамельні тони, γ -декалактон — фруктові солодкі тони та ліналоол — солодкі квіткові. Серед ефірів значну активність виявляє етилбутаноат, який характерний для свіжих трав'янистих нот, а також 2-метилмасляна та капронова кислоти, що надають аромату кисло-солодкого відтінку.

Література

1. *Larsen M.* Odour thresholds of some important aroma compounds in strawberries / M. Larsen, L. Poll // *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung.* — 1992. — Т. 195. — # 2. — P. 120—123. DOI: 10.1007/BF01201770.
2. *Larsen M.* Evaluation of the aroma composition of some strawberry (*Fragaria ananassa* Duch) cultivars by use of odour threshold values / M. Larsen, L. Poll, C.E. Olsen // *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung.* — 1992. — Т. 195. — # 6. — P. 536—539. DOI: 10.1007/BF01204558.
3. *Forney C.F.* The composition of strawberry aroma is influenced by cultivar, maturity, and storage / C.F. Forney, W. Kalt, M.A. Jordan // *HortScience.* — 2000.—Т. 35. — # 6. — P. 1022—1026 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://hortsci.ashspublications.org/content/35/6/1022.full.pdf>.
4. *Vandendriessche T.* et al. High-Throughput Flavor Evaluation of Strawberry Cultivars: Focus on Aroma Development during Ripening // *IV International Conference Postharvest Unlimited 2011* 945. — 2011. — P. 227—232.
5. *Pérez A.G.* Furanones in strawberries: evolution during ripening and postharvest shelf life / A.G. Pérez, R. Olias, C. Sanz and J.M. Olias // *Journal of agricultural and food chemistry.* — 1996. — Т. 44. — # 11. — P. 3620—3624. DOI: 10.1021/jf960099m.
6. *Sloan J.L.* Heat-induced compounds in strawberries / J. L. Sloan, D. D. Bills, L.M. Libbey // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* — 1969. — Т. 17. — # 6. — P. 1370—1372. DOI: 10.1021/jf60166a020.
7. *Avasoo M.* Evaluation of thermal processing technologies for strawberry jam. / M. Avasoo, L. Johansson. — 2011 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://ukkpfd.livsmedelsakademien.se/sites/default/files/media/evaluation_of_thermal_processing_technologies_for_strawberry_jam.final_.pdf.
8. *Barren D.* The volatile constituents of strawberry jam/ D. Barren, P. X. Etiévant // *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung.* — 1990. — Т. 191. — # 4—5. — P. 279—285. DOI: 10.1007/BF01202426.
9. *Lambert Y.* Changes in aromatic volatile composition of strawberry after high pressure treatment / Y. Lambert, G. Demazeau, A. Largeau, J. M. Bouvier // *Food Chemistry.* — 1999. — Т. 67. — # 1. — P. 7—16. DOI:10.1016/S0308-8146(99)00084-9.
10. *Заморська І.І.* Вміст і склад летких компонентів сунічних компотів // *Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія «Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво і зберігання» / Редкол.: Л.М. Пузік (гол. ред.) та ін.* — Харків, 2015. — № 1. — С. 171—181.
11. *Сборник технологических инструкций по производству консервов.* Т. 2. Ч.1. Консервы фруктовые. — Москва : Консервплодоовощхоз, 1992. — 275 с.
12. *Kim Y.H.* Quantitative Analysis of Fragrance and Odorants Released from Fresh and Decaying Strawberries / Y.H. Kim, K.H. Kim, J.E. Szulejko, D. Parker // *Sensors.* — 2013. — Т. 13. — # 6. — P. 7939—7978. DOI:10.3390/s130607939.
13. *Siegmund B.* Furanol and mesifuran in strawberries—an analytical challenge / B. Siegmund, K. Bagdonaite, E. Leitner // *Expression of Multidisciplinary Flavour Science; Blank, I.; Wüst, M.* — 2008. — P. 537—540.

GRAIN QUALITY DETERMINATION INDICATORS AND PROSPECTS FOR GRAIN EXPORT TO OTHER COUNTRIES

O. Shapovalenko, O. Yevtushenko, A. Petrenko, O. Shatkivska
National University of Food Technologies

Key words:

Export
Grain
Physical properties
Chemical composition

Article history:

Received 11.01.2018
Received in revised form
25.01.2018
Accepted 08.02.2018

Corresponding author:

O. Shapovalenko
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

The article presents the results of theoretical researches about the grain products' export to the EU countries and the problems of effective logistic activities.

On the experience of theoretical studies on the export of grain products to the EU countries and the problems of efficient logistics activities, statistics of the trade balance of grain crops and products of their processing are presented in the article. It is anticipated that the export potential of grain in Ukraine in the future may exceed 50 million tons, which will lead to higher revenues from external grain sales.

The following feed crops were selected for research: wheat, corn, soybeans, sunflower, flax. The determination of physical properties (humidity, volumetric mass, density) and chemical (raw protein, crude fat, crude fiber, crude ash, non-zinc extractive substances) properties were determined. In terms of humidity, all samples of examined grains are in a dry state. The volumetric mass of grain and seeds was in the range of 440—710 kg/m³. The highest content of crude protein at the level of 39.5% was determined in soybean, which exceeds the corresponding indicator for corn by 28.3%. Flax and sunflower predominate in the content of raw fat, respectively, soybeans in 2 and 3 times, and corn — in 9 and 10 times. However, in flax seed, the largest amount of crude fiber is found in comparison with other crops — 26.4%, which is five times higher than that for soybeans (5.3%) and may be an obstacle for its use in the manufacture of fodder. The maximal amount of non-base extraneous substances was determined in corn grain — 59.25%, which is 52% higher than that for flax seeds. Thus, balancing the chemical indicators when making grain mixtures is more effective way to use investigated crops for the production of mixed fodders.

The presented experimental researches of physical and chemical properties of the most export-attractive grain raw materials have confirmed that there is a prospect of export of both the given products and products of its processing are real.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-28

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ ЕКСПОРТУ В ІНШІ КРАЇНИ

О.І. Шаповаленко, О.О. Євтушенко, А.О. Петренко, О.М. Шатківська
Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати теоретичних досліджень експорту зернових продуктів у країни ЄС, статистичні дані торговельного балансу зернових культур і продуктів їх переробки та визначено проблеми ефективної логістичної діяльності. Передбачається, що в майбутньому експортний потенціал зерна в Україні може перевищити 50 млн т, що призведе до підвищення доходів від зовнішнього продажу зерна.

Для дослідження були обрані такі кормові культури: пшениця, кукурудза, соя, соняшник, льон. Проведено визначення фізичних (вологість, об'ємна маса, щільність, крупність) і хімічних (сирий протеїн, сирий жир, сира клітковина, сира зола, безазотисті екстрактивні речовини) властивостей. За показником вологості всі досліджені зразки зерна перебувають у сухому стані. Об'ємна маса зерна та насіння знаходилась у діапазоні 440—710 кг/м³. Найбільший вміст сирого протеїну на рівні 39,5% визначено в сої, що перевищує відповідний показник для кукурудзи на 28,3%. Льон і соняшник переважають за вмістом сирого жиру, відповідно, насіння сої в 2 та 3 рази, а кукурудзу — в 9 та 10 разів. Однак у насінні льону спостерігається найбільша кількість сирової клітковини, якщо порівняти з іншими культурами, — 26,4%, що в п'ять разів перевищує такий показник для сої (5,3%) і може бути перешкодою для використання його при виготовленні комбікормів. Максимальна кількість безазотистих екстрактивних речовин була визначена в зерні кукурудзи — 59,25%, що на 52% перевищує показник для насіння льону. Доведено, що збалансування хімічних показників якості при створенні зернових сумішей є більш ефективним способом використання досліджених культур для виробництва комбікормів.

Представлені експериментальні дослідження фізичних і хімічних властивостей найбільш експортно-привабливої зернової сировини підтвердили, що перспективи експорту як зазначеної продукції, так і продуктів її переробки цілком реальні.

Ключові слова: експорт, зерно, фізичні властивості, хімічний склад.

Постановка проблеми. Лібералізація торгівлі з Європейським Союзом, яка передбачена в рамках поглибленої і всеосяжної зони вільної торгівлі, надасть національним виробникам ряд можливостей з нарощування експорту своєї продукції в країни-члени ЄС. З іншого боку, перед українськими експортерами стоїть низка викликів, які належить прийняти при виході на ринки країн-членів ЄС. Ці виклики лежать як у площині оптимізації самого бізнесу, так і в адміністративно-юридичних особливостей, таких як відповід-

ність продукції, що експортується стандартам ЄС, наявність необхідних документів і ліцензій для експорту тощо [1].

Україна входить у десятку найбільших світових виробників зерна і є одним з лідерів експорту цієї сільськогосподарської продукції. Новий зерновий сезон тільки підтверджує попередні досягнення вітчизняних аграріїв (експорт зерна). Так, за прогнозами Міністерства сільського господарства США (USDA, серпень 2016 року) в 2016/2017 маркетинговому році (МР) Україна зберегла першу сходинку світового рейтингу виробників насіння соняшнику і експортерів соняшникової олії. При цьому частка вітчизняних аграріїв у світовому виробництві насіння соняшнику досягне 31%, а в експорті соняшникової олії — 56%. До того ж у новому зерновому сезоні Україна займає четверте місце світових експортерів кукурудзи, ячменю та жита, п'яте — по сорго і вівса, шосте — з експорту пшениці [2].

Очікується, що до 2030 року експортний фонд зерна в Україні може перевищити 50 млн тонн. Доходи від зовнішнього продажу зерна зараз є одними з найбільших серед українського експорту.

Основні проблеми експорту українського зерна — значні витрати і тривалість внутрішніх перевалок і транспортування зерна (аграрна логістика). Через невідповідність логістичних маршрутів сучасним вимогам аграрного експорту нинішні витрати на переміщення зерна від лінійних елеваторів до портів Чорного моря приблизно на 40% перевищують подібні витрати у Франції або Німеччині і на 30% такі ж витрати в США.

Загалом високі логістичні витрати в Україні обумовлені досить низькою ефективністю логістики, що підтверджується оцінками міжнародних експертів. Так, з порівняльної ефективності логістики країн світу (визначалася в 2016 році за інтегральним показником Світового банку Logistics Performance Index — LPI) Україна знаходиться лише на вісімдесятому місці і на третину поступається Німеччині, яка є лідером цього рейтингу.

Дотепер проблема з логістикою не так відчувалися зернотрейдерами, оскільки обсяги експорту зерна були значно меншими, а високі світові ціни на зерно з надлишком перекривали додаткові логістичні витрати. Однак порівняно з 2011 роком ціни світових ринків на зерно знизилися майже наполовину. Тому для утримання прибутковості виробництва зерна на належному рівні слід економити на логістичних витратах і розвивати перспективні напрямки вітчизняної логістичної інфраструктури (аграрна логістика).

Зернова логістична система України як необхідний елемент функціонування ринку зерна вимагає модернізації існуючих і введення в дію нових потужностей. Для цього потрібна виважена інвестиційна політика зацікавлених суб'єктів господарювання і держпідтримка.

Підвищення ефективності роботи логістичної інфраструктури з кожним роком стає все більш важливим для українських виробників зерна і їх конкурентоспроможності на світовому ринку (аграрна логістика). Впровадження інноваційних технологій у логістиці стимулюватиме подальше зростання експорту зерна з України. До того ж розвиток зернової логістичної інфраструктури забезпечує створення робочих місць, доданої вартості продукції, сприяє збільшенню надходжень до державного та місцевих бюджетів.

Реформа держрегулювання повинна бути комплексною і спрямованою на максимально можливе усунення бар'єрів для приватних компаній, що працюють на ринку аграрної логістики і хочуть інвестувати в оновлення інфраструктури.

За офіційними даними Держстату України [3], за період з січня по листопад 2017 року підвищення експорту зернових культур проти аналогічного періоду 2016 року становило 9,9%, а підвищення експорту продукції борошномельно-круп'яної промисловості — 34,3%. Натомість спостерігався значний приріст імпорту цих видів товарів: зернові культури — 14,1%; продукція борошномельно-круп'яної промисловості — 44,3%. З огляду на це держава повинна зосередитися на проблемних аспектах розвитку інфраструктури. Це дасть можливість оптимально використовувати транспортний потенціал України і забезпечити максимально сприятливі умови транспортування для вітчизняних експортерів зерна. А отже, сприятиме утриманню рівня якості експорту зерна і нарощуванню обсягів українського зерна на світовому ринку [4]. Велику увагу треба приділяти упаковці та методам транспортування зернових продуктів.

Мета дослідження: аналіз фізичних і хімічних властивостей основної експортної зернової сировини та виявлення вагомих чинників заміщення транспортування сировини на продукти її переробки.

Викладення основних результатів дослідження. Основними показниками, які впливають на ефективність транспортування зерна, є фізичні властивості. Для дослідження були обрані такі кормові культури: пшениця, кукурудза, соя, соняшник, льон.

Кормову сировину оцінюють за такими основними видами показників: органолептичними (зовнішній вигляд, колір, запах); фізичними (вологість, об'ємна маса, щільність, крупність розмелу, металоманітна домішка тощо) і хімічними (сирий протеїн, сирий жир, сира клітковина та інші). Всі дослідження фізико-технічних властивостей зернової сировини проводяться за чинними стандартами на кожний вид культури.

Фізичні властивості дослідних зразків наведені в діаграмах (рис. 1—3).

