



2016

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 22 № 3

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

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2016

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

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

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

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

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

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

Editorial office address:

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

Recommended for publication by the Academic Council of the National University of Food Technologies. Minutes of meeting # 11 of March, 2016

© NUFT, 2016

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

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

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

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

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

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

Адреса редакції:

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

Рекомендовано вченою радою Національного університету харчових технологій. Протокол № 11 від 24 березня 2016 року

© НУХТ, 2016

Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

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

Члени редакційної колегії:

Анатолій Зайнчковський Anatoly Zainchkovskiy	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Анатолій Король Anatoly Korol	д-р фіз.-мат. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Анатолій Ладанюк Anatoly Ladanyuk	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Анатолій Сайганов Anatoly Sayganov	д-р екон. наук, проф., Білорусь Ph. D. Hab., Prof., Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus, Belarus
Анжей Ковальський Anzhey Kowalski	д-р екон. наук, проф., Польща Ph. D. Hab., Prof., Institute of Agricultural and Food Economics, Poland
Анетта Зелінська Anetta Zielinska	д-р екон. наук, проф., Польща Ph. D. Hab., Prof., Wroclaw University of Economics, Poland
Брайан Мак Кенна Brian McKenna	д-р техн. наук, проф., Ірландія Ph. D. Hab., Prof., University College Dublin, Ireland
Віктор Доценко Victor Dotsenko	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Віра Оболкіна Vera Obolkina	д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Віктор Ємцев Viktor Yemtsev	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Володимир Зав'ялов Vladimir Zavialov	д-р техн. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Галина Чередниченко Galina Cherednichenko	канд. педагог. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine

Герхард Шльонінг Gerhard Schleining	д-р техн. наук, Австрія Ph. D. Hab., Prof., University of Natural Resources, Austria
Дайва Лескаускайте Daiva Leskauskaite	д-р техн. наук, проф., Литва Ph. D. Hab., Prof., Kaunas University of Technology, Lithuania
Єлизавета Костенко Jelyzaveta Kostenko	д-р хім. наук, Україна Ph. D. Hab., National University of Food Technologies, Ukraine
Єлизавета Смірнова Jelyzaveta Smirnova	канд. філол. наук, доц., Україна Ph. D. As., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Іван Малежик Ivan 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
Леонід Дегтярьов Leonid Dehtiarov	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Микола Прядко Mykola Pryiadko	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Михайло Мартиненко Michail Martynenko	д-р фіз.-мат. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Наталія Гусятинська Natalia Gusyatyunska	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Бараненко Oleksandr Baranenko	д-р техн. наук, проф., Росія Ph. D. Hab., Prof., National Research University of Information Technologies, mechanics and optics, Russia
Олександр Бутнік-Сіверський Oleksandr Butnik-Siverskyi	д-р екон. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Карпов Oleksandr Karpov	д-р біол. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Перепелиця Oleksandr Perepelitsa	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Олександр Полумбрик Oleksandr Polumbryk	д-р хім. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Паола Піттія Paola Pittia	д-р техн. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Teramo, Italy
Петро Шиян Petro Shyian	д-р техн. наук, проф., Україна Ph. D. Hab., Prof., National University of Food Technologies, Ukraine
Саверіо Манніно Saverio Mannino	д-р хім. наук, проф., Італія Ph. D. Hab., Prof., University of Milan, Italy
Хууб Лелієвельд Huub Lelieveld	Нідерланди Ph. D. Hab., Prof., President of the Global Harmonization Initiatives, Netherlands

ЗМІСТ

Автоматизація та інформаційні технології
Сідлецький В.М., Ельперін І.В., Полупан В.В. Аналіз невимірюваних параметрів на рівні розподіленого керування для автоматизованої системи, об'єктів і комплексів харчової промисловості

Шевченко Я.О., Мошенський А.О. Удосконалення мережевих компонент тонкого клієнта
Ладанюк А.П., Іващук В.В., Бойко Р.О., Савчук О.В. Методи ситуаційного керування багатоасортиментним виробництвом

Біотехнології

Савенко І.В., Андрейко Д.В., Пирог Т.П. Антимікробна дія поверхнево-активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 на деякі умовно патогенні бактерії
Яблонська К.М., Косоголова Л.О., Романова З.М. Інтенсифікація процесів отримання біологічно активних речовин з кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.)

Зінченко О.А., Шкотова Л.В., Курбатов А.Л., Карбовська Н.В. Створення біосенсора на основі іммобілізованої бутирилхолінестерази і рН-чутливих польових транзисторів для визначення L-карнітину

Економіка і соціальний розвиток

Тур О.В. Ринкова стійкість підприємства в сучасній економічній науці

Чугаєва Н.Ю. Роль психології у забезпеченні еногастрономічного туризму

Пилипенко О.С. Економічний розвиток України в період незалежності: здобутки, проблеми, перспективи

Ралко О.С. Перспективи розвитку експорту продукції молокопереробних підприємств України

Шевченко Л.О. Інноваційний розвиток підприємств спиртової промисловості

Басюк Д.І., Бабич І.М., Білько М.В. Тенденції розвитку виноградарсько-виноробної галузі України

Мостенська Т.Л., Кундієєва Г.О. Харчування як складова продовольчої безпеки

Менеджмент

і стратегічне управління

Кулініч О.А., Ковальова Я.Г. Логістика інформаційних потоків торговельного підприємства
Тарасюк Г.М., Протасова Л.В. Оцінка розвитку підприємства: теоретико-методичні і евристичні аспекти

Охорона праці і цивільний захист

Кружжико О.С., Богданова О.В. Алгоритм підготовки управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризику виробничого травматизму

CONTENTS

Automation and Information Technologies
7 *Sidletskiy V., Elperin I., Polupan V.* Analysis of nonmeasured parameters at distributed control systems for automated system of objects and complexes of food industry

16 *Shevchenko Ya., Moshenskiy A.* Improving thin client network components

25 *Ladanyuk A., Ivashchuk V., Boyko R., Savchuk O.* Methods of situational control of multipurpose production

Biotechnologies

31 *Savenko I., Andreyko D., Pirog T.* Antimicrobial action of *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 surfactants on some conditionally pathogenic bacteria

38 *Yablonska K., Kosoholova L., Romanova Z.* Intensification of biologically active substances extraction from dandelion (*Taraxacum officinale* Wigg.)

45 *Zinchenko O., Shkotova L., Kurbatov A., Karbovska N.* Creating a biosensor based on immobilized butyrylcholinesterase and pH-sensitive field effect transistors for L-carnitine detection

Enterprise Economy and Social Development

55 *Tur O.* Market stability of an enterprise in modern economic science

64 *Chugayeva N.* Role of psychology in providing enogastronomic tourism

72 *Pylypenko O.* Economic development of Ukraine in the period of independence: achievements, problems, perspectives

82 *Ralko O.* Prospects for export of products of milk processing enterprises of Ukraine

91 *Shevchenko L.* Innovative development of the alcohol industry

103 *Basyuk D., Babich I., Bilko M.* Trends in the development of grape and wine industry of Ukraine

113 *Mostenska T., Kundieieva G.* Nutrition as a component of food security

Business Administration and Strategic Management

123 *Kulinich O., Kovalyova Ya.* Information flow logistics of a trade enterprise

132 *Tarasiuk H., Protasova L.* Assessment of enterprise development: theoretical and practical aspects

Occupational Health and Civil Protection

140 *Kruzshilko O., Bogdanova O.* Algorithm of taking management decisions based on the combined occupational risk assessment method

Процеси і апарати харчових виробництв

Петренко В.П., Прядко М.О., Рябчук О.М. Товщина плівки в низхідних кільцевих потоках з міжфазовою взаємодією
Долінський А.А., Коник А.В., Радченко Н.Л. Вплив миттєвого зниження тиску на властивості води. Високочастотні гідродинамічні коливання

Тепло- і енергопостачання

Бржезницький В.О., Гаран Я.О., Лапоша М.Ю., Маслюченко І.М., Олександренко С.І. Випробування високовольних ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод

Фізико-математичні науки

Мартиненко М.А. Знаходження гармонічного поля в просторі за його заданим потоком на сферичному сегменті

Король А.М., Вишняк В.В., Литвинчук С.І., Гуцало І.В. Вплив швидкості Фермі на коефіцієнт трансмісії квазіелектронів Дірака-Вейля в одnobар'єрній графеновій структурі

Зінченко Т.В. Розрахунок нелінійних функцій регресії другого порядку при центральному композиційному ротатбельному плануванні експерименту з довільною кількістю факторів

Харчові технології

Сімахіна Г.О., Халапсіна С.В. Отримання заморожених напівфабрикатів дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною

Радзівська І.Г., Мельник О.П. Дослідження окисної деструкції рослинних олій різного ступеня насиченості за наявності токоферолу
Манк В.В., Полонська Т.А. Склад композицій рослинних олій для косметичних засобів

Попова Н.В., Ткаченко В.В. Удосконалення рецептури збагачених глазурованих сирків з начинкою

Роман Т.О., Єщенко О.А., Іванченко М.Г., Мазуренко О.Г. Дослідження відмінностей теплових і хімічних властивостей шапинки й ніжки шампінйона

Донг Н.Ф., Олійник С.І., Прибильський В.Л. Технологія рисового суслу для виробництва безалкогольних ферментованих напоїв

Ковтун Ю.А. Дисперсність плазми масляної пасти з комплексом нутрієнтів, що володіють гепатопротекторними властивостями

Processes and Equipment for Food Industries

150 *Petrenko V., Pryadko M., Riabchuk O.* Film thickness in downstream ring film flows with interfacial interaction

157 *Dolinsky A., Konyk A., Radchenko N.* Influence of instantaneous depressurization on properties of water. High-frequency hydrodynamic vibrations

Heat and Electricity

166 *Brzhezyskyi V., Haran Y., Laposha N., Maslyuchenko I., Oleksandrenko S.* Testing high-voltage insulator for the permissible level of radiointerference

Physical and Mathematical Sciences

176 *Martynenko M.* Determining the attitude of the harmonic field by its preplanned flow in the spherical segment

183 *Korol A., Vyshniak V., Litvynchuk S., Hutsalo I.* Effect of Fermi velocity on the transmission of the Dirac-Weyl quasi-electrons in a single-barrier graphene structure

190 *Zinchenko T.* Calculation of the second-order non-linear regression function at the central composite rotatable design of experiment with any factor quantity

Food Technology

198 *Simakhina G., Khalapsina S.* Obtaining frozen half-products from wild berries with dense peel

206 *Radziewska I., Melnik O.* Investigation of oxidative degradation of vegetable oils of various degrees of saturation with tocopherol

217 *Mank V., Polonska T.* Vegetable oils compositions for cosmetic products

224 *Popova N., Tkachenko V.* Improved recipe of enriched glazed curd cheese bar with filling

231 *Roman T., Yeshchenko O., Ivanchenko M., Mazurenko A.* Differences in heat and chemical properties of the cap and the stem of champignon mushrooms

239 *Dong N., Oliynyk S., Prybylsky V.* Rice wort technology for the production of non-alcoholic fermented drinks

246 *Kovtun Yu.* Dispersibility of butter paste plasma with nutrient complex having hepatoprotective properties

УДК 681.513.1

ANALYSIS OF NONMEASURED PARAMETERS AT DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS FOR AUTOMATED SYSTEM OF OBJECTS AND COMPLEXES OF FOOD INDUSTRY

V. Sidletskiy, I. Elperin, V. Polupan
National University of Food Technologies

Key words: <i>Control system</i> <i>SCADA</i> <i>DCS</i> <i>APC</i>	ABSTRACT This study presents some approaches used for the distributed level of technological processes control. The elucidation of these approaches is useful for better understanding of the processes occurring during the formation of control action, especially in cases when the software developers for industrial ACS use the big amount of settings for system customatization. This approach is reasonable only for the qualified specialists with significant work experience. However, knowledge of the internal processes by such specialists can also provide more flexible work when structuring the data.
Article history: Received 05.02.2016 Received in revised form 03.03.2016 Accepted 20.03.2016	
Corresponding author: V. Sidletskiy E-mail: npnuht@ukr.net	

АНАЛІЗ НЕВИМІРЮВАНИХ ПАРАМЕТРІВ НА РІВНІ РОЗПОДІЛЕНОГО КЕРУВАННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ, ОБ'ЄКТІВ І КОМПЛЕКСІВ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

В.М. Сідлецький, І.В. Ельперін, В.В. Полупан
Національний університет харчових технологій

У статті наведено підходи, що реалізуються для розподіленого рівня керування технологічними процесами. Висвітлення цих підходів необхідне для кращого розуміння процесів, які відбуваються при формуванні керуючої дії, особливо для випадків, коли розробники програмного забезпечення промислових АСУ застосовують для налаштування системи велику кількість параметрів. Такий підхід доцільний при роботі кваліфікованих вузько-спеціалізованих фахівців із значним стажем роботи, але й для них знання внутрішніх процесів дасть змогу структурувати дані для більш гнучкої роботи.