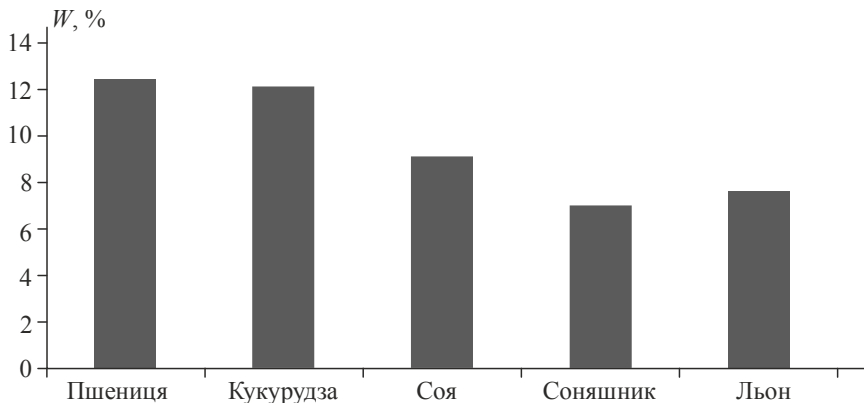


Рис. 1. Вологість зернових олійних культур

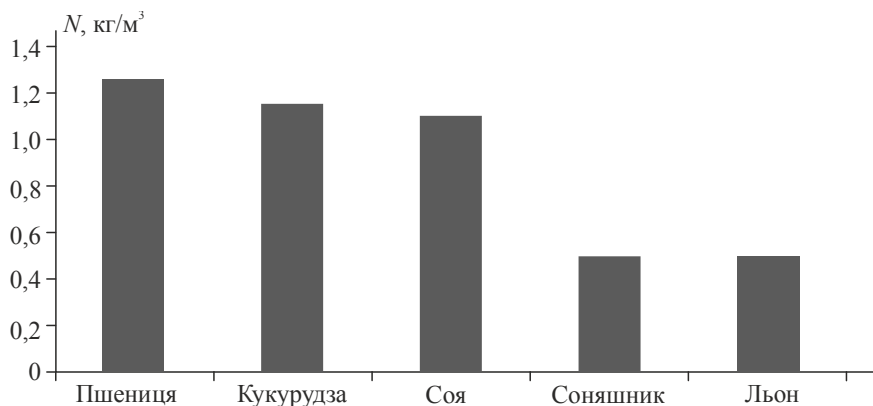


Рис. 2. Об'ємна маса зернових олійних культур

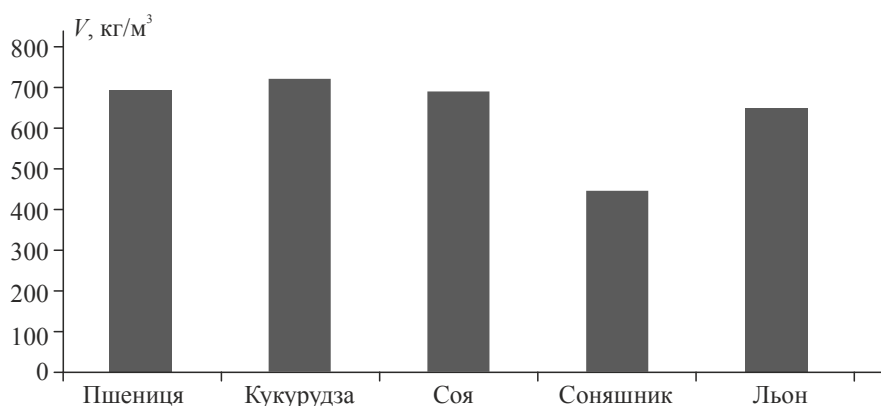


Рис. 3. Щільність зернових олійних культур

Визначення вологості зерна та насіння олійних культур було проведено за методикою чинних стандартів на кожен культуру. Зволоження змінює фізичні властивості зерна — зменшує опір роздавлюванню, збільшує еластичність оболонок. За високої вологості погіршується подрібнення, збільшуються витрати енергії, зменшується вихід готової продукції, погіршується її якість.

При переробленні зерна від його вологості залежить опір подрібненню і, як наслідок, питома витрата енергії та продуктивність борошномельного обладнання.

Проведені дослідження (рис. 1) підтверджують, що за показником вологості всі досліджені зразки зерна знаходяться в сухому стані, оскільки обмежувальними нормами [5] для переходу в стан середньої сухості для пшениці і кукурудзи передбачено підвищення вологості до 14,0%, для сої — до 12,0%, а соняшнику і льону — до 11,0%.

Об'ємна маса зерна характеризує виповненість і технологічну якість зерна. З проведених досліджень (рис. 2) видно, що об'ємна маса зерна та насіння коливається в межах 440—710 кг/м³, що залежить від форми зерна, вологості, крупності, засміченості та виду домішок тощо. За об'ємною масою дослідже-

ний зразок пшениці відповідає 2-му класу. Відповідно до держстандартів України показники об'ємної маси для інших дослідних зразків не нормуються.

Лінійні розміри зерна визначають його крупність, яка є найважливішим показником якості зерна. У великому зерні більше ендосперму і менше оболонки, а отже, і вище вихід готових продуктів із зерна. Крупність пов'язана з хімічним складом зерна та іншими його характеристиками. Результати дослідження крупності зернової сировини наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Крупність зерна і насіння

№	Назва сировини	Схід із сита з вічками діаметром, мм	Кількість зерна, %
1	Пшениця	3,0	95,9
2	Кукурудза	7,0	88,3
3	Соя	3,0	53,0
4	Соняшник	6,0	86,0
5	Льон	2,0	97,8

Щодо показників щільності (рис. 3) та крупності (табл. 1) зерна, то отримані результати знаходяться на рівні менше 50% діапазону середньостатистичних даних. Зокрема, для насіння сої регламентується прохід сита з вічками діаметром 3,0 мм відносити до сміттевої домішки. Дана кількість сміттевих домішок становить 47,0%, що значно перевищує вимогу стандарту на рівні 10,0%.

Показники хімічного складу зернових олійних культур наведені в табл. 2.

Таблиця 2. Хімічні показники якості сировини

Назва культури	Вологість, %	Сирий протеїн, %	Сирий жир, %	Сира клітковина, %	Сира зола, %	БЕР, %
Соя	12,0	39,5	17,30	5,3	5,20	20,70
Соняшник	7,5	19,7	44,86	9,1	3,41	15,43
Льон	7,1	20,1	35,20	26,4	3,95	7,25
Кукурудза	13,7	11,2	4,30	10,3	1,25	59,25

Аналіз результатів досліджень, наведених у табл. 2, свідчить про те, що зразки зернових культур відповідають за показниками якості вимогам нормативних документів. Найбільший вміст сирого протеїну на рівні 39,5% визначено в сої, що перевищує відповідний показник для кукурудзи на 28,3%. Льон і соняшник переважають за вмістом сирого жиру, відповідно, насіння сої в 2 та 3 рази, а кукурудзу — в 9 та 10 разів. Однак у насінні льону спостерігається найбільша кількість сирої клітковини порівняно з іншими культурами — 26,4%, що в п'ять разів перевищує даний показник для сої (5,3%) і може бути перешкодою для використання його при виготовленні комбікормів. Максимальна кількість безазотистих екстрактивних речовин була визначена в зерні кукурудзи — 59,25%, що на 52% перевищувало даний показник для насіння льону (7,25%).

Висновки

Зернові культури за результатами аналізу фізичних властивостей мають перспективу щодо експорту в інші країни. Для їх переміщення може бути чітко визначена необхідна кількість транспортних засобів, а також необхідні розміри полотен решіток у сепараторах для їх очищення.

На основі проведених досліджень хімічних властивостей встановлено, що олійні зернові культури мають різне співвідношення основних показників хімічного складу, тому необхідні різні підходи до контролю показників їх якості в процесі зберігання.

Отримані результати дають змогу у подальшому розрахувати рецепти комбікормів для сільськогосподарських тварин і птиці, а також створити попередні суміші з оптимізованим хімічним складом, що у підсумку надасть можливість підвищити пропозицію продукції зернопереробних підприємств з більшою доданою вартістю, розвинути ринок продуктів переробки в сучасних ринкових умовах та експорт цих продуктів.

Література

1. Гид экспортера: какие документы и процедуры нужны для экспорта продукции в ЕС [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.bakertilly.ua/ru/news/id680>. — 06.10.2017.
2. Зверева К. Ринок зерна України: від експорту сировини до готової продукції [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://agronews.ua/node/82481>- 06.10.2017.
3. Товарна структура зовнішньої торгівлі у січні—листопаді 2017 року [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2017/zd/tsztt/tsztt_u/-tsztt1117_u.htm. — 05.02.2018.
4. Маслак О. Логістика експорту зерна в Україні [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://propozitsiya.com/logistika-eksporta-zerna-v-ukraine>. — 06.10.2017.
5. Подпратов Г.І. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва / Г.І. Подпратов, Л.Ф. Скалецька, А.М. Сеньков // Практикум [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://studfiles.net/preview/5513372/page:5/>. — 06.10.2017.

MATHEMATICAL MODELING OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF ROASTING VEGETABLES IN OIL

A. Tokar, S. Muronyuk, T. Volkova

Uman National University of Horticulture

Key words:

Roasting
Oil absorption
Moisture removal
Optimal regime
Heat-mass transfer

Article history:

Received 15.01.2018
Received in revised form
02.02.2018
Accepted 16.02.2018

Corresponding author:

A. Tokar
E-mail:
topvolkova@gmail.com

ABSTRACT

The process of roasting is obligatory in the technology of production of vegetable canned snacks, as a result of which the product acquires a peculiar taste and smell, and due to the removal of moisture and oil uptake, its nutritional value rises. Roasted vegetables have soft, elastic consistency and are better absorbed by the body.

The process of roasting vegetables is a complex set of physical, chemical, physical-chemical and technological processes, complicated by heat-mass-exchange and by ability to absorb oil.

In the thermal stage of congealment, no visible disturbances in the cell structure are observed, except for the coagulation of the protoplasmic substance. This stage is the initial phase of the transformation of plant tissue during frying and occurs at moderate temperatures.

The swelling phase coincides with the onset of evaporation, as a result of which the volume of cells increases; their size becomes much larger than before heating, so they appear swollen under a microscope. Coagulant matter is condensed. At this stage, technological readiness has not yet been reached, because the vaporization has just begun, but the vapor has not yet left the tissue.

The next stage is an internal evaporation, in which a significant part of moisture in the form of vapor leaves the cell, which makes the cell decrease in size, shrink. The shape of the cells becomes very disturbed. The loss of the cellular structure of the tissue begins, air voids become appeared. Practice has established that the optimal percentage of smelting, and the required moisture content is reached at this stage, and the raw material should be taken out of the oven.

With the traditional method of frying eggplants, a significant amount of oil is absorbed (more than 12%), which limits their consumption due to high caloric content. One of the effective ways to reduce the amount of oil in roasted vegetables is to pre-soak them or blanch in water: moisture will prevent the absorption of oil. The process of oil absorption, and hence the quality of the finished product, depends on a large extent of the physical and chemical properties of the fruit associated with the storage conditions of the raw materials.

In order to reduce the absorption of the oil, the process of roasting is optimized due to preliminary soaking or blanching of eggplants in water, and the mathematical model of the process is developed according to traditional and advanced technologies.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-29

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОБСМАЖУВАННЯ ОВОЧІВ В ОЛІЇ

А.Ю. Токар, С.С. Миронюк, Т.В. Волкова

Уманський національний університет садівництва

Процес обсмажування є обов'язковим в технології виробництва овочевих закусочних консервів, в результаті якого продукт набуває своєрідного смаку і запаху, а за рахунок видалення частини вологи та вбирання олії підвищується його харчова цінність. Обсмажені овочі мають м'яку, пружну консистенцію і краще засвоюються організмом.

Процес обсмажування овочів — це складний комплекс фізичних, хімічних, фізико-хімічних і технологічних процесів, ускладнений тепломасообміном і вбиранням олії. Зміни, що проходять у рослинній клітині при обсмажуванні, поділяються на такі послідовні стадії: теплового заляккання, набухання, внутрішнього випаровування, деформації і деструкції, хімічного руйнування.

У стадії теплового заляккання видимих порушень у клітинній структурі не спостерігається, за винятком коагуляції протоплазматичної речовини. Ця стадія є початковою фазою перетворень рослинної тканини при обсмажуванні і відбувається за помірних температур.

Стадія набухання збігається з початком пароутворення, внаслідок чого об'єм клітин збільшується, розмір їх стає значно більшим, ніж до нагрівання, тому під мікроскопом вони здаються набухлими. Коагульована речовина ущільнюється. У цій стадії технологічна готовність іще не досягнута, тому що пароутворення тільки розпочалося, але пара ще не вийшла за межі тканини.

Далі наступає стадія внутрішнього випаровування, при якій значна частина вологи у вигляді пари виходить з клітини, яка при цьому зменшується в розмірах, стискується. Форма клітин порушується. Розпочинається втрата клітинної будови тканини, з'являються повітряні порожнечі. Практикою встановлено, що саме в цій стадії досягається оптимальний процент усмажування, необхідний вологовміст, і сировину слід забирати з печі.

За традиційного способу обсмажування баклажанів відбувається вбирання значної кількості олії (понад 12%), що обмежує їх споживання через високу калорійність. Одним із ефективних способів зменшення вмісту олії в обсмажених овочах є їх попереднє замочування або бланшування у воді: волога перешкоджатиме всмоктуванню олії. Процес вбирання олії, а отже, і якість готової продукції значною мірою залежить від фізико-хімічних властивостей плодів, пов'язаних з умовами зберігання сировини.

З метою зниження вбирання олії оптимізовано процес обсмажування завдяки попередньому замочуванню чи бланшуванню баклажанів у воді і розроблено математичну модель процесу за традиційною та за удосконаленою технологіями.

Ключові слова: обсмажування, вбирання олії, видалення вологи, оптимальний режим, тепломасообмін.