Ключові слова: *система керування, АСУТП, SCADA, DCS, APC.*

Постановка проблеми. Сучасний розвиток технічних і програмних засобів автоматизації дозволяє реалізовувати складні алгоритми керування, до

яких можуть належати алгоритми обробки даних технологічного процесу, ідентифікації ситуацій для технологічного процесу та його обладнання, адаптації до зміни параметрів об'єкта і зовнішніх збурюючих впливів. Усе це дозволяє підтримувати граничні значення технологічних параметрів, що надає можливість найбільш ефективно використовувати ресурси й матеріали на виробництві.

Відповідно до сучасних підходів, системи керування будуються як ієрархічні системи, де на нижньому рівні знаходиться автоматизована система керування технологічним процесом, а на найвищому — система керування бізнес-процесами, при цьому важливо об'єднати (зв'язати) дані в один інформаційний простір [1]. Для зв'язку між цими рівнями, а саме: між ділянками підприємства та системами керування, розроблені міжнародні стандарти, наприклад, ISA-95 та відповідний йому європейський стандарт ІЕС 62264 [2]. Даний стандарт об'єднує автоматизовану систему управління підприємством (АСУП) й автоматизовану систему управління технологічними процесами (АСУТП).

Ефективність роботи системи в цілому залежить від ефективного функціонування підсистем кожного рівня [3]. Саме тому аналіз і проектування системи розглядається не з точки зору ієрархічності, а як єдиний механізм, у якому важлива кожна деталь (рис.1).

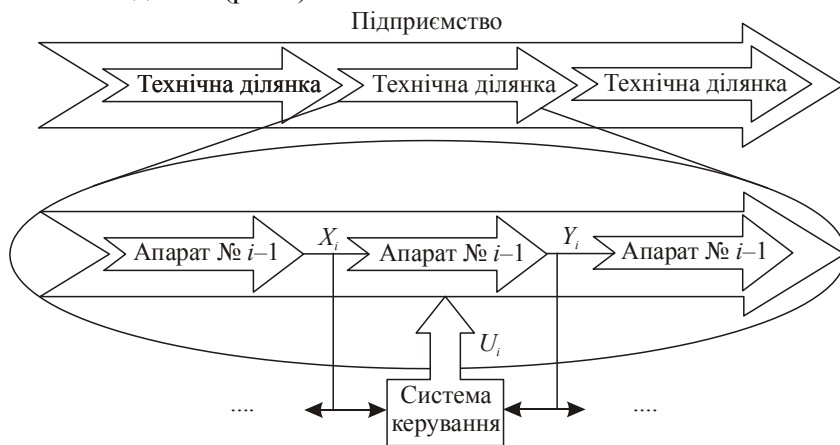


Рис. 1. Керування апаратом як ділянкою складного процесу підприємства

Наприклад, АСУТП являє собою систему операторського управління технологічним процесом у вигляді автоматизованого робочого місця, де використовуються засоби збору, обробки й архівування інформації про хід процесу. Ця система складається з типових елементів автоматики: датчиків, пристроїв керування, виконавчих пристроїв. Складовими частинами АСУТП є системи автоматичного управління, диспетчерського управління й збору даних SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), розподілені управління DCS (Distributed Control System — розподілена система керування), вдосконалене керування технологічним процесом (Advanced Process Control).

Тобто, незважаючи на досить значну кількість і багатогранність підходів при розробці управляючих систем та їх модулів, важливими залишається

питання: яким чином при керуванні системою врахувати всі елементи, що впливають на її роботу, і яким чином при цьому переходити на узагальнюючі оцінки роботи системи для розуміння її розвитку та вирішення стратегічних питань при керуванні [4].

Для кожного рівня ієрархії на сучасному підприємстві при формуванні керуючих дій, з одного боку, виконуються типові задачі незалежно від того, чи це буде апарат чи технологічна ділянка. Наприклад, усі процеси проходять за умови дотримання матеріальних чи енергетичних балансів. При цьому також необхідно враховувати множини різнорідних параметрів та обмежень, нелінійностей, випадкових подій, що створюють відповідні складності у процесах функціонування системи управління й формування кращих керуючих рішень персоналом. Для таких випадків першим кроком формування керуючих дій є визначення, в якому стані знаходиться система і на скільки вона відхилилась від заданих значень. Для того, щоб визначити, на скільки система відхиляється від визначеного напрямку, потрібно, щоб був просторовий опис області задач, який надає можливість визначити місце-знаходження системи. Наприклад, якщо виділити окремо взятий апарат (рис. 1), то в ньому можна виділити залежність значень вихідних параметрів $Y_i = \{y_{i-1}^1, y_{i-1}^2, \dots, y_{i-1}^n\}$, які характеризують технологічні показники на виході з апарата, від значень технологічних параметрів на вході в апарат $X_i = \{x_i^1, x_i^2, \dots, x_i^n\}$, а також значення технологічного режиму на цій стадії, на основі яких формуються управляючі дії $U_i = \{u_i^1, u_i^2, \dots, u_i^m\}$. Ці показники є індивідуальними як для окремо взятого параметра технологічного апарата, так і стосовно різних технологічних режимів для окремо взятого апарата.

У загальному вигляді їх можна представити як традиційний взаємозв'язок вхідних вихідних та керуючих дій у системи автоматичного регулювання (САР), або як ланку управління складної технологічної системи підприємства. При цьому несуттєво, чи розглядається цей процес стосовно вхідних параметрів управління апаратом, технологічною ділянкою чи підприємства в цілому. Тобто кожний елемент системи повинен працювати в заданих (регламентованих межах), що є необхідним для управління продуктивністю, зменшення втрат, ритмічності, ефективного використання ресурсів, відслідковування й аналізу всього ланцюжка виробництва.

Мета дослідження Розглянути, як виникають збурюючі, випадкові чи перехідні процеси, здійснити розрахунок необхідного управляючого значення та визначити кращі керуючі дії.

Виклад основних результатів дослідження. Насамперед необхідно розглянути особливості функціонування на рівні SCADA-системи.

Особливістю процесу управління в сучасних диспетчерських системах є обов'язкова присутність людини (оператора, диспетчера), щоб уникнути негативного впливу на систему, що може призвести до відмови (втрати) об'єкта управління або навіть катастрофічних наслідків. Оператор, як правило, несе загальну відповідальність за управління системою. При цьому участь оператора в процесі управління відбувається у разі настання критичних подій (відмови, позаштатні ситуації тощо), які обмежені за часом (кількома хвилинами або навіть секундами). Тобто для таких систем актуальним є прогнозування

появи випадкової ситуації, при якій потрібне втручання оператора. Наприклад, на рис. 2 показана залежність температури після підігрівача T ($^{\circ}\text{C}$) від положення регулюючого органа $Kл$ (%) і подачі пари на підігрівач і часу τ (хв).

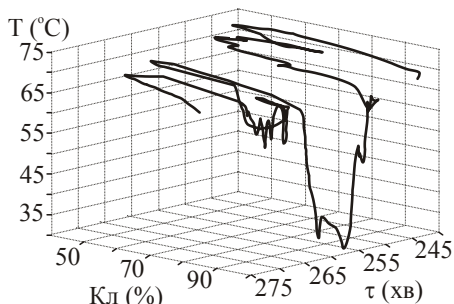


Рис. 2. Значення температури після підігрівача T ($^{\circ}\text{C}$) від положення регулюючого органа $Kл$ (%) і подачі пари на підігрівач

Як видно з рис. 2, незважаючи на те, що регулятор працював належним чином і відкрив клапан подачі пари на підігрівач на 100 %, температура з інших причин стала на 50 % меншою за задане значення, що для цього технологічного процесу є критичним. Саме в таких випадках оператору і необхідно втручатись у роботу системи керування.

Складність даної задачі полягає в тому, що оператор зверне увагу не на причини критичної ситуації, а на її наслідки. Тобто з графіка (рис. 2) видно, що положення регулюючого органа для нормальної роботи знаходиться в межах 50—60 %. При виникненні нештатної ситуації приблизно на 245 хвилині зазначеного проміжку дослідження система керування відпрацьовує заданий алгоритм, регулюючий орган відкривається протягом 5 хв і вже на ≈ 250 хвилині займає своє крайнє положення (100 % відкриття). Після цього температура різко починає знижуватись, тобто виникає некерований процес. Саме тому в такій ситуації необхідно спрогнозувати виникнення нештатної ситуації та надати оператору відповідні рекомендації.

Для таких випадків процес роботи системи розподіляються на часові проміжки. Якщо під час аналізу n часових проміжків подія E з'явиться m раз, то ймовірність $P\{E\}$ події E математично визначається таким співвідношенням:

$$P\{E\} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n}. \quad (1)$$

Тобто якщо процес роботи повторюється нескінченне число разів ($n \rightarrow \infty$), то шукана ймовірність є граничним значенням дробу m/n .

У такому випадку систему управління необхідно доповнити додатковим модулем, який буде аналізувати роботу ділянки включно із системою керування. Результати цього аналізу будуть використовуватись у процесі моделювання та визначення нештатної ситуації. Оскільки критична ситуація може розглядатись у дискретній або неперервній площині, то й моделювання повинно бути або для появи неперервних, або для дискретних подій. Неперервні моделі представляються у вигляді різницевого-диференціального рівняння, яке описує взаємодію між різними елементами системи. Дискретні моделі

використовуються для систем, поведінка яких змінюється лише в задані проміжки часу. Як неперервна, так і дискретна критична ситуація, яку прийняли як випадкову величину, має щільність розподілу ймовірності, яка часто іменується просто щільністю ймовірності і позначається як $f(x)$ (для неперервної випадкової величини) або $p(x)$ (для дискретної випадкової величини).

Найважливішою ймовірнісною характеристикою випадкової величини є функція розподілу, яка визначається таким чином:

$$P\{x \leq X\} = \begin{cases} P(X) = \sum_{\lambda=a}^b p(x) & \text{для дискретної величини } x; \\ F(X) = \int_a^b f(x)d(x) & \text{для неперервної випадкової величини } x. \end{cases} \quad (2)$$

Щільність імовірності ставить у відповідність випадковій величині ймовірнісну міру. Щільності ймовірностей для випадкової величини x повинні задовольняти умови:

- для дискретної величини:

$$x = a, a+1, \dots, b \text{ при } (p(x) > 0, \sum_{\lambda=a}^b p(x) = 1); \quad (3)$$

- для аналогової величини:

$$a < \delta < b \text{ при } (f(x) > 0, \int_a^b f(x)d(x) = 1). \quad (4)$$

Умова невід'ємності для неперервних і дискретних розподілів означає, що щільність імовірності не може приймати негативні значення (в іншому випадку ймовірність деяких подій могла б бути негативною).

Методи подальшого формування рекомендацій для оператора — це методи інтелектуальних систем: нечіткі множини, нейронні мережі, генетичні алгоритми, тобто вдосконалення потребує напрямок вдосконаленого керування технологічним процесом. При цьому важливо не просто передбачити та запобігти виникненню нештатної ситуації, але й забезпечити відмовостійкість системи. Це можливо досягнути, якщо передбачене масштабування системи, тобто відмовостійкість і масштабування — це вимоги, які характерні для розподілених систем керування DCS. Для таких систем передбачається, що зупинка технологічного процесу, як правило, призводить до додаткових втрат і тому є неприпустимою. При цьому відмовостійкість системи досягається резервуванням технічної і програмної бази. Дану ситуацію моделюють у вигляді, наведеному на рис. 3 [5].

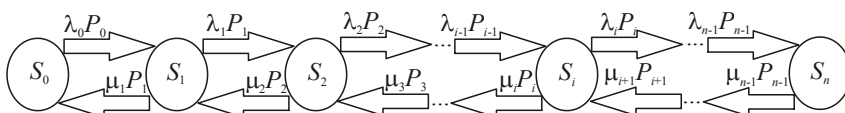


Рис. 3. Моделювання роботи обладнання у вигляді теорії масового обслуговування:
 $\lambda_i P_i$ — інтенсивності потоків відмов; $\mu_i P_i$ — інтенсивності потоків відновлень;
 S_i — можливі стани системи (S_0 безвідмовно працюють усі апарати, S_1 — одна одиниця в ремонті, S_2 — дві одиниці в ремонті тощо)

Типовим методом роботи з прогнозуванням можливої відмови обладнання є метод зворотних функцій. Для того, щоб отримати значення x випадкової величини y , що має безперервну або дискретну щільність ймовірності $f(x)$, згідно з методом обернених функцій, спочатку знаходиться функція розподілу $F(x) = P\{y < x\}$, де $0 < F(x) < 1$ для всіх значень x . Нехай R — випадкове число, отримане з рівномірного на інтервалі $[0, 1]$ розподілу, і нехай F^{-1} — функція, обернена до функції F . При цьому система повинна виконати такі кроки:

Крок 1. Генерується випадкове число R з інтервалу $[0, 1]$.

Крок 2. Обчислюється шукане випадкове число $x = F^{-1}(R)$.