Постановка проблеми. За традиційного способу обсмажування баклажанів відбувається вбирання значної кількості олії (понад 12%), що обмежує їх споживання через високу калорійність. Одним з ефективних способів зменшення вмісту олії в обсмажених овочах є їх попереднє замочування або бланшування у воді: волога перешкоджатиме вбиранню олії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженням процесів обсмажування рослинної сировини зокрема з питань випарювання вологи і гістологічних змін рослинної тканини в процесі обсмажування, займалися К.А. Бауер, М.І. Смирнов, В.М. Расходова. Пізніше важливі дослідження, що забезпечують удосконалення техніки і технології обсмажування продуктів, були виконані Т.Л. Роматовською, А.М. Мальським, Є.В. Шияном.

Мета дослідження: створення математичної моделі технологічного процесу обсмажування баклажанів в олії.

Матеріали і методи дослідження. Плоди баклажана сорту Алмаз були зібрані в технічній стадії стиглості, якість яких відповідала вимогам ДСТУ 2660 «Баклажани свіжі. Технічні умови».

Викладення основних результатів дослідження. Визначення оптимальних режимів попереднього оброблення плодів баклажана, нарізаних кружками товщиною 20 мм, замочуванням і бланшуванням у воді проводили за температури води 20...100° С тривалістю 1...30 хв. За контроль приймали кружки баклажанів без оброблення. Нарізані на кружки баклажани перед обсмажуванням замочували або бланшували у воді за різних температур та визначали кількість увібраної вологи.

У процесі замочування спостерігалась тенденція: кружки баклажанів повільно і поступово вбирали воду, з підвищенням температури процес відбувався більш інтенсивно.

Найбільше поглинання вологи кружками баклажанів відбувалося в процесі замочування у варіанті з режимом 20° С, тривалістю 20 хв. При подальшому збільшенні тривалості замочування кружків збільшення поглинання вологи не спостерігалось. У процесі бланшування максимальна кількість увібраної вологи спостерігалась у варіанті з режимом 80° С тривалістю 3 хв. За температурних режимів вище 80° С тривалістю більше 5 хв спостерігалось порушення тургору клітин плодів, консистенція ставала м'якою, кружки баклажанів втрачали форму і були непридатними для подальших досліджень.

Оптимальними були визнані зразки баклажанів за режимів оброблення: замочування — температура 20° С, тривалість 20 хв; бланшування — температура 80° С, тривалість 3 хв, у яких спостерігалось збільшення вологовмісту на 8,2 % порівняно з контролем (без оброблення).

Подальші дослідження процесу обсмажування проводились з баклажанами, нарізаними на кружки, вказаних варіантів попереднього оброблення.

При дослідженні процесу обсмажування за контроль були прийняті плоди баклажана, нарізані кружками, без попереднього оброблення. Дослідними зразками були плоди баклажана, нарізані кружками товщиною 20 мм, попередньо замочені у воді за температури 20° С тривалістю 20 хв, і кружки баклажанів, попередньо бланшовані у воді за температури 80° С тривалістю 3 хв. Обсмажування баклажанів проводили в обсмажувальних печах з електро-

нагріванням за температур: 130° С, 135, 140, 145, 150° С, тривалістю до 7 хв із визначенням досліджуваних показників через кожну хвилину. Процес обсмажування вважався закінченим при досягненні зразками показника видимого відсотка усмажування понад 20% з утворенням кірочки світло-золотистого кольору. Масову частку жиру в обсмажених баклажанах визначали екстракційно-ваговим методом.

Схема досліду з удосконалення процесу обсмажування з метою зменшення вбирання олії баклажанами наведена на рис. 1. Дослід трифакторний, виконаний у трьох повтореннях: фактор А — попереднє оброблення; фактор В — тривалість обсмажування; фактор С — температура олії.

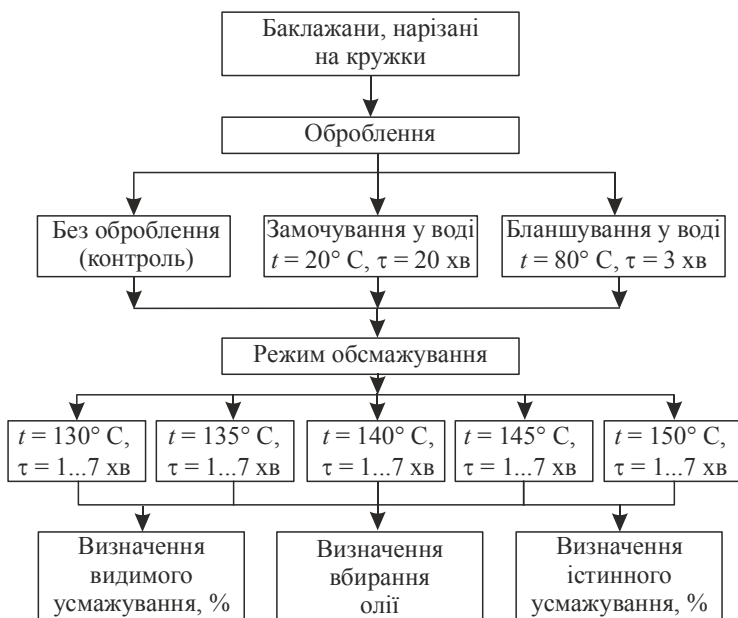


Рис. 1. Схема досліду з удосконалення процесу обсмажування з метою зменшення вбирання олії баклажанами

Унаслідок обсмажування овочі набувають приємного смаку і запаху, зовнішнього вигляду, збільшується їх калорійність — частково у результаті випаровування з овочів вологи, а в основному — завдяки вбиранню олії [1—5]. Тому були сплановані і проведені дослідження з визначення вбирання олії за різних температур (130° С, 135, 140, 145, 150° С) попередньо замоченими і бланшованими баклажанами, нарізаними на кружки. Результати досліджень за температури обсмажування 140° С наведені на рис. 2.

$$НІР_{05} = 0,46$$

За результатами досліджень (рис. 2), кількість увібраної олії баклажанами контрольного зразка протягом усього періоду обсмажування відзначалося вищими значеннями, порівняно з варіантами, що піддавались обробленню. Починаючи з третьої хвилини і до закінчення процесу спостерігалися істотні різниці: між контролем і першим варіантом — 1,6%, між контролем і другим варіантом — 2,1%, що вказує на доцільність попереднього оброблення бакла-

жанів при обсмажуванні. Винятком була перша хвилина обсмажування, коли показники вбирання олії у контролі і першому варіанті були однаковими, а варіант 2 переважав контроль на 0,3%, що неістотно. Це можна пояснити коротким періодом теплового оброблення баклажанів, за якого процес взаємодії силовини і олії при обсмажуванні ще не врівноважилися.

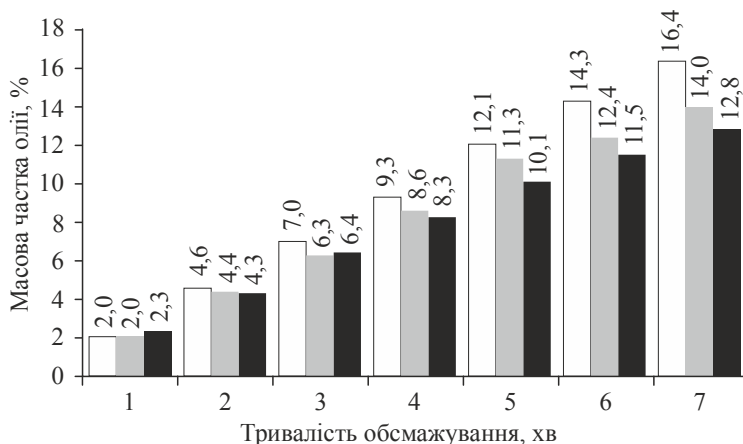


Рис. 2. Вбирання олії баклажанами, нарізаними на кружки, за температури 140° С залежно від попереднього оброблення (фактор А) і тривалості обсмажування (фактор В): □ — без оброблення (контроль); ■ — замочування; ■ — бланшування

Оптимальний температурний режим обсмажування баклажанів становив 140° С тривалістю 7 хв за органолептичними показниками.

Для дослідження впливу основних факторів на вбирання олії за обсмажування баклажанів необхідно розробити математичну модель процесу з використанням результатів, отриманих під час реалізації повного факторного експерименту. Детермінована залежність нам невідома, оскільки невідомі зв'язки між вхідними і вихідними параметрами, тобто ми маємо модель у вигляді «чорного ящика» [6].

Унаслідок попередньо отриманих результатів визначені такі вхідні параметри, які найбільше впливають на процес обсмажування баклажанів:

- τ — тривалість процесу, хв;
- t — температура процесу, °С.

Вихідна функція (критерій оптимальності в обсмажених баклажанах):

$\hat{C}_{олиї}$ — вміст олії.

У загальному вигляді функцію можна представити так:

$$C_{олиї} = f(\tau, t) \tag{1}$$

Загальна схема математичної моделі має вигляд:



Рис. 3. Загальна схема математико-статистичної моделі

Для проведення дослідів складений план експерименту із зазначенням кількості дослідів і меж зміни факторів.

Матриця являє собою перелік варіантів, взятих у даній серії дослідів. Відомо, що найбільш простими є матриці повного факторного експерименту (ПФЕ), в яких досліджувані фактори змінюються лише на двох рівнях: верхньому та нижньому.

Визначивши, які фактори впливають на вміст олії в обсмажених баклажаках, визначаємо їх рівні та крок варіювання, які наведені у табл. 1.

Таблиця 1. Рівні і кроки варіювання факторів

Фактор	Одиниці вимірювання	0-рівень	Крок варіювання	Верхній рівень «+»	Нижній рівень «-»
$x_1 (\tau)$	Хв	4	3	7	1
$x_2 (t)$	°C	140	10	150	130

Наступним кроком є побудова матриці повного двофакторного експерименту, яка наведена в табл. 2.

Таблиця 2. Матриця повного двофакторного експерименту

№ досл.	z_0	z_1	z_2	z_1z_2	y_1	y_2	\bar{y}	S_i^2
1	+	+	+	+	19,2	18,8	19	0,08
2	+	+	-	-	16	16,4	16,2	0,08
3	+	-	+	-	2,5	2,3	2,4	0,02
4	+	-	-	+	2	2	2	0

Тоді математична модель буде мати вигляд:

$$\hat{C}_{олії} = 0,02\tau t - 0,233 \cdot \tau - 0,367. \quad (2)$$

З метою наглядного зображення результатів досліджень було побудовано поверхню відгуку системи (рис. 4).

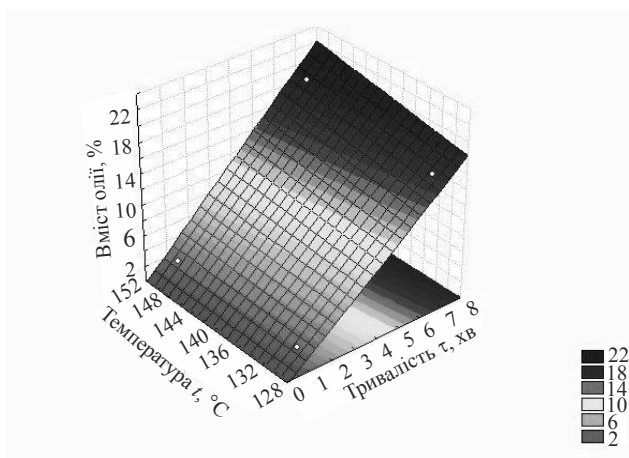


Рис. 4. Поверхня відгуку математичної моделі вбирання олії залежно від тривалості і температури процесу

За допомогою графічної моделі процесу за двома відомими параметрами можна визначити третій, якій лежить на відповідній площині.

Висновок

Розроблену математичну модель процесу перевірено на адекватність, що дає можливість розрахувати кількість олії, увібраної баклажанами, нарізаними на кружки, залежно від температури олії й тривалості процесу.

Література

1. *Мальский А.Н.* Процесс обжаривания овощей и автоматизация обжарочных печей / А.Н. Мальский — Москва : Пищевая промышленность, 1976. — 160 с.
2. *Мальский А.Н.* Овощные закусочные консервы / А.Н. Мальский, А.К. Изотов. — Москва : Пищевая промышленность, 1978. — 229 с.
3. Технологічна інструкція по виробництву консервів «Закусочні страви» (Згідно ТУ У 15.3-05305810-002:2006), затв. 24.07. 2006. — 24 с.
4. Консерви. Закусочні страви. Технічні умови: ТУ У 15.3 — 05305810 — 002: 2006. — Уперше. [Чинні від 2006-12-01]. Київ :Держстандарт України, 2006. — 19 с.
5. *Гореньков Э.С.* Научное обеспечение производства плодоовощной продукции / Э.С. Гореньков // Пищевая промышленность, 2002. — № 2. — С. 54—56.
6. *Кафаров В.В.* Математическое моделирование основных процессов химических производств / В.В. Кафаров, М. Б. Глебов. — Москва : Высшая школа, 1991. — 457 с.

DETERMINATION OF THE EFFECT OF SUGARS SUCROSE, GLUCOSE, FRUCTOSE AND VARIOUS TYPES OF THE STARCHED MOLASSES ON THE PROPERTIES OF CARAMEL MASS

A. Dorokhovych, L. Mazur

National University of Food Technologies

Key words:

Caramel mass
Sucrose
Glucose
Fructose
Starched molasses
Sorption and desorption
properties

Article history:

Received 12.01.2018
Received in revised form
31.01.2018
Accepted 14.02.2018

Corresponding author:

A. Dorokhovych
E-mail:
npuht@ukr.net

ABSTRACT

The paper presents the results of studies on the influence of sugars (sucrose, glucose, fructose) and various types of molasses on the physical and chemical, structural and mechanical and sorption properties of caramel mass.

It was established that an increase of the content of reducing agents in the molasses contributes to the reduction of the duration of boiling the caramel mass, the growth of the caramel mass spread and the increase of the time of the formation of the vitreous amorphous structure of caramel. The addition of caramel mass to a humidity of 2—3% on the basis of sugars using different types of molasses requires a different final boiling temperature: on the basis of sucrose — 408 K, glucose — 418 K, fructose — 423 K. Studies of sorption and desorption properties of the mass showed that sugars (sucrose, glucose, fructose) and various types of molasses influence on the sorption and desorption properties. It was established that the equilibrium moisture content of caramel mass, made on the basis of fructose and various types of molasses, at $a_w = 0.75$ ($\varphi = 75\%$) varies within 11—22%. This suggests that caramel, made on the basis of fructose, is very hygroscopic and when storing it will absorb moisture to the equilibrium. It was established that the equilibrium moisture content of caramel mass on the basis of sucrose and glucose with different types of molasses is practically identical. The equilibrium moisture content of caramel mass when using sucrose and glucose and low-soluble and caramel molasses corresponds to humidity according to the recipe, which is equal to 1—3%, to form caramel on the KFW it is allowed up to 4%. The caramel mass, made on the basis of maltose and glucose, has higher equilibrium moisture, which does not correspond to the traditional recipe, that's why, when using them, it is necessary to develop special recipes.

The complex of researches on determining the influence of sucrose, glucose and fructose, as well as various types of starch molasses on the quality of caramel mass and finished caramel has shown the possibility of using different types of starch molasses in the production of caramel based on sucrose, glucose. Caramel based on fructose using various types of molasses is very hygroscopic and requires special attention when packing with consideration of its properties.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-30

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ЦУКРІВ САХАРОЗИ, ГЛЮКОЗИ, ФРУКТОЗИ ТА РІЗНИХ ВИДІВ КРОХМАЛЬНОЇ ПАТОКИ НА ВЛАСТИВОСТІ КАРАМЕЛЬНОЇ МАСИ

А.М. Дорохович, Л.С. Мазур

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати досліджень впливу цукрів (сахарози, глюкози, фруктози) та різних видів патоки на фізико-хімічні, структурно-механічні та сорбційні властивості карамельної маси.

У результаті досліджень встановлено, що збільшення вмісту редуруючих речовин у патоці сприяє скороченню тривалості уварювання карамельної маси, зростанню розтікання карамельної маси і збільшенню часу утворення склоподібної аморфної структури карамелі. Уварювання карамельної маси до вологості 2—3% на основі сахарози, глюкози, фруктози з використанням різних видів патоки потребує різної кінцевої температури уварювання: на сахарозі — 408 К, на глюкозі — 418 К, на фруктозі — 423 К. Дослідження сорбційно-десорбційних властивостей маси показали, що цукри та різні види патоки впливають на сорбційно-десорбційні властивості. Встановлено, що рівноважна вологість карамельної маси, виготовленої на основі фруктози і різних видів патоки, при $a_w = 0,75$ ($\varphi = 75\%$) коливається в межах 11—22 %. Це свідчить про те, що карамель, виготовлена на фруктозі, дуже гігроскопічна і при зберіганні буде поглинати вологу до рівноважного стану. Доведено, що рівноважна вологість карамельної маси на сахарозі і глюкозі з різними видами патоки практично однакова. Рівноважна вологість карамельної маси з використанням сахарози і глюкози та низькооцукреної і карамельної патоки відповідає вологості згідно з рецептурою, що дорівнює 1—3% (для формування карамелі на агрегаті КФЗ дозволено до 4%). Карамельна маса, виготовлена на основі мальтозної і глюкозної патоки, має підвищену рівноважну вологість, яка не відповідає традиційній рецептурі, тому за необхідності їх використання виникає необхідність розроблення спеціальних рецептур.

Проведений комплекс досліджень з визначення впливу сахарози, глюкози та фруктози, а також різних видів крохмальної патоки на якість карамельної маси і готової карамелі підтвердив можливість використання різних видів крохмальної патоки при виробництві карамелі на сахарозі, глюкозі. Карамель на фруктозі з використанням різних видів патоки дуже гігроскопічна і потребує особливої уваги при пакуванні з урахуванням її властивостей.

Ключові слова: карамельна маса, сахароза, глюкоза, фруктоза, крохмальна патока, сорбційно-десорбційні властивості.

Постановка проблеми. Карамель — це кондитерський виріб, який користується великим попитом у всіх верств населення завдяки гарним органолептичним показникам, тривалому терміну зберігання, низькій ціні.

Карамель залежно від рецептури і технології розподіляють на такі види [1]: льодяникова, карамель з начинкою, молочна, глазурована шоколадною, кондитерською або жировою глазур'ю, м'яка, вітамінізована, лікувальна.

Велике значення у якості будь-якого виду карамелі є властивості карамельної маси, яка впливає на якість готового продукту, а також реологічні властивості карамельної маси, які головним чином впливають на її застигання, що важливо при формуванні виробів. Основною сировиною у виготовленні карамельної маси за традиційною технологією є цукор білий кристалічний (сахароза) і карамельна патока [2].

Цукри (сахароза, глюкоза, фруктоза) та різні види патоки мають відмінності в органолептичних і фізико-хімічних показниках. Це вказує на те, що вони будуть по-різному впливати на властивості карамельної маси і готової карамелі. Аналіз літературних джерел не дав змоги визначити вплив сахарози, глюкози, фруктози, різних видів патоки на властивості карамельної маси і готової карамелі.

Мета статті полягає у проведенні комплексу досліджень з визначення впливу цукрів (сахарози, глюкози, фруктози) та різних видів крохмальної патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної та мальтозної) на якість карамельної маси, яка залежить від тривалості її приготування, оскільки зі скороченням процесу уварювання зменшується кількість вторинних продуктів розпаду цукрів (оксиметилфурфурол, левулінова кислота, гумінові речовини), які впливають на забарвлення маси.

Викладення основних результатів дослідження. Цукор білий кристалічний (сахароза) є традиційною сировиною при виробництві карамелі. Сахароза має багато переваг — низька гігроскопічність, висока розчинність, висока солодкість. Проте на сьогодні актуальним є визначення можливості використання властивостей інших цукрів (глюкоза і фруктоза) у виробництві карамелі [3].

Глюкоза (декстроза, крохмальний, кукурудзяний цукор) найбільш розповсюджений моносахарид у природі, який має швидку фізіологічну засвоюваність. Усі вуглеводи, потрапляючи в кров, спочатку піддаються в організмі людини ферментативному гідролізу до глюкози (крохмаль, сахароза, мальтоза) і тому глюкозу, завдяки швидкому засвоюванню, рекомендують використовувати у дитячому харчуванні, харчуванні спортсменів, людей розумової праці [4].

Фруктоза є найсолодшим цукром. Особливістю фруктози є її низький глікемічний індекс, тобто після її споживання не спостерігається швидкого підвищення рівня цукру, тому фруктозу можуть споживати хворим на цукровий діабет [4].

При виробництві карамелі використовують крохмальну патоку — продукт неповного ферментативного або кислотного гідролізу крохмалю, яка виконує антикристалізаційні властивості при виробництві карамелі. Патоку згідно з державним стандартом поділяють на [5]: низькооцукрену, карамельну, глюкозну високооцукрену, мальтозну.

Низькооцукрена патока являє собою густу, в'язку рідину з незначною опалесценцією від безбарвного до блідо-жовтого забарвлення. Масова частка редуруючих речовин такої патоки становить 30,0—34,0% за вмісту сухих речовин 78,0%.

Карамельна патока поділяється на вищий і перший сорт. Вона має менш густу консистенцію, ніж низькоцукрена, з незначною опалесценцією від безбарвного або блідо-жовтого (вищий сорт) до темно-жовтого забарвлення (перший сорт). Масова частка редуруючих речовин такої патоки становить 38,0—42,0% для вищого сорту і 34,0—44,0% — для першого сорту. Масова частка сухих речовин складає 78,0%.

Глюкозна високоцукрена патока — це прозора в'язка рідина від темно-жовтого до коричневого забарвлення з масовою часткою вологи 22,0% і вмістом редукуючих — 45,0—60,0%.

Мальтозна патока характеризується найвищим вмістом редукуючих речовин — від 50% і вище. За зовнішнім виглядом — це від безбарвного до блідо-жовтого забарвлення густа рідина, проте її в'язкість дещо нижча, ніж в'язкість інших видів патоки.

Було проведено дослідження з визначення тривалості уварювання карамельної маси на сахарозі залежно від виду використаної патоки (табл. 1).

Таблиця 1. Залежність якості карамельної маси на сахарозі від вмісту редукуючих речовин у патоці

Вид патоки	Вміст редукуючих речовин у патоці, %	Тривалість уварювання карамельної маси, сек	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Масова частка вологи карамельної маси, %
Низькоцукрена	32,31	295	1,78	2,30
Карамельна	42,00	290	1,81	2,30
Глюкозна високоцукрена	43,58	287	1,82	2,30
Мальтозна	60,00	280	1,85	2,30

Аналіз отриманих даних показав, що зі зростанням вмісту редукуючих речовин у патоці скорочується тривалість уварювання карамельної маси, оскільки знижується вміст декстринів, які впливають на в'язкість маси, а у в'язкому середовищі процес відокремлення вологи затримується.

Карамельна маса по ходу технологічного процесу подається на охолодження до утворення склоподібної структури, тому було визначено вплив різних видів патоки на тривалість утворення аморфної склоподібної структури (табл. 2).

Таблиця 2. Залежність тривалості утворення склоподібної структури карамелі на сахарозі від вмісту редукуючих речовин у патоці

Вид патоки	Вміст редукуючих речовин у патоці, %	Тривалість утворення склоподібної структури, сек
Низькоцукрена	32,31	1 625
Карамельна	42,00	1 680
Глюкозна високоцукрена	43,58	1 690
Мальтозна	60,00	1 725

Досліди показали, що тривалість утворення склоподібної структури карамельної маси найбільша при використанні мальтозної патоки і найменша при використанні низькоцукреної патоки, тобто редукуючі речовини патоки

сприяють зростанню тривалості утворення структури. Так, при використанні мальтозної патоки тривалість утворення склоподібної структури карамелі зростає на 6,15% проти тривалості утворення склоподібної структури карамелі на основі низькооцукреної патоки. При використанні карамельної і глюкозної високооцукреної патоки суттєвих змін не визначено. Це вказує на те, що якщо на виробництві виникає потреба у зростанні тривалості утворення склоподібної структури, тобто більш тривалому збереженні карамельною масою своїх пластичних властивостей, то в такому випадку слід використовувати мальтозну патоку, а якщо потрібно скоротити процес — необхідно використовувати низькооцукрену патоку.

Подальші наші дослідження полягали у визначенні впливу глюкози і фруктози на структурно-механічні властивості карамельної маси порівняно з масою, виготовленою на сахарозі. Карамельну масу готували з урахуванням співвідношення 50% патоки до маси цукру з урахуванням вмісту сухих речовин сахарози, фруктози, глюкози. Було визначено вміст води, редуруючих речовин, розтікання карамельної маси на основі цукрів (сахарози, фруктози, глюкози) та крохмальної патоки з різним декстрозним еквівалентом. Результати отриманих даних наведено в табл. 3—6.

Таблиця 3. Показники якості карамельної маси на основі низькооцукреної патоки та різних цукрів

Карамельна маса з використанням низькооцукреної патоки і цукрів	Масова частка води карамельної маси, %	Вміст редуруючих речовин карамельної маси, %	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Кінцева температура уварювання, К (°С)
Сахарози	2,31	9,81	1,78	408 (135)
Глюкози	2,75	64,38	1,83	418 (145)
Фруктози	2,81	66,0	1,87	423 (150)

Таблиця 4. Показники якості карамельної маси на основі карамельної патоки та різних цукрів

Карамельна маса з використанням карамельної патоки і цукрів	Масова частка води карамельної маси, %	Вміст редукуючих речовин карамельної маси, %	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Кінцева температура уварювання, К (°С)
Сахарози	2,27	10,94	1,81	408 (135)
Глюкози	2,69	66,0	1,87	418 (145)
Фруктози	2,83	67,75	1,95	423 (150)

Таблиця 5. Показники якості карамельної маси на основі глюкозної високооцукреної патоки та різних цукрів

Карамельна маса з використанням глюкозної високооцукреної патоки і цукрів	Масова частка води карамельної маси, %	Вміст редукуючих речовин карамельної маси, %	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Кінцева температура уварювання, К (°С)
Сахарози	2,26	12,25	1,82	408 (135)
Глюкози	2,68	71,63	1,90	418 (145)
Фруктози	2,83	68,45	1,95	423 (150)

Таблиця 6. Показники якості карамельної маси на основі мальтозної патоки та різних цукрів

Карамельна маса з використанням мальтозної патоки і цукрів	Масова частка вологи карамельної маси, %	Вміст редуруючих речовин карамельної маси, %	Розтікання карамельної маси, см ² /г	Кінцева температура уварювання, К (°С)
Сахарози	2,22	16,65	1,85	408 (135)
Глюкози	2,63	77,15	2,09	418 (145)
Фруктози	2,85	78,0	2,16	423 (150)

Аналіз отриманих даних показав, що уварювання карамельної маси до вологості 2—3% на основі сахарози, глюкози, фруктози з використанням різних видів патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної та мальтозної) потребує різної кінцевої температури уварювання. Якщо на сахарозі достатньо уварювати до температури 408 К (135° С), то для карамелі на глюкозі необхідно збільшити температуру уварювання до 418 К (145° С), на фруктозі — до 423 К (150° С). Встановлено, що розтікання карамельної маси на фруктозі і глюкозі залежно від виду патоки і відповідно на 5—16,5% і 2,8—13,0% більше, ніж розтікання карамельної маси на сахарозі.