Методами вирішення даних задач є розрахунок необхідного обладнання для резервування, масштабування та дублювання елементів системи, а саме: визначення можливості та необхідності перерахованих дій. Це також одна і вкрай важлива функція для розподіленої системи управління, оскільки нарощування технологічної бази, додавання нових контурів і частин об'єкта управління повинні відбуватися просто і без зупинки функціонування вже підключених рішень. Якщо прийняти, що такі задачі виникають для об'єктів, які були реалізовані сучасною технікою в процесі переконвертації ПО чи його оновленням, яким займається розробник, то задачею є визначення проведення її необхідності, тобто потрібні розрахунки для прийняття рішення про визначення термінів заміни та доповнення обладнання і ПО, яке забезпечують найбільший прибуток або його стабільність з таких причин:

1. Через погіршення показників керування технологічним процесом зменшується якість, i , у свою чергу, вартість продукції P_t із зростанням часу t . Показники погіршуються як через фізичне старіння обладнання та неефективність програмного забезпечення, так і через зростаючі витрати на ремонт.

2. Експлуатаційні витрати EK_t з часом зростають через витрати на ремонт і супроводження застарілого програмного забезпечення.

Тобто мета полягає в тому, щоб контролювати вищеописаний процес, що дасть змогу отримати максимальний прибуток. Коли ж цей прибуток зменшується, що потрібно визначити термін, замінити обладнання та програмне забезпечення системи керування на нове чи принаймні доповнити сучасними підсистемами.

Тобто розглядається два випадки для часу t :

1. Обладнання не замінюється. Прибуток дорівнює $f_t^1 = P_t - EK_t$.

2. Обладнання замінюється. Прибуток дорівнює $f_t^2 = P_0 - EK_0 - V_0 + VZ_t$

де P_t, P_0 — вартість продукції, яку випускає обладнання, що використовувалося протягом часу t , та нове обладнання (при $t = 0$ років); EK_t, EK_0 — експлуатаційні витрати на обладнання, тривалість використання t та нове обладнання; V_0 — вартість нового обладнання (купівля, транспортування, встановлення, налагодження, супроводження).

Але головною відмінністю еволюційних підходів до розробки підсистем (SCADA, DCS) є простота конфігурування і надання додаткової інформації, яка недоступна в традиційних системах. Зважаючи на це, до їх складу повинна входити множина необхідних елементів, серед яких системи програмування,

бібліотеки стандартних елементів, налаштовані мережеві інтерфейси та протоколи. Тобто актуальним є напрямок удосконаленого керування технологічним процесом, а саме: розробка (відповідно до ISA-95) APC підсистеми — системи вдосконаленого керування. Вказаний підхід до керування технологічним процесом, як правило, відповідає загальній концептуальній архітектурі інтелектуальної системи управління і містить такі основні модулі: інформаційну базу (може входити також і база знань) з розвиненими механізмами виведення, систему пояснення та людино-машинний інтерфейс. Це пов'язано передусім із неможливістю розробки математичної залежності між «входом» і «виходом», тобто розробити адекватну, явно задану, математичну модель може бути складно. У таких випадках досить часто використовують імітаційне моделювання, де реальна система поділяється на ряд досить малих (у функціональному відношенні) елементів або модулів. З метою інтеграції інформаційних технологій у системі керування використовують теорію ситуаційного управління. Після цього поведінка вихідної системи імітується як поведінка сукупності цих елементів, певним чином пов'язаних (шляхом встановлення відповідних взаємозв'язків між ними) в єдине ціле.

Основним завданням використання імітаційного моделювання є розрахунок шуканої випадкової величини (вихід технологічного обладнання з ладу, пошкодження елементів системи керування, вплив неконтрольованих величин) у вигляді суми інших випадкових величин, для яких легко отримати реалізацію випадкових значень.

Але якою складною не була б задача розробки імітаційної моделі, виведена системою керування інформація повинна подаватися обслуговуючому персоналу в такому вигляді й послідовності, що надало б можливість максимально та незаперечно сприймати її. Це, у свою чергу, вимагає нових досліджень і розробки нових підходів до розробки системи керування. Наприклад, у [6] в основу математичного моделювання діяльності людини покладена ідея використання методів Монте-Карло для імітації ймовірно-часових характеристик діяльності операторів. Ступінь розділення діяльності оператора на окремі операції залежить від мети розрахунку і не має для моделі істотного значення. У загальному випадку час виконання окремої операції складається з двох складових:

$$S_{ij} = \frac{\sum_{l=i+1}^n T_{ij} | B_{ij} = 1}{T_{ij} - T_{i\text{ pfnh}}}, \quad (5)$$

де S_{ij} — коефіцієнт тимчасового навантаження i -ї операції в j -й реалізації;

$\sum_{l=i+1}^n T_{ij} | B_{ij} = 1$ — час, необхідний на виконання решти (після i -ї) суттєвих операцій; B_1 — індекс суттєвості ($B = 1$ операція істотна; $B = 0$ — несуттєва); 60 Тц — час, відведений на виконання всієї задачі (час циклу); T_i — реально витрачений час на виконання операцій до $(i + 1)$ -ї в j -й реалізації; n — загальна кількість операцій в даній задачі; i — поточний номер модельованої операції; j — номер реалізації алгоритму.

У цілому система вдосконаленого керування технологічним процесом матиме вигляд, представлений на рис. 4. Насамперед система доповнюється модулем «Прогнозування появи нештатної ситуації», який проводить аналіз роботи ділянки включно із системою керування, потім, використовуючи дані аналізу, моделюється та перевіряється можливість появи нештатної ситуації.

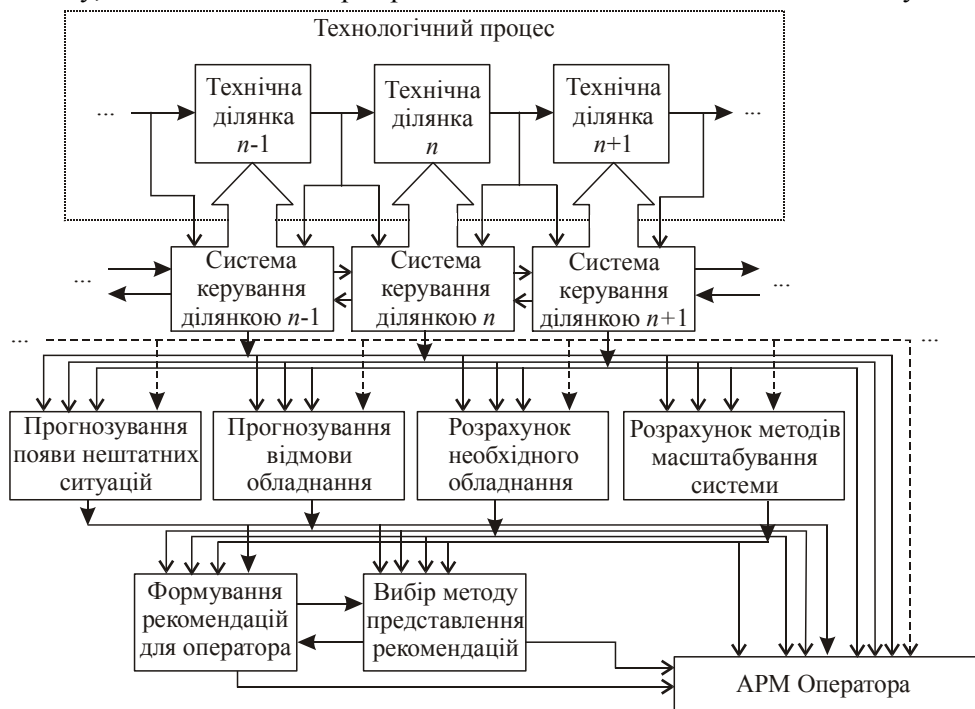


Рис. 4. Автоматизована система для рівня розподіленого керування технологічним процесом

При розрахунку всіх можливих варіацій нештатних ситуацій відбираються ті ситуації, які спричинять відмову роботи обладнання. Саме тому наявний модуль «Прогнозування відмови обладнання» для розрахунку можливих відмов обладнання. На цей модуль надходять дані від систем керування та від модуля розрахунку появи нештатної ситуації. Як наслідок, це спричиняє необхідність пошуку варіантів дублювання елементів системи, а у випадках нарощування певної технологічної ділянки — необхідність масштабування системи. Зважаючи на це, система керування доповнюється модулями «Розрахунок необхідного обладнання» та «Розрахунок методів масштабування системи».

Як зазначалось вище, до важливих задач відносяться насамперед обробка і виведення результатів та формування послідовності усунення можливих відхилень від роботи технологічного процесу. Для цього вносяться модулі «Формування рекомендацій для оператора» та «Вибір методу представлення рекомендацій». Це дозволяє представити не тільки результат рішення, а й весь шлях причинно-наслідкового ланцюжка.

Висновки

Запропонована система аналізу невимірюваних параметрів на рівні розподіленого керування для автоматизованої системи об'єктів і комплексів харчової промисловості доповнена додатковими модулями, які направлені на прогноз виявлення нештатних ситуацій і виявлення виходу з ладу обладнання, а також передбачення необхідного резерву ресурсів і формування методів для їх запобігання.

Література

1. *The role of semantic models in smarter industrial operations: Introductory* [Електронний ресурс] / T. Hanis, D. Noller // developerWorks. — 2011. — Режим доступу до статті: <http://www.ibm.com/developerworks/library/x-ind-semanticmodels/x-ind-semanticmodels-pdf>.
2. *Sharing data for production scheduling using the ISA-95 standard* [Електронний ресурс] / I. Harjunkski, R. Bauer // *Frontiers in Energy Research*. — 2014. — 2:44. — Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.3389/fenrg.2014.00044> (21.10.2014).
3. *Shell. Richard L. and Hall. Ernest L.*, Handbook of industrial automation. Marcel Dekker, Inc. — New York, NY 10016, 2000. — P. 202—214.
4. *APC: A Status Report (The Patient Is Still Breathing!)* [Електронний ресурс] / James R. Ford // *Maverick Technologies*. — 2014. — Режим доступу до журн.: www.isa.org/standards-and-publications/isa-publications/intech-magazine/white-papers/mes-take-the-time-upfront.
5. *Таха Хемди А.* Введение в исследование операций, 7-е издание: Пер. с англ. / Таха Хемди А. — Москва: Издательский дом «Вильямс», 2005. — 912 с.
6. *Мунипов В.М.* Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. — Москва: Логос, 2001. — 356 с.

АНАЛИЗ НЕИЗМЕРЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ НА УРОВНЕ РАСПРЕДЕЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ, ОБЪЕКТОВ И КОМПЛЕКСОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В.М. Сидлецкий, И.В. Эльперин, В.В. Полупан
Национальный университет пищевых технологий

В статье приводятся некоторые подходы, реализуемые для распределенного уровня управления технологическими процессами. Освещение этих подходов необходимо для лучшего понимания процессов, происходящих при формировании управляющего действия, особенно для случаев, когда разработчики программного обеспечения промышленных АСУ применяют большое количество параметров для настройки системы. Такой подход оправдан при работе квалифицированных узкоспециализированных специалистов со значительным стажем работы, но и для них важно понимание внутренних процессов, поскольку это позволит структурировать данные для более гибкой работы.

Ключевые слова: *система управления, АСУТП, SCADA, DCS, APC.*

IMPROVING THIN CLIENT NETWORK COMPONENTS

Ya. Shevchenko

Taras Shevchenko National University of Kyiv

A. Moshenskyu

National University of Food Technologies

Key words:

*Diskless workstation
Thin client
LAN
Modification
gPXE
BIOS
LTSP
Virtual machine
Bash-script*

Article history:

Received 10.02.2016
Received in revised form
05.03.2016
Accepted 21.03.2016

Corresponding author:

A. Moshenskyu
E-mail:
ut5uuv@yandex.ua

ABSTRACT

The article describes the technological aspects of setting up hardware and software complex formed on the operating system Linux Debian x86 with installed LTSP terminal server. The recommendations on hardware terminal server are also presented in this study. The ways to improve the diskless computers, equipping them to support the remote preboot environment over the network (gPXE) for simultaneous connection of diskless workstations with the terminal server LTSP, are presented. The article provides recommendations on equipping the thin client with the gPXE environment. Some settings of network infrastructure for the operation of hardware and software system are presented and some improvements are suggested for the bash-script control of virtual machines of a hardware and software system.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕРЕЖЕВИХ КОМПОНЕНТ ТОНКОГО КЛІЄНТА

Я.О. Шевченко

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

А.О. Мошенський

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто технологічні аспекти налаштування апаратно-програмного комплексу, сформованого на базі операційної системи Linux Debian x86 із встановленим термінальним сервером LTSP, та наведено рекомендації щодо апаратного забезпечення термінального сервера. Продемонстровано низку способів для вдосконалення бездискових ЕО після обладнання їх підтримкою середовища віддаленого завантаження операційних систем по мережі (gPXE) для одночасного з'єднання бездискових робочих станцій з термінальним сервером LTSP. Сформульовано рекомендації щодо обладнання тонких клієнтів середовищем gPXE, звернено увагу на особливості налаштування мережевої інфраструктури для функціонування апаратно-програм-

ного комплексу та вдосконалено адміністрування віртуальних машин апаратно-програмного комплексу у вигляді *bash-сценаріїв*.