У ДСТУ 3893-99 «Карамель. Загальні технічні умови» вказано, що максимальний вміст редууючих речовин у карамелі повинен бути не більшим 23%. З табл. 3—6 видно, що цим вимогам нормативної документації відповідають властивості карамельної маси, виготовленої на основі сахарози з використанням різних видів патоки. А вміст редууючих речовин карамельної маси, виготовленої на глюкозі з використанням різних видів патоки (низькооцукрена — 64,38%, карамельна — 66,0%, глюкозна високооцукрена — 71,63%, мальтозна 77,65%) і, відповідно, фруктози (низькооцукрена — 66,0%, карамельна — 67,75%, глюкозна високооцукрена — 68,45%, мальтозна 78,0%) значно вищий. Це вказує на те, що карамельна маса з різними видами патоки на глюкозі і фруктозі буде мати підвищену гігроскопічність.

Для визначення впливу цукрів (сахарози, глюкози, фруктози) та різних видів патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної, мальтозної) на гігроскопічність карамелі були досліджені сорбційно-десорбційні властивості карамелі на приладі Мак-Бена. Результати досліджень наведені на рис. 1—4, результати оброблення експериментальних даних наведені в табл. 7—10.

Таблиця 7. Значення рівноважної вологості карамелі з використанням низькооцукреної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі за значеннями ізотерм сорбції-десорбції

Назва	Значення рівноважної вологості, %					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25\%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 25 \dots 75\%$ $a_w = 0,25 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 75 \dots 100\%$ $a_w = 0,75 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Сахароза	0,0—0,0	10,0—15,0	0,0—2,0	15,0—25,0	2,0—120,0	120,0—25,0
Глюкоза	0,0—0,0	8,0—13,0	0,0—3,0	13,0—30,0	3,0—155,0	155,0—30,0
Фруктоза	0,0—0,0	9,0—17,0	0,0—11,0	17,0—30,0	11,0—125,0	125,0—30,0

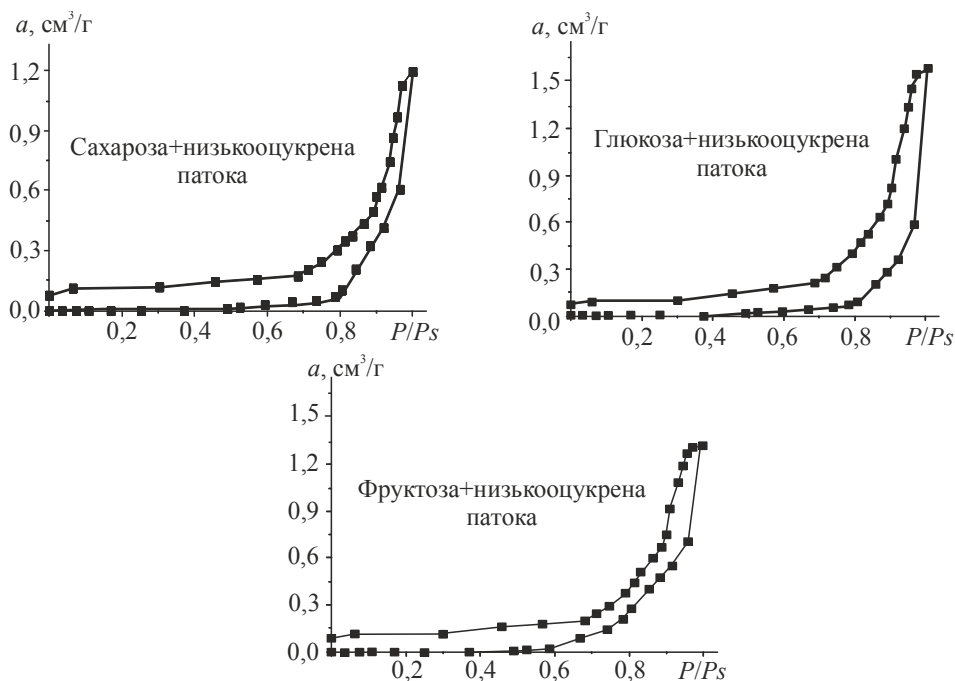


Рис. 1. Криві сорбції-десорбції карамелі з використанням низькооцукреної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі

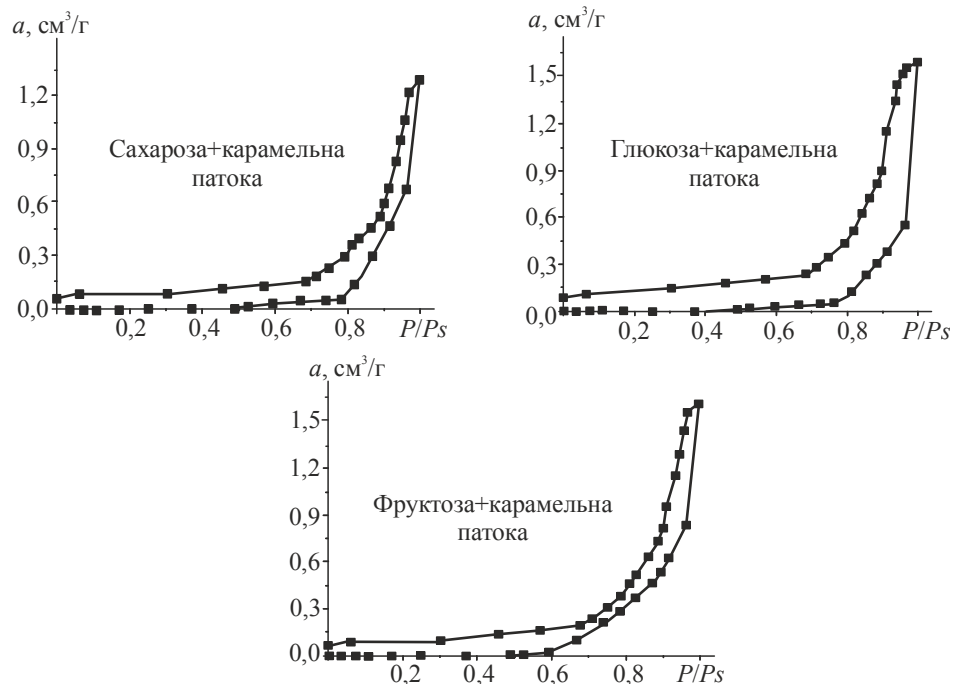


Рис. 2. Криві сорбції-десорбції карамелі з використанням карамельної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі

Таблиця 8. Значення рівноважної вологості карамелі з використанням карамельної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі за значеннями ізотерм сорбції-десорбції

Назва	Значення рівноважної вологості, %					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25\%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 25 \dots 75\%$ $a_w = 0,25 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 75 \dots 100\%$ $a_w = 0,75 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Сахароза	0,0—0,0	8,0—16,0	0,0—3,0	16,0—18,0	3,0—133,0	133,0—18,0
Глюкоза	0,0—0,0	7,5—10,0	0,0—3,0	10,0—13,0	4,0—154,0	154,0—13,0
Фруктоза	0,0—0,0	7,0—8,0	0,0—18,0	8,0—22,0	18,0—165,0	165,0—22,0

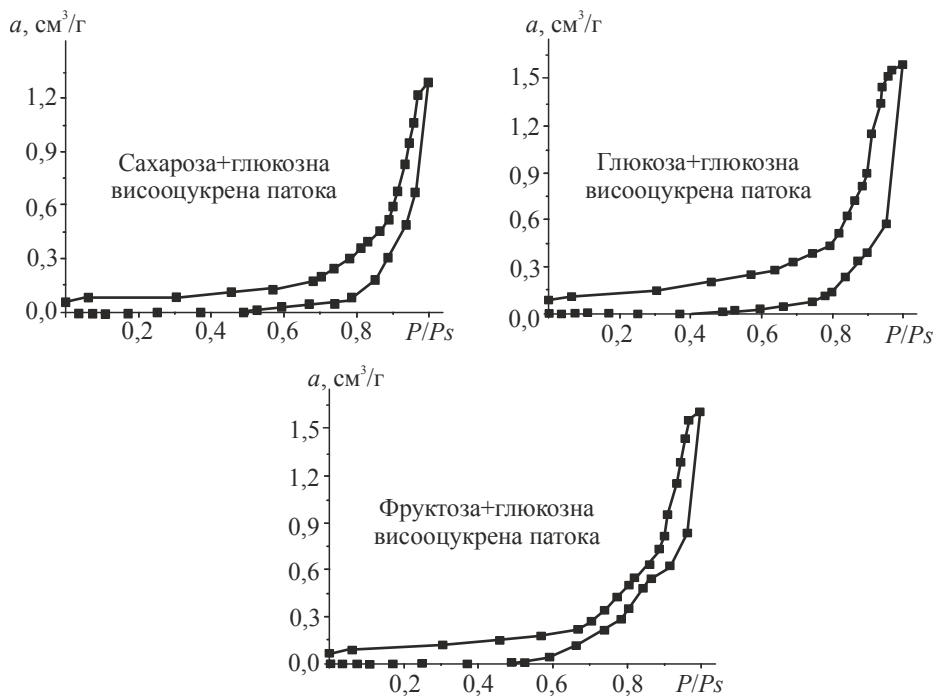


Рис. 3. Криві сорбції-десорбції карамелі з використанням глюкозної висооцукреної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі

Таблиця 9. Значення рівноважної вологості карамелі з використанням глюкозної висооцукреної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі за значеннями ізотерм сорбції-десорбції

Назва	Значення рівноважної вологості, %					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25\%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 25 \dots 75\%$ $a_w = 0,25 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 75 \dots 100\%$ $a_w = 0,75 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Сахароза	0,0—0,0	8,0—17,0	0,0—4,5	17,0—20,0	5,0—130,0	130,0—20,0
Глюкоза	0,0—0,0	8,0—10,0	0,0—5,0	10,0—13,0	4,5—155,0	155,0—13,0
Фруктоза	0,0—0,0	8,0—8,5	0,0—20,0	9,0—25,0	20,0—163,0	163,0—25,0

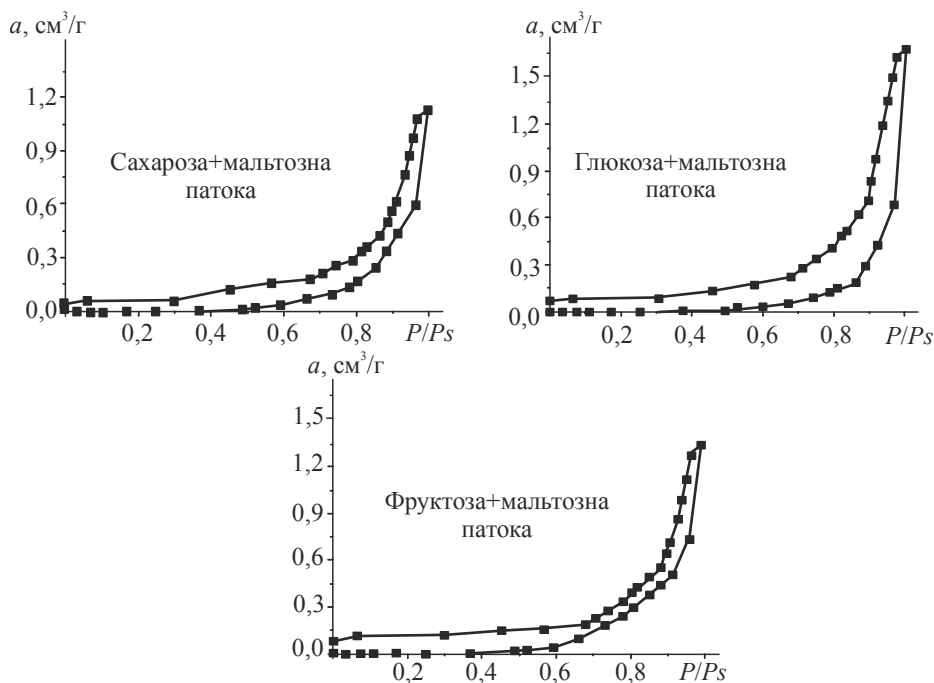


Рис. 4. Криві сорбції-десорбції карамелі з використанням мальтозної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі

Таблиця 10. Значення рівноважної вологості карамелі з використанням мальтозної патоки на сахарозі, глюкозі, фруктозі за значеннями ізотерм сорбції-десорбції

Назва	Значення рівноважної вологості, %					
	Перша зона $\varphi = 0 \dots 25\%$ $a_w = 0,0 \dots 0,25$		Друга зона $\varphi = 25 \dots 75\%$ $a_w = 0,25 \dots 0,75$		Третя зона $\varphi = 75 \dots 100\%$ $a_w = 0,75 \dots 1,0$	
	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція	Сорбція	Десорбція
Сахароза	0,0—0,0	5,0—5,0	0,0—7,0	5,0—28,0	5,0—118,0	118,0—28,0
Глюкоза	0,0—0,0	5,0—8,0	0,0—8,0	8,0—14,0	8,0—165,0	165,0—14,0
Фруктоза	0,0—0,0	9,0—10,0	0,0—22,0	10,0—23,0	22,0—140,0	140,0—23,0

Аналіз отриманих даних показав, що рівноважна вологість карамелі при $a_w = 0,75$ ($\varphi = 75\%$), виготовленої на сахарозі та низькооцукреній і карамельній патоці, відповідає вологості готової карамелі згідно з рецептурою, яка дорівнює $2 \pm 1\%$.

При використанні глюкозної високооцукреної і мальтозної патоки рівноважна вологість карамелі на сахарозі при $a_w = 0,75$ ($\varphi = 75\%$) не відповідає вологості карамельної маси згідно з традиційною рецептурою. І це вразує на те, що при необхідності використання глюкозної високооцукреної та мальтозної патоки при виробництві карамелі потрібно розробляти нові рецептури.

Дослідження сорбційних властивостей карамелі, виготовленої на глюкозі і різних видах патоки, показали, що вони практично відповідають сорбційним

властивостям карамелі, виготовленої на сахарозі. Карамель на глюкозі з використанням низькооцукреної і карамельної патоки має рівноважну вологість при $a_w = 0,75$ ($\varphi = 75\%$) приблизно 3%, тобто відповідає вологості традиційної карамельної маси. Сорбційні властивості карамельної маси на глюкозі з використанням глюкозної високооцукреної і мальтозної патоки аналогічні властивостям карамельної маси на сахарозі. Проведені дослідження вказують на те, що карамель, виготовлена на глюкозі, має практично однакову гігроскопічність, що й карамель на сахарозі.