Ключові слова: *бездискова робоча станція, тонкий клієнт, LAN, модифікація, gPXE, BIOS, LTSP, віртуальна машина, bash-сценарії.*

Постановка проблеми. Для підвищення ефективності роботи обслуговуючого персоналу підприємства, а також для раціонального використання наявних апаратних, програмних і людських ресурсів у всьому світі використовуються віртуальне програмне забезпечення та віртуальні операційні системи.

При створенні корпоративних інформаційних систем усе більшої популярності набувають рішення на базі технології «Тонкий клієнт» [6]. Зважаючи на це, у статті сформульовано вимоги до апаратного забезпечення сервера віртуалізації, наведено деталізований опис завантаження тонкого клієнта технології LTSP-сервер; наведено графічну схему принципу роботи технології, описано основні способи оснащення PC тонких клієнтів підтримкою протоколу мережевого завантаження gPXE [4,9]; запропоновано систему автоматичного керування віртуальних операційних систем.

Мета статті. Удосконалення бездискових робочих станцій для апаратно-програмного комплексу на базі технології LTSP, дослідження й удосконалення процесу адміністрування тонких клієнтів.

Результати і обговорення. У сегменті обладнання для організації автоматизованих робочих місць персоналу під тонким клієнтом, як правило, мають на увазі будь-який пристрій, який реалізує для користувача роботу за віртуальним робочим столом традиційного персонального комп'ютера або робочої станції, не володіючи повною функціональністю універсального ПК.

Вимоги до апаратного забезпечення сервера залежать від кількості підключених клієнтів і того, чи будуть вони всі працювати одночасно. На основі виконаного аудиту використання PC-клієнтів системний адміністратор установи має змогу обґрунтувати вимоги до апаратного забезпечення сервера віртуалізації.

На основі проведених авторами експериментальних досліджень сформульовано такі рекомендації щодо апаратного забезпечення LTSP-сервера: 256 МБ оперативної пам'яті (RAM) на сам сервер і по 60 МБ RAM на кожного під'єданого клієнта (іноді доцільно виділяти по 100 МБ RAM на X-термінал без урахування виділеної на платформі віртуалізації віртуальної RAM). Оскільки всі програми виконуються на сервері, не завадить мати запас обчислювальної потужності (CPU): оптимальною рекомендацією до CPU є двоядерна або двопроцесорна система. При роботі з великою кількістю клієнтів не зайвим є використання 64-бітного процесора не тільки через додаткову продуктивність CPU, але й тому, що він може працювати з великим об'ємом пам'яті, що часто є найбільш важливим фактором, який обмежує продуктивність. Вимоги до HDD сервера варіюються від інтенсивності використання всього апаратно-програмного комплексу, загальна рекомендація — 100 ГБ HDD на кожного клієнта.

Клієнтам (X-терміналам) вистачить досить скромних системних ресурсів, оскільки всю роботу виконує LTSP-сервер. Для підтримки X-терміналів оптимальним апаратним забезпеченням є 128 МБ RAM та CPU Pentium II. Основна вимога — комп'ютер повинен мати можливість завантаження по мережі. Якщо ЕОМ клієнта не має апаратної підтримки завантаження по мережі, то потрібно згенерувати образ gPXE [2] і налаштувати клієнтську підтримку завантаження по мережі одним зі способів, описаних нижче. Окрім цього, необхідне гігабітне мережеве з'єднання від сервера до маршрутизатора і 100-мегабітні з'єднання по мережі для клієнтів.

На етапі проектування апаратної частини LTSP-сервера системний адміністратор повинен обрати тип реалізації віртуалізації операційних систем. Розрізняють програмну й апаратну віртуалізацію.

Головним недоліком програмної віртуалізації є використання додаткового програмного забезпечення на сервер віртуалізації, яке виступає як гіпервізор ОС, що дозволяє одночасне/паралельне використання кількох ОС на одному й тому ж сервері. Очевидно, що системному адміністратору необхідно встановити та налаштувати це програмне забезпечення (що потребує додаткових витрат часу), періодично виконувати моніторинг гіпервізора (що теж досить проблематично, оскільки потрібно вибирати такий час для моніторингу гіпервізора, коли X-клієнти не використовують сервер віртуалізації), окрім цього, сам сервер віртуалізації витрачає апаратні ресурси на підтримку працездатності гіпервізора.

Апаратна віртуалізація — віртуалізація з підтримкою спеціальної процесорної архітектури. На відміну від програмної віртуалізації, за допомогою даної реалізації можливе використання ізольованих гостьових систем, які управляються гіпервізором безпосередньо. Гостьова система не залежить від архітектури хостової платформи і реалізації платформи віртуалізації. Розрізняють три технології апаратної віртуалізації [6]: режим віртуального 8086 (застаріла технологія); Intel VT (VT-x, Intel Virtualization Technology for x86); AMD-V. Популярні платформи, що використовують апаратну віртуалізацію [3]: VMware, Hyper-V, KVM.

Головним недоліком другого типу віртуалізації є підбір і придбання CPU з підтримкою апаратної віртуалізації. Апаратна віртуалізація має суттєво більшу кількість переваг над програмною віртуалізацією, окрім цього, в рекомендаціях до апаратного забезпечення LTSP-сервера висунуто досить суттєві вимоги до CPU, оскільки CPU фактично є основою апаратного забезпечення LTSP-сервера. Очевидно, що вибір типу віртуалізації залежить лише від системного адміністратора підприємства, який враховує особливості експлуатації та наявне апаратне забезпечення. В циклі наукових публікацій [1] та [2] описано використання програмної реалізації віртуалізації ОС на основі програми віртуалізації Oracle VM VirtualBox.

Однією з вимог до апаратного забезпечення LTSP-сервера було надання кожному X-клієнту енергонезалежної пам'яті ємністю 100 ГБ. Залежно від кількості тонких клієнтів сумарна кількість пам'яті на HDD LTSP-сервера може варіюватись від 100 ГБ до кількох сотень ТБ. Очевидно, що використання одного HDD не є можливим рішенням даної проблеми, оскільки навіть

після встановлення HDD з таким об'ємом пам'яті даних пристрій може вийти з ладу протягом кількох місяців реальної експлуатації сервера. Зважаючи на це, пропонуються такі варіанти вирішення даної проблеми:

- придбати й обладнати LTSP-сервер системою збереження даних;
- розробити систему збереження даних, використовуючи SCSI-міст [3].

Система складається з 4 HDD різного об'єму пам'яті, SCSI-мосту для залучення їх як апаратної частини LTSP-сервера та дещо спрощеної системи живлення всіх HDD. Використовуючи різні види SCSI-мостів, можна збільшити кількість HDD апаратної частини LTSP-сервера. При цьому спеціальна ніша для встановлення HDD в системному блоці LTSP-сервера залишається вільною, а це означає, що сюди також можна встановлювати HDD.

В основу підключення до LTSP-сервера покладено середовище Preboot Execution Environment (PXE) [2]. PXE — середовище для завантаження комп'ютера за допомогою мережевого адаптера без використання локальних носіїв даних (жорсткого диска, USB-накопичувача тощо). Для організації завантаження системи в PXE використовуються протоколи IP, UDP, BOOTP і TFTP. gPXE, будучи розвитком проекту Etherboot, може замінити існуючі ПЗП з PXE-завантажувачем на мережевому адаптері або може бути використаний як завантажувач операційного середовища «по ланцюжку» від уже наявного завантажувача. Кожна з версій gPXE є певною мірою доповненням і розширенням функціоналу попередньої версії. Детальний аналіз версій gPXE виходить за межі даної статті, детально ознайомитись з перевагами та недоліками можна за таким посиланням [4, 9].

gPXE забезпечує початкове завантаження за допомогою одного двійкового файлу в декількох завантажувальних форматах. Виходячи з цього, існує декілька способів для клієнтської експлуатації LTSP-сервера:

1. Створити завантажувальний образ gPXE і записати його на дискету: Floppy bootable image (.dsk); SYSLINUX-based bootable floppy image (.sdsk). Розмір hex-файлу (*.dsk): 255 Кб.

2. Створити ISO-завантажувальний образ gPXE і записати його на зйомний носій інформації: ISO bootable image (.iso); ISO bootable image with legacy floppy emulation (.liso). Розмір hex-файлу (*.iso): 628 Кб.

3. Створити USB-образ gPXE: USB Keychain disk image (.usb). Розмір hex-файлу (*.usb): 271 Кб. Після запису цього програмного hex-коду на зовнішні накопичувачі потрібно налаштувати BIOS X-терміналу таким чином, щоб завантаження відбувалось з цих накопичувачів даних. Це можна виконати за допомогою BIOS-меню Boot Device Priority.

4. Підібрати файл програмного коду для подальшого перепрограмування додаткових мікросхем мережевих плат (прошивки) і перепрограмувати (прошити) додаткові мікросхеми мережевих плат і таким чином апаратно підключати клієнтські EOM до LTSP-сервера (причому клієнтські EOM можуть і не мати HDD, CD-ROM, FDD, оскільки вони стають непотрібними при використанні апаратно-програмного комплексу в такий спосіб): ROM binary (flashable) image (.rom); ROM binary (flashable) for problem PMM BIOS (.hrom). Розмір hex-файлу (*.rom): 5.6 Кб. Після запису цього програмного hex-коду на ПЗП-мікросхему потрібно налаштувати BIOS

X-терміналу таким чином, щоб завантаження відбувалось саме з неї. Це можна виконати за допомогою BIOS-меню Boot From Network.

Перші три способи під'єднання засновані на запису образу gPXE на різні носії інформації, при фізичному з'єднанні носія інформації з ЕОМ клієнта апаратно-програмний комплекс починає працювати з цим клієнтом. Використання четвертого способу під'єднання до LTSP-сервера значно зменшить апаратне навантаження на ЕОМ клієнта (X-термінали). Даний спосіб дозволяє відмовитись від ряду додаткових апаратних пристроїв (CD-ROM, Floppy Disk Drive тощо) клієнтських робочих станцій. Важливою умовою формування коректного файлу-образу для програмування ПЗП-мікросхеми є доповнення цього файлу нульовим байтом '0x00' до точного значення об'єму ПЗП цієї мікросхеми. Наприклад, розмір hex-файлу *.rom у версії gPXE 0.9.8 складає 56320 байт, об'єм ПЗП мікросхеми W27C512 складає 65536 байт, отже hex-файл *.rom потрібно доповнити додатковими 9216 байтами '0x00', що можна виконати скориставшись такою командою:

```
tr '0'\377'</dev/zero|ddbs=1conv=notrunc of=098.ROM seek=56296 count=9216.
```

Вибір способу під'єднання безпосередньо лежить на адміністраторі системи. Спосіб експлуатування LTSP-сервера № 4 є найбільш вдалим, оскільки потребує найменшої кількості апаратних засобів X-терміналів, а отже, полегшення адміністрування клієнтів усього апаратно-програмного комплексу, і зменшує енергоспоживання X-терміналів.

Деякі версії BIOS не підтримують завантаження по LAN, але за допомогою утиліти FLASHROM [2] можна виконувати і перепрограмування BIOS будь-якої версії. Процес перепрограмування BIOS без використання будь-якого спеціалізованого обладнання наведено нижче. Як приклад було протестовано материнську плату GIGABYTE GA-965P-DQ6 rev2.0. Для перепрограмування BIOS в ОС LINUX слід застосувати програмний hex-код (прошивка) BIOS і програмне забезпечення, яке буде цей BIOS перепрограмувати (програма FLASHROM).

Нижче наведено фрагмент виводу команди *flashrom*:

```
Found chip "Macronix MX25L8005" (1024 KB) at physical address 0xffff00000;  
Found chip "Macronix unknown Macronix SPI chip" (0 KB) at physical address 0x0;  
Multiple flash chips were detected: MX25L8005 unknown Macronix SPI chip.
```

Перед записом нової прошивки в BIOS бажано зберегти стару версію, тобто скопіювати прошивку, якою вже запрограмована BIOS, щоб потім можна було все відновити. Виконати це можна за допомогою такої команди:

```
flashrom -r OldBIOS.bin -c MX25L8005,
```

де *OldBIOS.bin* — це ім'я файлу, в якому збережена стара версія прошивки BIOS, а *MX25L8005* — обраний чіпсет материнської плати.

Після збереження можна перепрограмувати BIOS заздалегідь підготовленим програмним кодом за допомогою такої команди:

```
flashrom -w NewBIOS.bin -c MX25L8005,
```

де *NewBIOS.bin* — це ім'я файлу, в якому збережена нова версія прошивки BIOS.

На цьому процес перепрограмування BIOS є завершеним. Процес програмування ПЗП-мікросхем принципово не відрізняється від процесу перепрограмування BIOS, цей процес детально описано в науковій публікації [2].