Приготування карамельної маси на фруктозі з використанням різних видів патоки показує її високу гігроскопічність. Так, при виготовленні карамельної маси на фруктозі з використанням низькооцукреної патоки рівноважна вологість при $a_w = 0,75$ ($\varphi = 75\%$) становить 11,%, карамельної патоки — 18,0%, глюкозної високооцукреної — 20,0%, мальтозної — 22,0%. Це вказує на те, що така карамель матиме досить високу гігроскопічність і за необхідності використання фруктози карамель після формування й охолодження необхідно відразу поштучно загортати у вологонепроникну тару, а потім фасувати у пакети з вологонепроникної тари по 100 або 200 г.

Висновки

Проведений нами комплекс досліджень з визначення впливу сахарози, глюкози та фруктози, а також різних видів крохмальної патоки (низькооцукреної, карамельної, глюкозної високооцукреної та мальтозної) на якість карамельної маси і готової карамелі підтвердив можливість використання різних видів крохмальної патоки при виробництві карамелі на сахарозі. Однак визначено незначні відмінності у тривалості уварювання карамельної маси. Так, тривалість уварювання карамельної маси на сахарозі і мальтозній патоці скорочується на 5% порівняно з карамельною масою на сахарозі і низькооцукреній патоці. Розтікання карамельної маси, виготовленої на сахарозі і мальтозній патоці, на 4% збільшується порівняно з масою, виготовленою на низькооцукреній патоці.

При визначенні сорбційних властивостей встановлено, що рівноважна вологість карамельної маси на сахарозі та низькооцукреній і карамельній патоці відповідає вимогам, зазначеним у держаному стандарті, а при використанні глюкозної високооцукреної та мальтозної патоки рівноважна вологість буде вищою за вологість традиційної карамельної маси. Це потребує її пакування у вологонепроникну тару.

Вперше було визначено можливість використання глюкози у виробництві карамелі і встановлено, що карамельна маса і готова карамель за своїми властивостями аналогічна, за винятком вмісту редуруючих речовин, карамелі на сахарозі. Виробництво карамелі на глюкозі потребує введення змін у ДСТУ 3893-99 «Карамель. Загальні технічні умови» стосовно вмісту редууючих речовин.

Досліди показали, що карамель на фруктозі з використанням різних видів патоки дуже гігроскопічна і потребує особливої уваги при пакуванні з урахуванням її властивостей. Також у разі виробництва карамелі на фруктозі, як і

при виробництві карамелі на глюкозі, необхідно вносити зміни в нормативну документацію стосовно масової частки редукуючих речовин.

Література

1. ДСТУ 3893-99. Карамель. Загальні технічні умови. — Вид. офіц. — Київ : Держспоживстандарт України, 2001. — 14 с.
2. Магомедов Г.О. Технология карамели: учеб. пособ. / Г.О. Магомедов, А.Я. Олейникова, И.В. Плотникова, А.Ф. Брехов. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2008.—216 с.
3. *Sinnott L.M. Carbohydrate Chemistry and Biochemistry. Structure and Mechanism / M.L. Sinnott. — Cambridge : RSC Publishing, 2007. —705 p.*
4. Полумбрик М.О. Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М.О. Полумбрик. — Київ : Академперіодика, 2011. — 487 с.
5. ДСТУ 4498:2005. Патока крохмальна. Загальні технічні умови. — Вид. офіц. — Київ : Держспоживстандарт України, 2006. — 25 с.

THE SIZE AND MORPHOLOGICAL FEATURES OF GRAINS OF NATIVE STARCH OF DIFFERENT BOTANICAL ORIGIN

A. Zabolotec, A. Ermakov

Belarusian National Technical University

V. Litvyak

Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus

Key words:

Starch
Grains
Size
Morphology

Article history:

Received 15.01.2018
Received in revised form
03.02.2018
Accepted 23.02.2018

Corresponding author:

A. Zabolotec
E-mail:
tiro@bntu.by

ABSTRACT

The sizes and morphological features of the seeds of native starch of different botanical origin isolated from plants of *Solanum tuberosum* L., *Zea mays* L., *Manihot utilissima* L. and *Manihot palmate* L., *Red leoti* L., genus *Triticum*, Triticale, *Secale cereale* L., *Hordeum vulgare* L., *Avena sativa* L., *Oryza sativa* L., *Pisum sativum* L., *Amaranthus tricolor* L., *Cicer arietinum* L. are investigated in the paper. The main structural characteristic of the structure of native starch that is a natural polymer in which the monomers (α -D-glucopyranose residues) are bound by α -(1 \rightarrow 4)- and α -(1 \rightarrow 6)-glucoside bonds, forming amylose (polysaccharide of linear structure) and amylopectin (polysaccharide of branched structure) which is responsible for its physical-chemical properties is a starch corn (granule). Modern methods of obtaining native starch from plant raw materials of different botanical origin are analyzed. A wide variety of forms of starch grains was found to be regularly and irregularly oval, round, polyhedral. The dimensions of the starch grains ranged from 60,0 to 0,5 microns. The plant *Solanum tuberosum* L. is noted to have maximal sizes of starch grains., and *Amaranthus tricolor* L. — minimal sizes. Depending on the average size, starch grains can be arranged in a row due to the decreasing order: potato (21,7 \pm 1,22 microns), rye (21,2 \pm 2,36 microns), pea (20,4 \pm 2,57 microns), nutaceous (14,8 \pm 0,93 microns), tritical (13,2 \pm 1,75 μ m), wheat (12,4 \pm 1,90 microns), sorghum (11,0 \pm 0,76 microns), barley (10,9 \pm 1,15 microns), tapioca (10,6 \pm 0,50 microns), corn (9,8 \pm 0,42 micron), oatmeal (7,39 \pm 0,87 microns), rice (5,3 \pm 0,29 microns), amaranth (1,1 \pm 0,04 microns). The largest size of starch grains was found in potato starch, and the smallest — in amaranth starch. It has been established that 7 native starches (sorghum, barley, oat, pea, chickpea, amaranth and corn) have monomodal distribution of starch grains in size (1-fractional), 4 (wheat, tritical, potato and tapioca) — bimodal (2-fractional), 2 (rye and rice) — trimodal (3-fractional). The gelatinization temperature, the amount of bound and free moisture, the viscosity of the starch paste, the ratio of starch fractions, the color of the iodine test, and other physical-chemical properties determine the specifics of the size and shape of the starch grains.

DOI: 10.24263/2225-2924-2018-24-1-31

РАЗМЕРЫ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗЕРЕН НАТИВНОГО КРАХМАЛА РАЗНОГО БОТАНИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.А. Заболотец, А.И. Ермаков

Белорусский национальный технический университет

В.В. Литвяк

Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию

В статье исследованы размеры и морфологические особенности зерен нативного крахмала разного ботанического происхождения, выделенного из растений *Solanum tuberosum* L., *Zea mays* L., *Manihot utilissima* L. и *Manihot palmate* L., *Red leoti* L., *рода Triticum*, *Tritikale*, *Secale cereale* L., *Hordeum vulgare* L., *Avena sativa* L., *Oryza sativa* L., *Pisum sativum* L., *Amaranthus tricolor* L., *Cicer arietinum* L. Основной структурной характеристикой строения нативного крахмала — природного полимера, в котором мономеры (остатки α -D-глюкопиранозы) связаны α -(1 \rightarrow 4)- и α -(1 \rightarrow 6)-глюкозидными связями, образуя амилозу (полисахарид линейного строения) и амилопектин (полисахарид разветвленного строения), обуславливающей его физико-химические свойства, является крахмальное зерно (гранула). Проанализированы современные способы получения нативного крахмала из растительного сырья разного ботанического происхождения. Выявлено большое разнообразие форм крахмальных зерен правильной и неправильной овальной, округлой, многогранной формы.

Размеры крахмальных зерен колебались пределах 60,0—0,5 мкм. Максимальные размеры крахмальных зерен отмечены у растения *Solanum tuberosum* L., а минимальный — у *Amaranthus tricolor* L. В зависимости от среднего размера крахмальные зерна можно расположить в ряд по уменьшению: картофельный (21,7 \pm 1,22 мкм), ржаной (21,2 \pm 2,36 мкм), гороховый (20,4 \pm 2,57 мкм), нутовой (14,8 \pm 0,93), тритикалевый (13,2 \pm 1,75 мкм), пшеничный (12,4 \pm 1,90 мкм), сорговый (11,0 \pm 0,76 мкм), ячменный (10,9 \pm 1,15 мкм), тапиоковый (10,6 \pm 0,50 мкм), кукурузный (9,8 \pm 0,42 мкм), овсяный (7,39 \pm 0,87 мкм), рисовый (5,3 \pm 0,29 мкм), амарантовый (1,1 \pm 0,04 мкм). Наибольший размер крахмальных зерен был отмечен у картофельного крахмала, а наименьший размер — у амарантового крахмала.

Установлено, что у семи нативных крахмалов (соргового, ячменного, овсяного, горохового, нутowego, амарантового и кукурузного) распределение крахмальных зерен по размерам мономодальное (1-фракционное), у четырех (пшеничного, тритикалевого, картофельного и тапиокового) — бимодальное (2-фракционное), у двух (ржаного и рисового) — тримодальное (3-фракционное). Температура клейстеризации, количество связанной и свободной влаги, вязкость крахмального клейстера, соотношение крахмальных фракций, цвет йодной пробы и другие физико-химические свойства обуславливаются (определяются) особенностями размера и формы крахмальных зерен.

Ключевые слов: крахмал, зерна, размер, морфология.

Постановка проблемы. Ассортимент продукции крахмало-паточного производства довольно велик и составляет несколько сот наименований [1—10]. В качестве основного сырья при получении крахмала и крахмал-продуктов используют картофель, кукурузу, пшеницу, рожь, ячмень, рис, гречиху, тапиоку и др. Кроме нативного крахмала вырабатываются патоки различного углеводного состава (низкоосахаренная, карамельная, высокоосахаренная, мальтозная, декстрин-мальтозная), мальтоза, мальтин, кристаллическая глюкоза, а также глюкозные, глюкозо-фруктозные и фруктозные сиропы. Выпускается большой ассортимент модифицированных крахмалов и декстринов [1—10].

Крахмал и крахмалопродукты играют важную роль в народном хозяйстве [1—8]. Они широко используются во многих отраслях пищевой промышленности: кондитерской, хлебопекарной, консервной, пищевконцентратной, молочной, мясной, а также в текстильной, бумажной, кожевенной, полиграфической, фармацевтической промышленности, в металлургии, в быту. Кроме того, крахмал и его производные применяют в химической промышленности при производстве сорбита, молочной кислоты, глицерина, ацетона, бутанола, лаков, различных плёнок и т.д.

При разработке современных технологий глубокой переработке растительного крахмалосодержащего сырья (технологии получения нативных и модифицированных крахмалов) важнейшим аспектом является изучение размеров и морфологической структуры крахмальных зерен.

Цель статьи: исследование размеров и морфологических особенностей зерен нативного крахмала разного ботанического происхождения.

Объект и методы исследования. Объектом исследований являлись нативные крахмалы: картофельный по ГОСТ 7699 [9], кукурузный по ГОСТ 7697 [10], тапиоковый по техническому нормативному правовому акту (ТНПА), пшеничный по ТНПА, рисовый по ТНПА, ржаной по ТНПА, гороховый по ТНПА, амарантовый по ТНПА, ячменный по ТНПА, сорговый по ТНПА, тритикалевый по ТНПА.

Сканирующие электронные микрофотографии зерен крахмала получены при помощи сканирующего (растрового) электронного микроскопа LEO 1420 (Германия).

Металлизацию препаратов нативного крахмала осуществляли золотом в вакуумной установке ЕМТЕСН К 550Х.

Размеры зерен крахмала оценивались с использованием компьютерных средств по общепринятым методикам. С помощью MS Excel рассчитаны средние значения размеров крахмальных гранул и определены границы доверительного интервала, а также построены графики распределения крахмальных зерен по размеру [11].

Результаты и их обсуждение. Зерна нативного крахмала, выделенные из растительных клеток различного ботанического происхождения, значительно различаются как по форме, так и по размерам, что во многом определяет технологические особенности получения крахмала, его дальнейшую, при необходимости, модификацию и последующее использование [12—14].

Сканируючі електронні мікрофотографії зерен нативного крохмала різного ботанічного походження (картофельного, кукурудзяного, тапиокового, пшеничного, рисового, ржаного, горохового, амарантового, ячмінного, соргового, тритикалевого) представлені на рис. 1—4.