Як доповнення до наукової публікації [1] не зайвим є опис принципу роботи (завантаження) LTSP-сервера. На LTSP-сервері в середовищі chroot [1, 2] підготовляється мінімальна операційна система на базі Linux і X Window System [1].

Завантаження мінімального оточення: або з жорсткого диску / USB-диску CD-ROM комп'ютер завантажує ядро Linux, яке ініціалізує обладнання; або, у разі тонкого клієнта, використовується завантаження по мережі з PXE-частиною прошивки мережевої карти, який за протоколом DHCP отримує свою IP-адресу та адресу завантажувального сервера (LTSP-сервер). Завантажувач отримує ядро та initrd [3] за протоколом TFTP[3] з LTSP-сервера. Ядро заново отримує свою IP-адресу та адресу сервера, з якого можна підключити кореневу файлову систему (підготовлене заздалегідь у chroot), після чого монтує його за протоколом Network File System (NFS) або Network Block Device (NBD) [8, 9].

Завантажена система запускає графічну систему X Window System і XDMCP [8]. Починаючи з п'ятої версії LTSP, клієнт спочатку встановлює SSH-тунель до графічного оточення LTSP-сервера, через який локально запускає LDM (LTSP Display Manager) [8]. З цього моменту програми запускаються на LTSP-сервері, а відображаються й управляються на клієнті.

Графічно процес завантаження LTSP-сервера зображено на рис. 1.

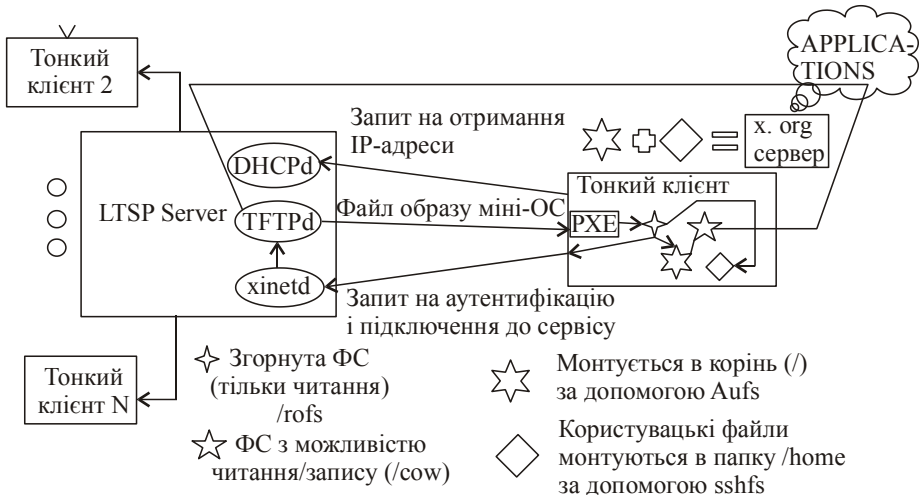


Рис. 1. Графічне зображення принципу роботи LTSP-сервера

Процедура завантаження LTSP-клієнта передбачає успішне виконання двох послідовних обов'язкових DHCP-запитів. Використовуючи значення DHCP-параметра як шлюзу для з'єднання з віддаленими мережами, X-клієнт з'єднується з сервером за протоколом TFTP [8] і завдяки DHCP-параметрам завантажує в оперативну пам'ять файл-образ *tftp://ip-адреса сервера/ltsp/i386/pxelinix.0*.

Завантаження файлу-образу *pxelinix.0* триває приблизно 5 секунд. Одразу після завершення завантаження цей файл миттєво перетворюється у віртуальний RAM-диск ємністю приблизно 10 Мбайт. На другому етапі завантаження

LTSP-клієнта його мережева плата виконує другий DHCP-запит і реєструється в локальній мережі з тією ж IP-адресою діапазону, що й на першому етапі, але тепер система під'єднується до сервера за протоколом NFS [8] і монтує до своєї файлової системи спільну NFS-папку */opt/ltsp/i386*, вказану в DHCP-параметрі.

Якщо DHCP-сервер налаштований в UNIX/Linux — операційній системі, то параметри служби DHCP повинні бути вказані в конфігураційному файлі DHCP-сервера */etc/dhcp/dhcp.conf* і виглядати таким чином:

```
authoritative;  
subnet 7.7.7.0 netmask 255.255.255.0 {  
  range 7.7.7.2 7.7.7.254;  
  next-server 5.5.5.6;  
  filename "/ltsp/i386/pxelinux.0";  
  option routers 7.7.7.1;  
  option root-path "/opt/ltsp/i386";  
  option subnet-mask 255.255.255.0;  
  option broadcast-address 7.7.7.255;};
```

Експериментально встановлено, що файл-образ *pxelinux.0* підтримується обома сучасними протоколами віддаленого доступу — *Etherboot* та *gPXE* і, навпаки, файл-образ *nbi.img* [1] жодним з перелічених протоколів не підтримується, а отже, умовний оператор *IF*, встановлений за замовчуванням у конфігураційному файлі */etc/dhcp/dhcp.conf* програмою LTSP можна опустити і таким чином істотно спростити налаштування DHCP-сервера в UNIX/Linux операційній системі.

Варто зазначити, що в науковій публікації [1] використовувалась оболонка *xfce* як графічна оболонка LTSP-серверу. Весь створений апаратно-програмний комплекс на базі технології LTSP-сервер і Oracle VirtualBox використовувався для різнопланових робочих місць (тобто не було обрано єдиної ОС для вирішення певного класу задач автоматизованих робочих місць) і вибір графічної оболонки припав саме на оболонку *xfce* через те, що дане середовище робочого столу є одним з «найлегших», «найшвидших» і «найневиголівіших» до ресурсів графічних оболонок, що повністю задовольняє потреби бездисккових робочих станцій запускати власні віртуальні ОС. Якщо ж потреби підприємства в LTSP-сервері будуть більш конкретизованими, то системний адміністратор підприємства може встановити вже конкретну графічну оболонку *chroot*-оточення для більшості автоматизованих робочих місць підприємства (наприклад, KDE SC, GNOME, Unity, LXDE, Windows-подібну графічну оболонку *XPde*, тощо [3]). Зробити це можна за допомогою команди: *apt-get install назва_графічної_оболнки*

Якщо ж апаратно-програмний комплекс планується використовувати для різнопланових задач, то пропонується використовувати *bash*-сценарії для полегшення адміністрування віртуальних машин (у *bash*-сценаріях використовувати стандартні команди для роботи з файлами на кшталт *cp*, *mv*, *rm* тощо та/або розробити власну систему електронного аудиту операційних систем із залученням СУБД).

Висновки

Перетворення ЕОМ автоматизованих робочих місць підприємства на Х-термінали дає змогу суттєво скоротити витрати підприємства на оновлення та налаштування ПЗ, на виявлення та знешкодження вірусного, шпигунського і шкідливого ПЗ, оновлення апаратного забезпечення й обслуговування ЕОМ АРМ-ів, аудиту та контролю робочого часу працівників тощо, адже бездисковий тонкий клієнт лише відтворює всі дії користувача, які опрацьовує LTSP-сервер. Окрім цього, перехід на термінальні сервери дозволяє значно спростити й апаратно зекономити на процедурі резервного копіювання і відновлення даних, розв'язати проблему контролюваного використання телекомунікаційних технологій підприємства.

Кожен Х-термінал має бути оснащеним gPXE-клієнтом. Якщо материнська плата Х-клієнта не підтримує завантаження по мережі, то ЕОМ тонкого користувача потрібно обладнати середовищем gPXE одним із способів, вказаним у цій публікації. Вибір способу залежить від системного адміністратора підприємства, який враховує особливості автоматизованих робочих місць підприємства. В статті наведено низку способів оснащення Х-терміналів середовищем gPXE.

Віртуальні ОС зберігаються у вигляді файлів, з якими досить зручно проводити стандартні маніпуляції (копіювання/видалення). За допомогою операції копіювання можна різко скоротити час на розповсюдження й адміністрування клієнтських ОС, при виведенні з ладу певної ОС системи проблема вирішується шляхом видалення файлу та заміни його новим файлом з ОС.

Література

1. *Загороднюк С.П.* Організація робочих місць в режимі бездискових робочих станцій на основі програми LTSP. Налаштування сервера, тестування сумісності і швидкодії / С.П. Загороднюк, Я.О. Шевченко, О.С. Баужа, А.Г. Донець // Науковий журнал «Інженерія програмного забезпечення» (Software Engineering). — Київ, 2015. — № 2, (22). — ISSN 2306-6512.
2. *Загороднюк С.П.* Організація робочих місць в режимі бездискових робочих станцій. Налаштування робочих станцій на підтримку протоколу мережевого завантаження gPXE / С.П. Загороднюк, О.С. Баужа, Я.О. Шевченко, А.Г. Донець // Науковий журнал «Інженерія програмного забезпечення» (Software Engineering). — Київ, 2015. — № 3, (23). — ISSN 2306-6512.
3. *Стахнов А.А.* Сетевое администрирование Linux / А.А. Стахнов. — Санкт-Петербург: BHV-Петербург, 2004. — 480 с.
4. *Глобальна веб-програма для генерації файлів-образів з програмним кодом протоколу PXE* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://rom-o-matic.net/>.
5. *Michael M.* System V Application Binary Interface AMD64 Architecture Processor Supplement / [Електронний ресурс] / М. Michael, J. Hubicka, A. Jaeger, M. Mitchell. — Режим доступу: http://www.x86-64.org/documentation_folder/abi.pdf.
6. *Маркелов А.* Использование бездисковых Linux-станций с загрузкой по сети [Електронний ресурс] / А. Маркелов // Проект «Линукс-Центр». — Режим доступу: <http://www.linuxcenter.ru/lib/articles/networking/thinstation.phtml>.
7. *Surhone L.M.* GPXE / L.M. Surhone, M.T. Tennoe, S.F. Henssonow. — Betascript Publishing, 2010. — 68 p.
8. *Russell J.* OpenThinClient / J. Russell, R. Cohn. — Bookvika Publishing, 2012. — 100 p.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СЕТЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ ТОНКОГО КЛИЕНТА

Я.А. Шевченко

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко

А.А. Мошенский

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрены технологические аспекты настройки аппаратно-программного комплекса, сформированного на базе операционной системы Linux Debian x86 с установленным терминальным сервером LTSP, и приведены рекомендации по аппаратному обеспечению терминального сервера. Продемонстрирован ряд способов для совершенствования бездисковых ЭО после оборудования их поддержкой среды удаленной загрузки операционных систем по сети (gPXЕ) для одновременного соединения бездисковых рабочих станций с терминальным сервером LTSP. Сформулированы рекомендации по оборудованию тонких клиентов средой gPXЕ, обращено внимание на особенности настройки сетевой инфраструктуры для функционирования аппаратно-программного комплекса и усовершенствовано администрирование виртуальных машин аппаратно-программного комплекса в виде bash-сценариев.

Ключевые слова: *бездисковая рабочая станция, тонкий клиент, LAN, модификация, gPXЕ, BIOS, LTSP, виртуальная машина, bash-сценарии.*

УДК 664.6 : 665.2

METHODS OF SITUATIONAL CONTROL OF MULTIPURPOSE PRODUCTION

A. Ladanyuk, V. Ivashchuk, R. Boyko, O. Savchuk

National University of Food Technologies

Key words: <i>Multi-agent environment Situational control Assortment Production</i>	ABSTRACT The comprehensive approach is presented for the known prototypes of “situation-action” form, which are complemented by a formulation and methods for solving new problems. The paper describes requirements for the application of situational control. The order of formation of situational agents for formalizing the system behavior has been presented. The issues of using multi-agent systems for manufacturing process have been specified. Attention has been paid to the terms of the existing restrictions on raw materials, energy resources, volumes and quality when using situational control. The prospects for further application to solving the problems of forecasting, diagnosis and management decisions have been specified.
Article history: Received 12.02.2016 Received in revised form 25.02.2016 Accepted 18.03.2016	
Corresponding author: A. Ladanyuk E-mail: npnuht@ukr.net	

МЕТОДИ СИТУАЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ БАГАТОАСОРТИМЕНТНИМ ВИРОБНИЦТВОМ

А.П. Ладанюк, В.В. Іващук, Р.О. Бойко, О.В. Савчук

Національний університет харчових технологій

У статті обґрунтовано комплексний підхід для прототипів «ситуація-дія», які доповнено постановкою та методами розв’язання нових задач. Окреслено вимоги до умов застосування ситуаційного керування. Визначено порядок формування ситуаційних агентів для формалізації поведінки системи. Вказано на проблеми використання багатоагентних систем для технологічного виробництва. Акцентовано увагу на умовах дотримання існуючих обмежень на сировину, енергетичні ресурси, об’єми та якість продукції при використанні ситуаційного керування. Вказано на перспективи подальшого застосування для розв’язання задач прогнозування, діагностики, прийняття управлінських рішень.

Ключові слова: *багатоагентне середовище, ситуаційне керування, асортимент, виробництво.*

Постановка проблеми. Ситуаційне керування набуває практичної значимості у зв’язку з поширенням дискретних явищ, в тому числі і для гібридного керування динамічними процесами. Спрощення процесів і наближення до ефективних дискретно-неперервних процесів у промисловому виробництві суттєво збільшує можливості технологічних комплексів для багатоасортиментного виробництва [1, 2, 3, 4]. Поєднання методів координації підсистем складних комплексів із ситуаційним керуванням і використанням когнітивних підходів

надає можливість підвищити ефективність керувальних дій на основі технологічних і техніко-економічних критеріїв оптимальності. Особливого значення ситуаційне керування набуває в багатоасортиментному виробництві, коли постійно змінюється стан технологічного комплексу, попит на продукцію щодо її асортименту, необхідності застосування енергоощадних методів без втрати обсягу виробництва та якості всіх видів продукції.

Метою дослідження є обґрунтування комплексного підходу для прототипів «ситуація-дія», які доповнюються постановкою та методами розв'язання нових задач.

Матеріали і методи. Приймається, що система (автоматизований технологічний комплекс) та її процес функціонування відповідають початковим вимогам щодо кількості, асортименту та якості продукції, а в подальшому необхідно змінити параметри та (чи) структуру системи з урахуванням нових умов роботи. Це відповідає процесу навчання, що базується на інтелектуальних методах, зокрема використанні штучних нейронних мереж. Когнітивні методи використовують підходи, які відповідають когнітивній психології, наприклад, на базі когнітивних карт або ситуаційних агентів. Тоді в автоматизованій системі виділяються множини: датчиків, перетворювачів, вимірювальних приладів — сенсорів $SN = \{sn_i\}_{i=1}^{ns}$, ситуаційних агентів $CA = \{ca_j\}_{j=1}^{na}$, пристроїв керування — ефекторів $U = \{u_k\}_{k=1}^{mu}$, мотивів-причин $M = \{m_l\}_{l=1}^{nm}$.

Ситуаційний агент — упорядкована контекстна множина ситуаційних елементів. Для появи у системи нової поведінки необхідно створити новий ситуаційний агент або модифікувати один з існуючих. Такий підхід потрібен для можливості формалізації моделі навчання (керування), причому кожен сенсорний **sn** формується моделлю елементарної властивості й описується нечіткою характеристикою стану (активністю), а ситуаційний елемент **se** контекстного ланцюжка характеризується нечітким прототипом ситуації — \hat{S} , нечітким прототипом керування \hat{R} , контекстним зв'язком K , мотивованим зв'язком M . Такий підхід використаний для управління робототехнічним комплексом [2].

Для технологічних комплексів неперервного типу когнітивні карти, насамперед нечіткі, надають можливість перейти від моделі керування «ситуація-дія» до нечітких моделей «ситуація-стратегія керування-дія» у поєднанні з багатоагентним підходом, що забезпечує:

- подання набору еталонних описів системи у вигляді типових нечітких ситуацій — нечітких множин другого рівня (частинних нечітких когнітивних карт) на узагальненій нечіткій когнітивній карті;
- опис поточного стану системи у вигляді нечіткої ситуації;
- вибір цільової ситуації з множини всіх типових ситуацій і нечіткою комунікаційною мережею на основі аналізу визначених значень системних показників узагальненої нечіткої когнітивної карти;
- побудову нечіткої ситуаційної мережі з використанням заданих станів нечітких відношень і нечіткої продуктивної моделі «ситуація-дія», яка визначає ступінь відповідності керувальних рішень нечітким еталонним ситуаціям;

- набір продукції без їх явного опису для вибору рішень у поточній ситуації відповідно до стратегії керування — нечітким маршрутом у нечіткій ситуаційній мережі між початковою та цільовою ситуаціями.

Для багатоасортиментного виробництва моделі «ситуація-стратегія керування-дія» менш критичні до якості експертної інформації, тому що вибір рішення опирається не на пряме формулювання алгоритму керування, а на інформацію, яка визначає цей вибір.

Виклад основних результатів дослідження. Для багатоасортиментного виробництва необхідно виконати декомпозицію зазначеного процесу керування технологічним комплексом. Це пов'язано з тим, що ситуаційне керування фактично зводиться до процесів прийняття рішень за певних умов з урахуванням ряду невизначеностей, але реалізуються ці рішення в системах автоматизації, які для багатоасортиментного виробництва мають ряд особливостей. Наприклад, на відміну від інших виробництв, технологічні комплекси багатоасортиментного виробництва при зміні асортименту продукції змінюють не лише технологічні режими, а й структуру за рахунок зміни технологічних агрегатів, що призводить до необхідності реалізації не лише функцій стабілізації технологічних параметрів, а й виконання запуску та зупинки різного обладнання.

З урахуванням особливостей багатоасортиментного виробництва ситуаційне керування потребує таких процедур:

1. Формування ієрархічної структури об'єкта керування на консультаційному рівні:

- технологічний оператор (елементарний технологічний процес) → загальний технологічний процес(технологічний агрегат) → технологічна підсистема (відділення) → виробництво(основне, допоміжне) → підприємство(завод);

- оцінка стану підсистеми, технологічного і виробничого комплексів на основі когнітивних карт (у тому числі і нечітких), порадчих систем з нечіткою логікою в класі «ситуація-дія» або «ситуація-спостережне управління-дія», відображення системи керування за допомогою нечіткої ситуаційної мережі у вигляді нечіткого явного графу переходів за еталонними ситуаціями залежно від початкової та цільової ситуації.

2. Виділення множини факторів, які зумовлені технологічними відхиленнями від розрахункових (регламентованих) технологічних режимів, станів технологічного обладнання (зношення, поломки), забезпечення енергоресурсами (пара, електроенергія — її витрата та якість), стан системи автоматизації (технічних засобів, програмного та інформаційного забезпечення) для оцінки множини ситуацій, у яких може знаходитись технологічний комплекс та окремі підсистеми:

- прийняття адекватних оперативних рішень керування після ідентифікації поточної інформації й прогнозування розвитку подій та їх наслідків;

- формування структури системи керування для стабілізації або оптимізації технологічних режимів з підсистемами підтримки прийняття рішень й оцінкою техніко-економічних показників функціонування об'єкта.

При формалізації задач керування доцільно виділити такі аспекти: в режимі нормального функціонування складні об'єкти характеризуються певними показниками технологічних режимів і готової продукції, що знаходяться у

визначених діапазонах $\Pi = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n\}$, тоді керувальні дії не потрібні, точніше — не потрібно їх змінювати.

Такий режим характеризується тим, що технологічна ситуація $S(t) \subseteq S^H$ — множини ситуацій нормального функціонування. В цьому випадку забезпечується максимум часу функціонування за умов існуючих обмежень на сировину, енергетичні ресурси, об'єми та якості продукції.

Для забезпечення тривалого функціонування технологічного комплексу необхідно постійно здійснювати контроль його стану, визначення проблемної ситуації та прогнозування її розвитку. Якщо виникла поточна ситуація $S(t)$ і відома вихідна (штатна) ситуація S^H , то оцінити можливі відхилення можна за алгоритмом:

$$\begin{aligned} \text{if } \rho(S(t), S^H) \leq \Delta, \text{ then } S(t) \subseteq S^H, \text{ else if} \\ \rho(S(t), S^H) > \Delta, \text{ then } S(t) \not\subseteq S^H. \end{aligned} \quad (1)$$

Відхилення поточної ситуації від штатної може викликатись різними причинами — випадковими невизначеностями або необхідністю зміни показників процесу функціонування, тому, крім виявлення поточної ситуації й оцінки її характеристик, необхідно визначити план керувальних дій для досягнення потрібного режиму за обраною траєкторією. Для багатоасортиментного виробництва ситуаційне керування поєднується з класичними задачами оптимальних рішень Майєра, Лагранжа, Больца. Така спроба була зроблена в [5], коли, наприклад, задача Майєра для оперативного ситуаційного керування трактується як вибір кінцевого значення стану об'єкта та формалізується так:

- ситуація-керування $\langle S(t), S^H \rangle$;
- оцінка досяжності робочого стану $S_j^H \in S^H$;
- відповідність критерія оптимальності обраній ситуації

$$W(S_j^H) = \max W(S_k^H : \forall S_k^H \in S^H), \quad (2)$$

де індекс «*k*» — кінцевий стан.

Задача Лагранжа трактується як вибір траєкторії переведення об'єкта в кінцевий стан (ситуацію), а задача Больца певною мірою об'єднує попередні.

Для формування функціональної структури системи автоматизації багатоасортиментним виробництвом використовуються ефективні методи сучасної теорії керування [6—8]. Приймаючи за основу ситуаційний підхід, для підвищення ефективності керування технологічними процесами, агрегатами та комплексами необхідно використовувати додаткові методи та підходи, наприклад, багатомірні й багатопараметричні регулятори, у тому числі нейронечіткі, які мають можливість адаптації до зміни параметрів і/чи структури. Для покращення взаємодії між окремими підсистемами ефективними є як методи координації, так і сценарно-цільовий підхід, ситуаційне керування з додатковою обробкою часових рядів із застосуванням вейвлет перетворень, алгоритми діагностики та прогнозування тощо.

Особливого значення в останні роки набувають методи керування складними об'єктами в умовах невизначеності, коли ефективними підходами є інтелектуальні підсистеми підтримки прийняття рішень і робастно-оптимальні підсистеми.

Для технологічних об'єктів, крім загальних вимог робастної стійкості та якості, особливого значення набуває робастна стійкість технологічного процесу (технологічного режиму), що безпосередньо визначає якість готового продукту. Найбільш характерними видами невизначеності для багатоасортиментного виробництва в задачах робастного керування є параметрична, яка для передаточної функції задається так:

$$W(s, q) = \frac{A(s, q)}{B(s, q)}, \quad q \in Q, \quad (3)$$

де s — комплексна змінна; q — параметри (коефіцієнти невизначеності), які лежать у діапазоні:

$$Q = \{ \underline{q}_i \leq q_i \leq \bar{q}_i \}. \quad (4)$$

Використовуються також частинні оцінки невизначеності, наприклад, для передаточної функції

$$W(s) = W_0(s) + \Delta W(s) \quad (5)$$

частинну невизначеність відносять до певного класу

$$|\Delta W(j\omega)| \leq |W(j\omega)|. \quad (6)$$

Висновки

Таким чином, багатоасортиментне виробництво об'єктивно відноситься до окремого класу об'єктів керування, маючи ряд характерних ознак, що потребує використання адекватних методів для підвищення показників процесу керування.

Перспективним напрямом є також використання для моделювання складних об'єктів байсовських мереж, які використовують для розв'язання задач прогнозування, передбачення, діагностики, прийняття управлінських рішень та автоматичного керування [9].

Література

1. Ладанюк А.П. Ситуационное координирование подсистем технологических комплексов непрерывного типа / А.П. Ладанюк, Д.А. Шумидай, Р.О. Бойко // Международный научно-технический журнал «Проблемы управления и автоматика». — Киев: Институт космических исследований НАН Украины и НКА Украины. — 2013. — № 4. — С. 117—122.

2. Каргин А.А. Когнитивная модель формирования прототипов в задаче самообучения системы ситуационного управления / А.А. Каргин, Н.В. Крачковский // Електротехнічні та комп'ютерні системи. — 2013. — № 9. — С. 71—77. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/etks_2013_9_12.

3. Бойко Р.О. Нечёткая когнитивная карта для анализа функционирования технологического комплекса / Р.О. Бойко, В.В. Ивашук, А.П. Ладанюк // Оралдың ғылым жаршысы: серия Математика, физика. — Казакстан: ЖШС «Уралнаучкнига» — 2014. — № 40 (119). — С. 25 — 30.

4. Савчук О.В. Розробка когнітивної моделі для аналізу функціонування технологічного комплексу молочного заводу / О.В. Савчук, А.П. Ладанюк // Технологический аудит и резервы производства. — 2015. — № 4 (3). — С. 46—50. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2015_4\(3\)_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tatrv_2015_4(3)_10).

5. Куандыков А.А. Задачи ситуационного управления сложными объектами и их особенности / А. А. Куандыков // Системы обработки информации. — 2008. — Вып. № 2. — С. 6—11. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2008_2_4.

6. Ладанюк А.П. Методи сучасної теорії управління : навч. посіб. для студ. ВНЗ / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук; Нац. ун-т харч. технологій. — Київ: НУХТ, 2010. — 195 с.

7. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко [та ін.]. — Київ: Інтер Логістик Україна, 2015. — 408 с.

8. Луцька Н.М. Ладанюк А.П. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами. Монографія. — Київ: Видавництво Ліра-К, 2015.— 288 с.

9. Байсєвські мережі в системах підтримки прийняття рішень [Текст]: навч. посібник / М.З. Згуровський, П.І. Бідюк, О.М. Терентьев, Т.І. Просянкін-Жарова; Національний техн. університет України «Київський політехнічний Інститут». — Київ: [ТОВ «Вид. підприємство «Едельвейс»)], 2015. — 300 с.