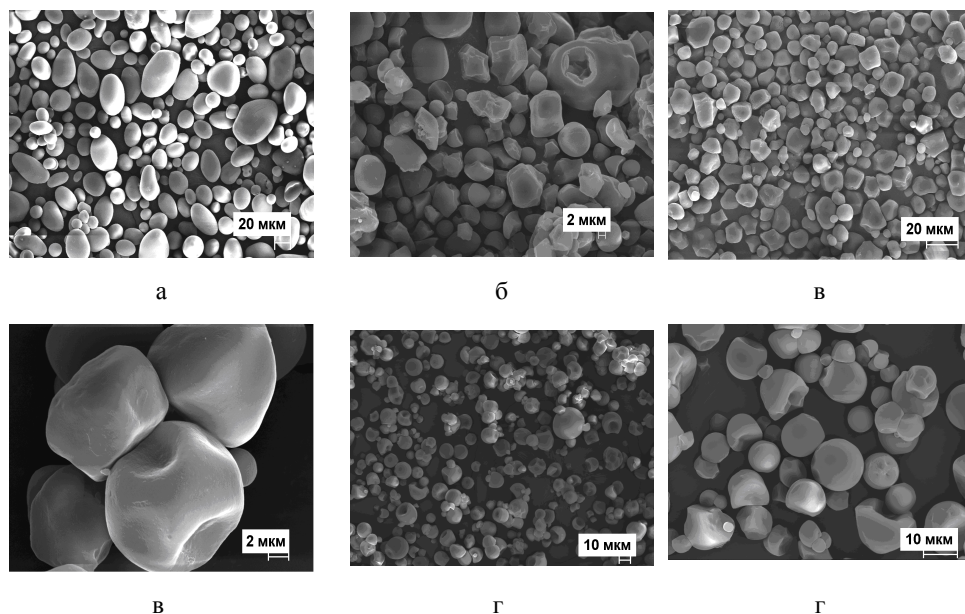


Рис. 1. Сканируючі електронні мікрофотографії зерен нативного крохмала: а — картофельний, б — овсяний, в — кукурудзяний, г — тапиоковий

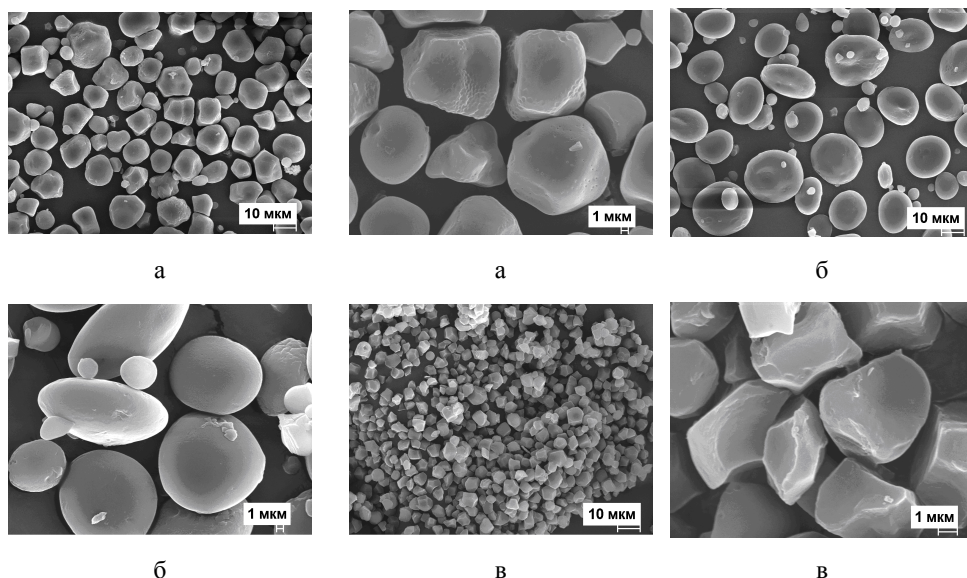


Рис. 2. Сканируючі електронні мікрофотографії зерен нативного крохмала: а — сорго, б — пшеничний, в — рисовий

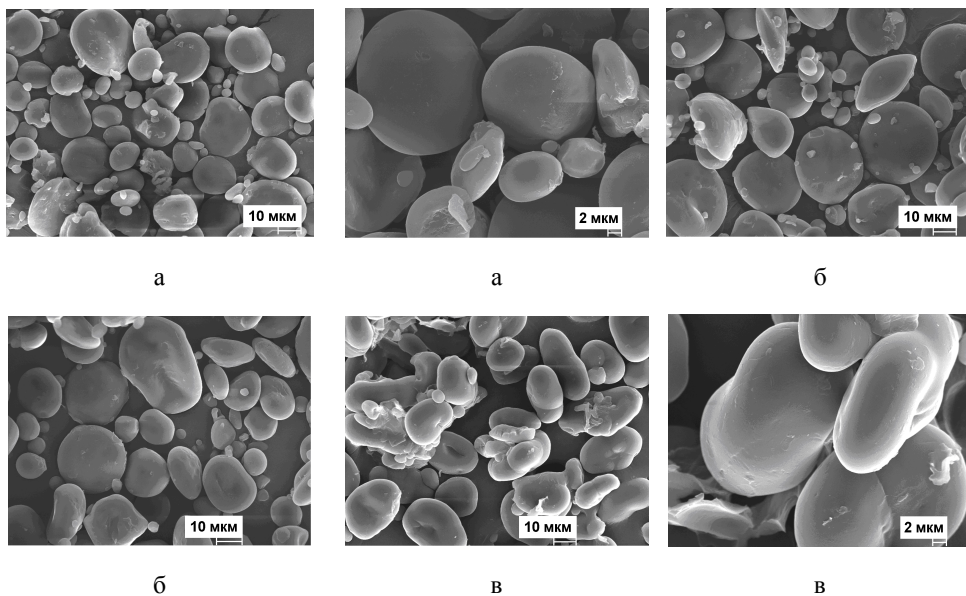


Рис. 3. Сканирующие электронные микрофотографии зерен нативного крахмала: а — тритикале, б — ржаной; в — гороховый

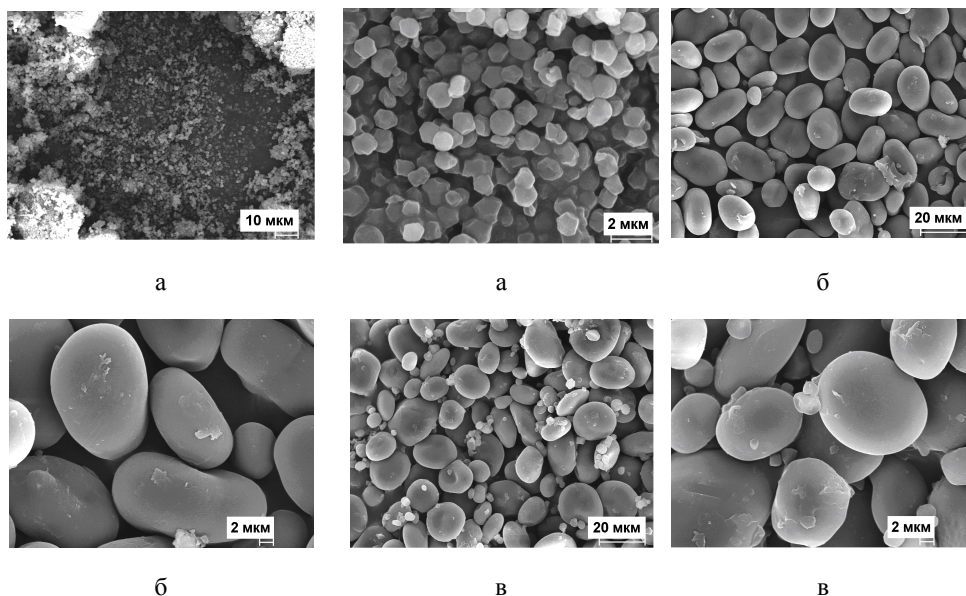


Рис. 4. Сканирующие электронные микрофотографии зерен нативного крахмала: а — амарантовый, б — нутовый, в — ячменный

На рис. 5 и 6 показан гранулометрический анализ зерен нативного крахмала разного ботанического происхождения (распределение зерен нативного крахмала по размерам).

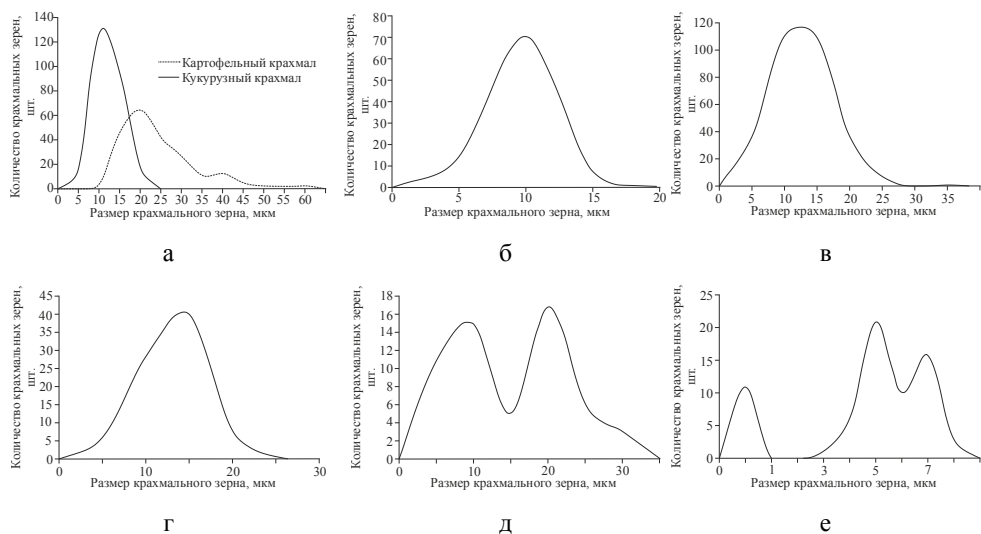


Рис. 5. Гранулометрический анализ зерен нативного крахмала:
 а — картофельный и кукурузный, в — овсяный, в — тапиоковый, г — сорго,
 д — пшеничный, е — рисовый

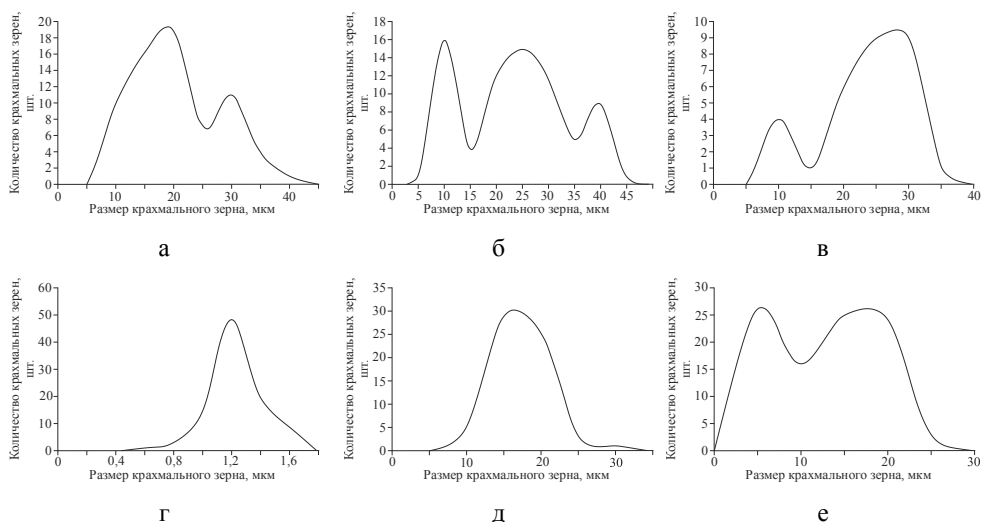


Рис. 6. Гранулометрический анализ зерен нативного крахмала:
 а — тритикале, б — ржаной, в — гороховый, г — амарантовый, д — нутовой,
 е — ячменный

Гранулометрический анализ зерен нативного крахмала проведен на основании результатов, приведенных в таблице, где показаны средний, минимальный и максимальный размеры зерен нативных крахмалов разного ботанического происхождения с особенностями статистической обработки исследованной выборки.

Таблица 1. Морфологическая характеристика нативных крахмалов различного ботанического происхождения

Параметры	Нативные крахмалы						
	1	2	3	4	5	6	
$d_{\text{сред.}}$	21,2	12,4	13,2	11,0	10,9	5,3	
Стандартная ошибка	1,19	0,97	0,88	0,38	0,58	0,15	
Медиана	21,8	11,3	12,7	11,0	11,4	5,2	
Мода	22,4	2,8	13,1	12,2	4,5	4,1	
Стандартное отклонение	10,27	7,31	7,24	3,49	5,63	1,11	
Дисперсия выборки	105,4	53,5	52,48	12,19	31,72	1,23	
Экссесс	-0,9	-1,27	-0,67	0,16	-1,34	-0,59	
Асимметричность	0,1	0,26	0,51	0,09	0,1	0,06	
Интервал	37,9	24,3	26,7	18,2	18,4	5,2	
d_{min}	4,9	2,8	4,0	3,5	3,0	2,7	
d_{max}	42,8	27,1	30,7	21,7	21,4	7,9	
Уровень надежности (95,0%)	2,36	1,90	1,75	0,76	1,15	0,29	
Верхняя граница	23,5	14,3	15	11,7	12,1	5,6	
Нижняя граница	18,8	10,5	11,5	10,2	9,8	5	
Параметры	Нативные крахмалы						
	7	8	9	10	11	13	
$d_{\text{сред.}}$	20,4	14,8	1,1	10,6	21,7	9,8	7,39
Стандартная ошибка	1,25	2,46	0,02	0,26	0,62	0,21	0,43
Медиана	20,8	14,5	1,1	10,1	19,0	9,7	6,57
Мода	н/д	15,8	1,2	8,8	17,1	12,7	5,09
Стандартное отклонение	6,87	3,69	0,18	4,43	8,99	3,38	2,56
Дисперсия выборки	47,22	13,59	0,03	19,63	80,88	11,44	6,57
Экссесс	0,02	0,17	0,71	0,66	2,2	-0,49	0,66
Асимметричность	-0,74	0,07	-0,32	0,54	1,4	0,37	1,04
Интервал	26,3	19,6	1,0	28,4	52,3	15,5	10,96
d_{min}	6,1	6,0	0,5	2,8	7,7	3,6	3,96
d_{max}	32,3	25,6	1,5	31,2	60,0	19,2	14,91
Уровень надежности (95,0%)	2,57	0,93	0,04	0,50	1,22	0,42	0,87
Верхняя граница	23,0	15,7	1,2	11,1	22,9	10,2	8,25
Нижняя граница	17,8	13,9	1,1	10,1	20,5	9,3	6,52

Примечание: 1 — ржаной, 2 — пшеничный, 3 — тритикалевый, 4 — сорговый, 5 — ячменный, 6 — рисовый, 7 — гороховый, 8 — нутовый, 9 — амарантовый, 10 — тапиоковый, 11 — картофельный, 12 — кукурузный, 13 — овсяный.