МЕТОДИ СИТУАЦІОННОГО УПРАВЛЕННЯ МНОГОАССОРТИМЕНТНИМ ПРОИЗВОДСТВОМ

А.П. Ладанюк, В.В. Іващук, Р.О. Бойко, О.В. Савчук

Национальный университет пищевых технологий

В статье обоснован комплексный подход к прототипам «ситуация-действие», которые дополняются постановкой и методами решения новых задач. Определены требования к условиям применения ситуационного управления. Указан порядок формирования ситуационных агентов для формализации поведения системы. Описаны проблемы использования многоагентных систем для технологического производства. Акцентировано внимание на условиях обеспечения существующих ограничений на сырье, энергетические ресурсы, объемы и качество продукции при использовании ситуационного управления. Представлены перспективы дальнейшего применения для решения задач прогнозирования, диагностики и принятия управленческих решений.

Ключевые слова: *многоагентная среда, ситуационное управление, ассортимент, производство.*

ANTIMICROBIAL ACTION OF *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMV B-7241 SURFACTANTS ON SOME CONDITIONALLY PATHOGENIC BACTERIA

I. Savenko, D. Andreyko, T. Pirog
National University of Food Technologies

<p>Key words: <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMV B-7241 Microbial surfactants Antimicrobial properties Minimum inhibitory concentration</p> <hr/> <p>Article history: Received 15.02.2016 Received in revised form 04.03.2016 Accepted 20.03.2016</p> <hr/> <p>Corresponding author: T. Pirog E-mail: npnuht@ukr.net</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>The minimum inhibitory concentration (MIC) of <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMV B-7241 surfactants relatively to conditionally pathogenic bacteria (<i>Proteus vulgaris</i> БТ-1, <i>Staphylococcus aureus</i> БМC-1, <i>Pseudomonas aeruginosa</i> П-55, <i>Enterobacter cloacae</i> АС-22) was established. The dependence of antimicrobial properties of surfactants on the nature of carbon source in the cultivation medium (ethanol, glycerol, n-hexadecane) and the presence of a yeast autolysate and certain microelements were determined. The elimination of yeast autolysate and microelements mix from the medium was accompanied by the decrease of antimicrobial properties of synthesized surfactants. The MIC value of surfactants synthesized on glycerol, ethanol and n-hexadecane over yeast autolysate and microelements relatively to the test-cultures was 34.0—67.5, 37.5—75.0 and 27.0—108.0 µg/ml, respectively.</p>
---	---

АНТИМІКРОБНА ДІЯ ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНИХ РЕЧОВИН *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMV B-7241 НА ДЕЯКІ УМОВНО ПАТОГЕННІ БАКТЕРІЇ

І.В. Савенко, Д.В. Андрейко, Т.П. Пирог
Національний університет харчових технологій

У статті експериментально встановлено мінімальну інгібуючу концентрацію (МІК) поверхнево-активних речовин (ПАР) *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241 щодо умовно патогенних бактерій (*Proteus vulgaris* БТ-1, *Staphylococcus aureus* БМC-1, *Pseudomonas aeruginosa* П-55, *Enterobacter cloacae* АС-22). Показано залежність антимікробних властивостей ПАР від природи джерела вуглецю в середовищі культивування (етанол, гліцерин, н-гексадекан) і наявності в ньому дріжджового автолізу та певних мікроелементів. Виключення зі складу поживного середовища дріжджового автолізу і суміші мікроелементів супроводжувалося зниженням антимікробних властивостей синтезованих ПАР. Значення МІК поверхнево-активних речовин, отриманих на гліцерині, етанолі та н-гексадекані за наявності дріжджового автолізу і мікроелементів, становило 34,0—67,5, 37,5—75,0 і 27,0—108,0 мкг/мл відповідно.

Ключові слова: *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241, мікробні поверхнево-активні речовини, антимікробні властивості, мінімальна інгібуюча концентрація.

Постановка проблеми. До небезпечних, умовно патогенних мікроорганізмів лікарняних приміщень належать бактерії родів *Proteus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* та *Enterobacter*, здатні спричиняти різноманітні захворювання [1—4]. Так, стафілококи вважаються найбільш поширеними збудниками інфекцій: *Staphylococcus aureus* є причиною більшості внутрішньолікарняних інфекцій, що зумовлюють виникнення післяопераційних ускладнень [1].

Серед інфекційних захворювань одними із найнебезпечніших вважають протейні інфекції. Бактерії роду *Proteus* є причиною гнійно-запальних процесів, хвороб шлунково-кишкового тракту, перебіг яких особливо важкий у дітей раннього віку. Крім того, *Proteus vulgaris* здатний підсилювати патогенну дію інших збудників захворювань [2].

З літератури [3] відомо, що не менш небезпечним умовно-патогенним мікроорганізмом є *Pseudomonas aeruginosa*, який спричиняє широкий спектр захворювань у людей: менінгіт, пневмонії, абсцеси печінки і мозку, запалення сечостатевої системи, харчові токсикоінфекції тощо. Величезну роль ці бактерії відіграють у гнійно-запальних ускладненнях післяопераційних ран та опіків, які практично не лікуються антибіотикотерапією і тому викликають летальні наслідки [3].

Ще одним досить небезпечним умовно-патогенним мікроорганізмом є *Enterobacter cloacae*, який хоч і входить до складу нормальної мікрофлори людини, проте досить часто викликає порушення шлунково-кишкового тракту та внутрішньолікарняні пневмонії. При потраплянні ентеробактерій у кровотік виникає септицемія — захворювання, в результаті якого ці мікроорганізми поширюються по всіх органах і системах людини [4].

Підвищення резистентності мікроорганізмів до антибіотиків і, як результат, неефективність антибіотикотерапії, спонукало дослідників до пошуку нових ефективних антимікробних засобів. З літератури відомо [5] про антимікробну дію мікробних ПАР. Раніше було досліджено антимікробні властивості препаратів ПАР *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241 щодо деяких мікроорганізмів [6—7], проте вплив цих ПАР на умовно патогенні бактерії не вивчали.

Мікробні ПАР є вторинними метаболітами і, як правило, синтезуються у вигляді комплексу подібних сполук (аміно-, гліко-, фосфо- і нейтральних ліпідів). У попередніх дослідженнях [8] було показано залежність синтезу поверхнево-активних речовин від природи джерела вуглецевого живлення (етанол, гліцерин, *n*-гексадекан) та наявності факторів росту і певних мікроелементів у середовищі культивування *A. calcoaceticus* IMB B-7241.

Мета дослідження. Вивчення антимікробних властивостей ПАР, синтезованих у різних умовах культивування *A. calcoaceticus* IMB B-7241, щодо деяких умовно патогенних бактерій.

Матеріали і методи. Культивування *A. calcoaceticus* IMB B-7241 здійснювали в рідкому мінеральному середовищі такого складу (г/л): $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ — 0,35;

NaCl — 1,0; Na₂HPO₄·12H₂O — 0,6; KH₂PO₄ — 0,14; MgSO₄·7H₂O — 0,1, вода дистильована — до 1 л; рН 6,8—7,0. У середовище також додатково вносили дріжджовий автолізат — 0,5 % (об'ємна частка) і розчин мікроелементів — 0,1 % (об'ємна частка), що містив (г/100 мл): ZnSO₄·7H₂O — 1,1; MnSO₄·H₂O — 0,6; FeSO₄·7H₂O — 0,1; CuSO₄·5H₂O — 0,004; CoSO₄·7H₂O — 0,03; H₃BO₃ — 0,006; KI — 0,0001; ЕДТА (Трилон Б) — 0,5 [8].

Як джерело вуглецю й енергії використовували етанол, *n*-гексадекан у концентрації 2 % (об'ємна частка) та гліцерин — 1 % (об'ємна частка).

В одному з варіантів у середовище з етанолом і *n*-гексадеканом замість дріжджового автолізату і розчину мікроелементів вносили Cu²⁺ (0,16 мкмоль/л) і Fe²⁺ (3,6 мкмоль/л), а в середовище з гліцерином — Zn²⁺ (38 мкмоль/л), Cu²⁺ (0,16 мкмоль/л) і K⁺ у концентрації 0,21 ммоль/л, як описано у праці [8].

Культивування здійснювали у 750 мл колбах зі 100 мл середовища на качалці (320 об/хв) при 30 °С впродовж 120 год. Як посівний матеріал використовували культуру *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 з експоненційної фази росту, вирощену в рідкому середовищі наведеного вище складу з етанолом, *n*-гексадеканом та гліцерином у концентрації 0,5 % (об'ємна частка). Кількість інокуляту — 5 % від об'єму середовища (10⁴—10⁵ клітин/мл). Культивування здійснювали у 750 мл колбах зі 100 мл середовища на качалці (320 об/хв) при 30 °С упродовж 48 год.

Для досліджень використовували поверхнево-активні речовини, екстраговані з супернатанту культуральної рідини сумішшю Фолча (хлороформ:метанол, 2:1), як описано раніше [6].

Як тест-культури під час визначення антимікробних властивостей ПАР використовували бактерії (*Proteus vulgaris* БТ-1, *Staphylococcus aureus* БМС-1, *Pseudomonas aeruginosa* П-55, *Enterobacter cloacae* АС-22) з колекції живих культур кафедри біотехнології і мікробіології Національного університету харчових технологій.

Антимікробні властивості поверхнево-активних речовин аналізували за показником мінімальної інгібуючої концентрації (МІК). Визначення МІК здійснювали методом двократних серійних розведень у м'ясо-пептонному бульйоні (МПБ), як описано у [9]. Результати оцінювали візуально по помутнінню середовища: (+) — пробірки, де спостерігалось помутніння середовища, (–) — помутніння було відсутнє. МІК розчину ПАР визначали як середнє значення між концентраціями ПАР в останній пробірці, де ріст був відсутній, і в першій, де він був наявний.

Результати і обговорення. У табл. 1 і 2 наведено мінімальні інгібуючі концентрації поверхнево-активних речовин, синтезованих *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на гліцерині, щодо тест-культур.

Експерименти показали, що виключення зі складу середовища дріжджового автолізату і суміші мікроелементів та заміна їх на сульфат міді, сульфат цинку і хлорид калію супроводжувалися зниженням показника мінімальної інгібуючої концентрації у 2,2—4,4 раза, за винятком МІК щодо *E. cloacae* АС-22, значення якого незалежно від умов культивування продуценту ПАР було практично однаковим і становило 34—37,5 мкг/мл (табл. 1 і 2).

БІОТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця 1. Визначення мінімальної інгібуючої концентрації ПАР, синтезованих *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на гліцерині за наявності дріжджового автолізату і мікроелементів

№ п/п	Розведення	ПАР, мкг/мл	Ріст тест-культури			
			<i>P.vulgaris</i> БТ-1	<i>E.cloacae</i> АС-22	<i>S.aureus</i> БМС-1	<i>P.aeruginosa</i> П-55
1	1:1	715	–	–	–	–
2	1:2	358	–	–	–	–
3	1:4	179	–	–	–	–
4	1:8	90	–	–	–	–
5	1:16	45	–	–	+	–
6	1:32	23	+	+	+	+
7	1:64	12	+	+	+	+
8	1:128	6	+	+	+	+
9	1:256	3	+	+	+	+
МІК			34	34	67,5	34

Примітки: табл. 1 і 2: «–» ріст відсутній, «+» ріст наявний.

Таблиця 2. Мінімальна інгібуюча концентрація ПАР, синтезованих на гліцерині за наявності КCl, CuSO₄ і ZnSO₄

№ п/п	Розведення	ПАР, мкг/мл	Ріст тест-культури			
			<i>P.vulgaris</i> БТ-1	<i>E.cloacae</i> АС-22	<i>S.aureus</i> БМС-1	<i>P.aeruginosa</i> П-55
1	1:1	800	–	–	–	–
2	1:2	400	–	–	–	–
3	1:4	200	–	–	–	–
4	1:8	100	+	–	+	–
5	1:16	50	+	–	+	+
6	1:32	25	+	+	+	+
7	1:64	12	+	+	+	+
8	1:128	6	+	+	+	+
9	1:256	3	+	+	+	+
МІК			150	37,5	150	75

Схожі закономірності спостерігали при дослідженні антимікробних властивостей ПАР, синтезованих за умов росту *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на *n*-гексадекані та етанолі (табл. 3). Так, мінімальна інгібуюча концентрація поверхнево-активних речовин, одержаних на середовищі із сульфатом міді та заліза (37,5—265,0 мкг/мл), була вищою в 1,3—3,6 раза порівняно з МІК ПАР, синтезованих за наявності дріжджового автолізату і розчину мікроелементів (27—108 мкг/мл).