Анализ морфологической характеристики зерен нативных крахмалов показал, что крахмальные зерна имеют преимущественно следующую форму: у ржаного и ячменного — овальную и округлую, у пшеничного и тритикалевого — правильную овальную и округлую, у горохового и картофельного — неправильную овальную, у овсяного и тапиокового — неправильную округлую, у рисового и кукурузного — неправильную многогранную, у соргового — овальную и многогранную, у нутового — правильную овальную, у амарантового — многогранную (рис. 1—4).

Установлено, що середній розмір зерен нативного ржаного, пшеничного, тритикалевого, соргового, ячменного, рисового, горохового, нутового, амарантового, тапиокового, картофельного, кукурузного, овсяного відповідно, становить: 21,2 ($\pm 2,36$); 12,4 ($\pm 1,90$); 13,2 ($\pm 1,75$); 11,0 ($\pm 0,76$); 10,9 ($\pm 1,15$); 5,3 ($\pm 0,29$); 20,4 ($\pm 2,57$); 14,8 ($\pm 0,93$); 1,1 ($\pm 0,04$); 10,6 ($\pm 0,50$); 21,7 ($\pm 1,22$); 9,8 ($\pm 0,42$); 7,39 ($\pm 0,87$) мкм (табл. 1). При цьому мінімальний і максимальний розмір зерен нативного ржаного, пшеничного, тритикалевого, соргового, ячменного, рисового, горохового, нутового, амарантового, тапиокового, картофельного, кукурузного коливався в межах: 4,9—42,8; 2,8—27,1; 4,0—30,7; 3,5—21,7; 3,0—21,4; 2,7—7,9; 6,1—32,3; 6,0—25,6; 0,5—1,5; 2,8—31,2; 7,7—60,0; 3,6—19,2; 3,96—14,91 мкм (табл. 1).

Всі досліджані нативні крохмалі в залежності від середнього розміра крохмальних зерен можна розпорядити в ряд по зменшенню (\rightarrow): картофельний \rightarrow ржаной \rightarrow гороховий \rightarrow нутовий \rightarrow тритикалевий \rightarrow пшеничний \rightarrow сорговий \rightarrow ячменний \rightarrow тапиоковий \rightarrow кукурузний \rightarrow овсяний \rightarrow рисовий \rightarrow амарантовий. Найбільший розмір крохмальних зерен був відзначений у картофельного крохмала, а найменший розмір — у амарантового крохмала.

У семи типів нативних крохмалів (соргового, ячменного, овсяного, горохового, нутового, амарантового і кукурузного) розподілення крохмальних зерен по розмірам моноmodalне (чітко виділена одна фракція), у чотирьох типів нативних крохмалів (пшеничного, тритикалевого, картофельного і тапиокового) розподілення крохмальних зерен по розмірам біmodalне (двухфракційне), а у двох типів нативних крохмалів (ржаного і рисового) розподілення крохмальних зерен по розмірам триmodalне (трьохфракційне) (рис. 5 і 6).

Крохмалосодержачим сир'єм для отримання нативного картофельного крохмала являються клубней рослин картофеля *Solanum tuberosum* L., нативного кукурузного (маисового) крохмала — зерна рослини кукурузи *Zea mays* L., нативного тапиокового крохмала — клубней рослин *Manihot utilissima* L. і *Manihot palmate* L., натового соргового крохмала — рослини восковидного сорго *Red leoti* L., нативного пшеничного крохмала — зерна рослин роду *Triticum*, нативного тритикалевого крохмала — зерна злакового рослини тритикале (*Tritikale*, від лат. *triticum* — пшениця і від лат. *secale* — рожь) — гібрид пшениці і ржи, нативного ржаного крохмала — зерен рослин *Secale cereale* L., нативного ячменного крохмала — зерна рослини *Hordeum vulgare* L., нативного овсяного крохмала — зерна рослини овса посівного *Avena sativa* L., нативного рисового крохмала — зерен рослин риса *Oryza sativa* L., нативного горохового крохмала — рослини гороха посівного *Pisum sativum* L., нативного амарантового крохмала — рослини щириці трьохцветной *Amaranthus tricolor* L. або інших рослин роду *Amaranthus*, нативного нутового крохмала — рослини нута культурного *Cicer arietinum* L.

Нативний крохмал — природний полімер, в якому мономерні (остатки α -D-глюкопіранози) зв'язані α -(1 \rightarrow 4)- і α -(1 \rightarrow 6)-глюкозидними зв'язями, утворюючи амілозу (полісахарид лінійного будови) і амілопектин (полісахарид розгалуженого будови). Крохмальні фракції (амілоза і амілопектин) компактно упаковані в крохмальні зерна (або гранули) [1—3; 6—7; 12].

Источник крахмалосодержащего сырья и особенности структурной организации нативного крахмала во многом определяют технологические приемы, применяемые для максимально полного и щадящего извлечения зерен нативного крахмала из растительной клетки. Для получения нативного крахмала требуется подготовить к переработке растительное крахмалосодержащее сырье, разрушить растительную клетку, извлечь нативный крахмал, отмыть его при помощи чистой воды от сопутствующих примесей, обезвожить, высушить, расфасовать и упаковать. Так, известны способы переработки картофеля на крахмал с использованием разнообразных технологических схем, оснащенных различными видами применяемого для этих целей технологического оборудования. Однако независимо от аппаратного оформления каждый из этих способов включает стадии производства, которые свойственны всем современным технологиям производства картофельного крахмала: подготовка картофеля к переработке, измельчение, выделение картофельного (клеточного) сока и мезги, очистка крахмала, его обезвоживание и сушка [1; 3; 6; 7].

В настоящее время наиболее рациональным считается способ получения нативного картофельного крахмала, предусматривающий подготовку к переработке и измельчение крахмалосодержащего сырья, использование многоступенчатой гидроциклонной установки, на которой осуществляются операции разделения тонкоизмельченного крахмалосодержащего сырья на крахмальную суспензию и смесь мезги с другими побочными продуктами, а также впоследствии осуществляют частичное сгущение крахмальной суспензии, с последующим обезвоживанием, сушкой удалением металломагнитных примесей, фасовкой, упаковкой, маркировкой и транспортированием крахмала [7; 15].

Способы переработки зерна кукурузы на крахмал, предусматривающий пять обязательных стадий: предварительное размягчение структуры зерна кукурузы путем замачивания его в кислой среде, выделение и промывание зародыша, выделение и промывание мезги, выделение и концентрирование белка, промывание крахмала и его сушка [7; 15].

Наиболее оптимальным способом максимально возможно усовершенствовать технологию извлечения нативного крахмала, а также во многом отказаться от технологий химической модификации является использование (учитывание) в технологиях глубокой переработки крахмалосодержащего растительного сырья основополагающего научного принципа, который гласит что «структура вещества определяет (обуславливает) проявляемые им свойства».

Согласно полученных нами результатов, а также известных данных [1; 6; 7; 12—14] крахмальные зерна имеют овальную, сферическую или неправильную форму, их диаметр колеблется в пределах 0,001—0,2 мм. Крахмальные зерна разделяются на простые и сложные: простые зерна представляют собой однородные образования; сложные — сочетание более мелких частиц. Плотность крахмала равна в среднем $1,5 \text{ кг/м}^3$ [3].

На основании анализа особенностей строения нативного крахмала можно сделать предположение, что основной структурной характеристикой строения нативного крахмала, обуславливающей его свойства, является крахмальное зерно (гранула). Так, особенности размера и формы крахмальных зерен

обуславлюють (определяют) проявление следующих свойств (характеристик) крахмала:

- количество связанной влаги (чем больше крахмальная гранула, тем больше связанной влаги имеется в крахмале и наоборот);

- температуру клейстеризации (чем больше крахмальная гранула, тем меньше температура ее клейстеризации и наоборот);

- соотношение крахмальных фракций разветвленной фракции амилопектина и линейной амилозы (формирование крахмальной гранулы обусловлено взаимодействием линейных участков амилопектина друг с другом или с амилозой);

- реологические характеристики крахмального клейстера (вязкость крахмального клейстера обусловлена соотношением крахмальных фракций амилопектина и амилозы).

Температура клейстеризации, количество связанной влаги, вязкость крахмального клейстера, соотношение крахмальных фракций, цвет йодной пробы и другие физико-химические свойства обуславливают (определяют) особенности размера и формы крахмальных зерен.

Выводы

1. Основной структурной характеристикой строения нативного крахмала, обуславливающей его физико-химические свойства, является крахмальное зерно (гранула).

2. Выявлено большое разнообразие форм крахмальных зерен. Были идентифицированы крахмальные зерна правильной и неправильной овальной, округлой, многогранной формы.

3. Размеры крахмальных зерен колебались в следующих пределах: 60,0—0,5 мкм. Исследованные нативные крахмалы в зависимости от среднего размера крахмальных зерен можно расположить в ряд по уменьшению (мкм): картофельный (21,7±1,22), ржаной (21,2±2,36), гороховый (20,4±2,57), нутовый (14,8±0,93), тритикалевый (13,2±1,75), пшеничный (12,4±1,90), сорговый (11,0±0,76), ячменный (10,9±1,15), тапиоковый (10,6±0,50), кукурузный (9,8±0,42), овсяный (7,39±0,87), рисовый (5,3±0,29), амарантовый (1,1±0,04). Наибольший размер крахмальных зерен был отмечен у картофельного крахмала, а наименьший размер — у амарантового крахмала.

4. Установлено, что у семи нативных крахмалов (соргового, ячменного, овсяного, горохового, нутового, амарантового и кукурузного) распределение крахмальных зерен по размерам мономодальное (1-фракционное), у четырех (пшеничного, тритикалевого, картофельного и тапиокового) — бимодальное (2-фракционное), у двух (ржаного и рисового) — тримодальное (3-фракционное).

Литература

1. Ловкис З.В. Технология крахмала и крахмалопродуктов: Учеб. пособ. / З.В. Ловкис, В.В. Литвяк, Н.Н. Петюшев; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию». — Минск : Асобны, 2007. — 178 с.

2. Полумбрик М.О. Углеводы в пищевых продуктах / М.О. Полумбрик, В.В. Литвяк, З.В. Ловкис, В.Н. Ковбаса. — Минск: ИВЦ Минфина, 2016. — 592 с.

3. Справочник по крахмало-паточному производству / Д.Р. Абрагам [и др.]; под ред. Е.А. Штырковой, М.Г. Губина. — Москва : Пищевая промышленность, 1978. — 430 с.

4. Крахмал и крахмалопродукты / Н.Г. Глюк, А.И. Жушман, Т.А. Ладур, Е.А. Штыркова. — Москва : Агропромиздат, 1985. — 240 с.
5. Химия и технология крахмала: Промышленные вопросы: пер. с англ.: под ред. Роя Л. Уилстера и Энжена Ф. Пашаля. — Москва : Пищ. пром-сть, 1975. — 360 с.
6. *Kerr P.V.* Химия и технология крахмала / Р.В. Керр, Ж.В. Цезар, Л.М. Кристенсен и др.; под ред. Р.В. Керра; пер. с англ. — Москва : Пищепромиздат, 1956. — 579 с.
7. *Андреев Н.Р.* Основы производства нативных крахмалов. — Москва : Изд.: Пищепромиздат, 2001. — С. 289.
8. *Жушман А.И.* Модифицированные крахмалы / А.И. Жушман. — Москва: Пищепромиздат, 2007. — 236 с.
9. Крахмал картофельный. Технические условия: ГОСТ 7699-78. — Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 18.10.1978 № 2709. — Москва, 1978. — 6 с.
10. Крахмал кукурузный. Технические условия: ГОСТ 7697-82. — Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 12.02.1982 № 584. — Москва, 1982. — 5 с.
11. *Рокицкий П.Ф.* Биологическая статистика / П.Ф. Рокицкий. — Минск, Выш. шк., 1973. — 320 с.
12. *Кретович В.Л.* Биохимия растений: учеб. / В.Л. Кретович. — Москва: Высш. шк., 1986. — 503 с.
13. *Литвяк В.В.* Атлас: морфология полисахаридов / В.В. Литвяк, Г.Х. Оспанкулова, Д.А. Шаймерденова, Н.К. Юркштович, С.М. Бутрим, Ю.Ф. Росляков. — Астана : ТОО «EDIGE», 2016. — 335 с.
14. *Литвяк В.В.* Крахмал и крахмалопродукты: монография / В.В. Литвяк, Ю.Ф. Росляков, С.М. Бутрим, Л.Н. Козлова; под ред. д-ра техн. наук, профессора Ю.Ф. Рослякова. — Краснодар : Изд. ФГБОУВПО «КубГТУ», 2013. — 204 с.
15. *Костенко В.Г.* Производство крахмала / В.Г. Костенко, А.Е. Овчинников, В.М. Горбатов. — Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. — 200 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 роздрукувань на папері формату А4 (поля з усіх сторін по 2 см, Time New Roman, кегль 14, інтервал 1,5) та електронної версії (редактор Microsoft Word). У тексті статті не повинно бути порожніх рядків. Між словами допускається лише один пробіл. Усі сторінки тексту мають бути пронумеровані. Обсяг статті має бути не менший 15 тис. знаків і не перевищувати 24 тис. знаків (як виняток, не більше 40 тис. знаків).

ПОСЛІДОВНІСТЬ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТАТТІ

1. Індекс УДК.
2. Назва статті (англійською та українською мовами).
3. Ініціали та прізвища авторів англійською та українською мовами (не більше чотирьох авторів).
4. Анотація англійською та українською мовами (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.