Таблиця 3. Мінімальна інгібуюча концентрація ПАР штаму ІМВ В-7241, синтезованих на етанолі і *n*-гексадекані

Субстрат	Наявність у середовищі факторів росту	МІК (мкг/мл) щодо			
		<i>P.vulgaris</i> БТ-1	<i>E.cloacae</i> АС-22	<i>S.aureus</i> БМС-1	<i>P.aeruginosa</i> П-55
1	2	3	4	5	6
Етанол	дріжджовий автолізат, розчин мікроелементів	75	75	75	37,5
	CuSO ₄ , FeSO ₄	135	135	265	135

1	2	3	4	5	6
н-Гексадекан	дріжджовий автолізат, розчин мікроелементів	27	27	108	108
	CuSO ₄ , FeSO ₄	37,5	70,5	141	141

Антимікробні властивості ПАР *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 також залежали і від природи джерела вуглецевого живлення (табл. 4). Так, поверхнево-активні речовини, синтезовані на гліцерині, ефективніше інгібували ріст досліджуваних тест-культур (МІК 34,0—67,5 мкг/мл), порівняно з ПАР, отриманими в аналогічних умовах культивування на етанолі і н-гексадекані, (МІК 37,5—75,0 і 27—108 мкг/мл відповідно).

Таблиця 4. Вплив джерела вуглецю на антимікробні властивості розчину ПАР *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241

Тест-культура	МІК (мкг/мл) за наявності ПАР, синтезованих на		
	гліцерині	Етанолі	н-гексадекані
<i>P. vulgaris</i> БТ-1	34	75	27
<i>E. cloacae</i> АС-22	34	75	27
<i>S. aureus</i> БМС-1	67,5	75	108
<i>P. aeruginosa</i> П-55	34	37,5	108

Примітка: середовище для культивування містило дріжджовий автолізат і мікроелементи.

Слід зазначити, що встановлені нами показники мінімальної інгібуючої концентрації ПАР *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 щодо досліджуваних бактерій родів *Staphylococcus* та *Pseudomonas*, є значно нижчими (34—108 мкг/мл), порівняно з МІК ліпопептидів *Bacillus subtilis* МТСС 441 і рамноліпідів *P. aeruginosa* RWI (250 та 8000 мкг/мл) [10, 11]. МІК штаму ІМВ В-7241 також є нижчими щодо *S. aureus* БМС-1 (67,5–108 мкг/мл), ніж МІК поверхнево-активних речовин *P. aeruginosa* MR01 та *P. aeruginosa* MASH1 щодо *S. aureus* АТСС 29213 (128—512 мкг/мл) [12]. Цікавим виявився ще і той факт, що у [12] найвища (512 мкг/мл) досліджувана концентрація препаратів обох штамів не пригнічувала ріст *P. aeruginosa* АТСС 27853, на відміну від ПАР *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241, МІК яких щодо *P. aeruginosa* П-55 становила 34—108 мкг/мл.

Висновки

Отримані дані свідчать про залежність біологічних властивостей поверхнево-активних речовин від умов культивування продуцента, що доводить необхідність досліджень з метою одержання препаратів із стабільними біологічними властивостями. Встановлено, що найефективнішими антимікробними агентами щодо всіх досліджуваних тест-культур виявилися ПАР, синтезовані *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на гліцерині (МІК 34,0—67,5 мкг/мл), що засвідчує можливість їх використання як ефективних антимікробних агентів у складі нових дезінфікуючих засобів.

Література

1. Cihalova K. Staphylococcus aureus and MRSA growth and biofilm formation after treatment with antibiotics and SeNPs / K. Cihalova, D. Chudobova, P. Michalek [et al.] // Int. J. Mol. Sci. — 2015. — Vol. 16, # 10. — P. 24656—24672. doi: 10.3390/ijms161024656.

2. Wang Y., Pan X. Proteus In: Encyclopedia of food safety. — London: Academic Press, 2014. — Vol. 1. — 563 p.
3. Crousilles A. Which microbial factors really are important in Pseudomonas aeruginosa infections? / A. Crousilles, E. Maunders, S. Bartlett [et al.] // Future Microbiol. — 2015. — Vol. 10, # 11. — P. 1825—1836. doi: 10.3390/ijms161024656.
4. Wang H. Enterobacter cloacae infections after anterior cervical decompression and fusion: case study and literature review / H. Wang, L. Wang, Y. Yang [et al.] // Int. J. Clin. Exp. Med. — 2015. — Vol. 8, # 3. — P. 3438—3446.
5. Пирог Т.П. Антиадгезивные свойства поверхностно-активных веществ Acinetobacter calcoaceticus ИМВ В-7241, Rhodococcus erythropolis ИМВ АС-5017 и Nocardia vaccinii ИМВ В-7405 / Т.П. Пирог, А.Д. Конон, К.А. Береговая и др. // Микробиология. — 2014. — Т. 4, № 6. — С. 631—639.
6. Pirog T.P. Effect of surface-active substances of Acinetobacter calcoaceticus IMV B-7241, Rhodococcus erythropolis IMV Ac-5017, and Nocardia vaccinii K-8 on phytopathogenic bacteria / T.P. Pirog, A.D. Konon, A.P. Sofilkanych [et al.] // Appl. Biochem. Microbiol. — 2013. — Vol. 49, # 4. — P. 360—367.
7. Pirog T. Intensification of surfactants' synthesis by Rhodococcus erythropolis IMV Ac-5017, Acinetobacter calcoaceticus IMV B-7241 and Nocardia vaccinii K-8 on fried oil and glycerol containing medium / T. Pirog, A. Sofilkanych, A. Konon [et al.] // Food Bioprod. Proces. — 2013. — Vol. 91, # 2. — P. 149—157.
8. Пирог Т.П. Влияние факторов роста и некоторых микроэлементов на синтез поверхностно-активных веществ Acinetobacter calcoaceticus ИМВ В-7241 / Т.П. Пирог, Т.А. Шевчук, О.Ю. Мащенко и др. // Микробиол. журнал. — 2013. — Т. 75, № 5. — С. 19—27.
9. Mazzola P. Minimal inhibitory concentration (MIC) determination of disinfectant and/or sterilizing agents / P. Mazzola, A. Jozala, L. Lencastre-Novaes [et al.] // Braz. J. Pharm. Sci. — 2009. — Vol. 45, # 2. — P. 241—248. doi: org/10.1590/S1984-82502009002008.
10. Yalcyn E. Screening the antimicrobial activity of biosurfactants produced by microorganisms isolated from refinery wastewaters / E. Yalcyn, A. Ergene // J. Appl. Biol. Sci. — 2009. — Vol. 3, # 2. — P. 163—168.
11. Irfan M. In vitro synergistic effect of biosurfactant produced by Bacillus subtilis MTCC 441 against drug resistant Staphylococcus aureus / M. Irfan, S-K. Shahi, P. Sharma // J. Appl. Pharm. Sci. — 2015. — Vol. 5, # 3. — P. 113—116.
12. Lotfabad B. Assessment of antibacterial capability of ramnolipids produced by two indigenous Pseudomonas aeruginosa strains / B. Lotfabad, F. Shahcheraghi, F. Shooraj // Jundishapur J. Microbiol. — 2013. — Vol. 6, # 1. — P. 29—35.

АНТИМИКРОБНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ АЦИНЕТОБАКТЕР CALCOACETICUS ИМВ В-7241 НА НЕКОТОРЫЕ УСЛОВНО ПАТОГЕННЫЕ БАКТЕРИИ

И.В. Савенко, Д.В. Андрейко, Т.П. Пирог

Национальный университет пищевых технологий

В статье экспериментально установлена минимальная ингибирующая концентрация (МИК) поверхностно-активных веществ (ПАВ) Acinetobacter calcoaceticus ИМВ В-7241 по отношению к условно патогенным бактериям (Proteus vulgaris БТ-1, Staphylococcus aureus БМС-1, Pseudomonas aeruginosa П-55, Enterobacter cloacae АС-22). Показана зависимость антимикробных свойств ПАВ от природы источника углерода в среде культивирования

(этанол, глицерин, *n*-гексадекан) и от наличия в нем дрожжевого автолизата и определенных микроэлементов. Исключение из состава питательной среды дрожжевого автолизата и смеси микроэлементов сопровождалось снижением антимикробных свойств синтезированных ПАВ. Значение МИК поверхностно-активных веществ, полученных на глицерине, этаноле и *n*-гексадекане в присутствии дрожжевого автолизата и микроэлементов, по отношению к исследуемым тест-культурам составило 34,0—67,5, 37,5—75,0 и 27,0—108,0 мкг/мл соответственно.

Ключевые слова: *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ В-7241, микробные поверхностно-активные вещества, антимикробные свойства, минимальная ингибирующая концентрация.

INTENSIFICATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES EXTRACTION FROM DANDELION (*TARAXACUM OFFICINALE* WIGG.)

K. Yablonska, L. Kosoholova

National Aviation University

Z. Romanova

National University of Food Technologies

Key words:

Extraction

Extractant

Herbs

*Dandelion (*Taraxacum officinale* Wigg.)*

Inulin

Flavonoids

Article history:

Received 19.02.2016

Received in revised form

01.03.2016

Accepted 10.03.2016

Corresponding author:

Z. Romanova

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

The biologically active substances of dandelion (*T. officinale* Wigg.), their main characteristics and influence on the human body were analyzed. Within the research, the aqueous extracts of dandelion (*T. officinale* Wigg.) with the high content of flavonoids and inulin were extracted for dietary needs. The optimum conditions for inulin extraction from roots and flavonoid extraction from flowers were determined, namely the ratio of raw materials: extractant 1:20, extraction temperature — 55 °C. The extraction was carried out using prepared water.

ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОТРИМАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН З КУЛЬБАБИ ЛІКАРСЬКОЇ (*TARAXACUM OFFICINALE* WIGG.)

К.М. Яблонська, Л.О. Косоголова

Національний авіаційний університет

З.М. Романова

Національний університет харчових технологій

*У статті проаналізовано біологічно активні речовини кульбаби лікарської (*T. officinale* Wigg.), їх основні характеристики та вплив на організм людини. Отримано водні екстракти кульбаби лікарської (*T. officinale* Wigg.) з високим вмістом інуліну та флавоноїдів для потреб дієтичного харчування. Підібрано оптимальні умови для вилучення інуліну з коріння та флавоноїдів з квіток кульбаби лікарської (співвідношення сировина:екстрагент 1:20, температура екстракції — 55 °C). Екстракцію проведено підготовленою водою.*

Ключові слова: екстракція, екстрагент, рослинна сировина, кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.), інулін, флавоноїди.

Постановка проблеми. Незважаючи на бурхливий розвиток хімії й зростання кількості нових, дедалі ефективніших синтетичних лікарських препаратів, антибіотиків, лікарські рослини відіграють важливу роль як профілактичні і лікувальні засоби. Цінними компонентами лікарських рослин, в тому числі кульбаби лікарської (*T. officinale* Wigg.), є біологічно активні речовини.

Біологічно активними речовинами коріння кульбаби лікарської є гірка речовина тараксацин (до 10 %), тритерпенові сполуки (тараксерол, тараксастерол, андростерол тощо), стерини (β -ситостерин, стигмастерин), флавоноїди (космозійн, лютеолін-7-глюкозид), ніотинова кислота, інулін (до 40 %), каучук (до 3 %), жирна олія тощо [10]. У суцвіттях і листі рослини є каротиноїди тараксантин і флавоксантин, тритерпенові спирти арнідіол і фарадіол, флавоноїди, аскорбінова кислота (до 50 мг %), рибофлавін і сполуки заліза, кальцію й фосфору [6, 8].

Цінними біологічно активними речовинами кульбаби лікарської є інулін та флавоноїди. В корінні цієї рослини міститься до 40 % інуліну, а в квітках — до 0,7 % флавоноїдів.

Інулін — полісахарид, що є запасним вуглеводом у бульбах і коренях деяких рослин (цикорій, кульбаба, топінамбур, деякі різновиди артишоків). Як і крохмаль, інулін служить запасним вуглеводом, зустрічається в багатьох рослинах.

Інулін радикальним чином впливає на обмін речовин, покращує обмін ліпідів — холестерину, тригліцеридів і фосфоліпідів у крові. Знижує ризик виникнення серцево-судинних захворювань, пом'якшує їх наслідки, зміцнює імунну систему організму. Крім того, інулін має імуномодулюючу та гепатопротекторну дію, протидіє виникненню онкологічних захворювань. Прийом препаратів, що містять інулін, дозволяє знизити рівень цукру в діабетиків [11].

Флавоноїди — водорозчинні сполуки. Від них залежить забарвлення квіток і плодів. Окремі флавоноїди мають Р-вітамінну активність, зменшують вплив токсичних речовин, спричиняють протимікробний і антигістамінний ефект. Флавоноїди в поєднанні з аскорбіновою кислотою справляють протизапальний і протиалергічний вплив на капілярну систему. Флавоноїди знайшли застосування при лікуванні проявів алергії (bronхіальної астми, анафілактичного шоку), інфаркту міокарда, цукрового діабету.

Отже, флавоноїди володіють протизапальними, антиалергенними, антивірусними і антиканцерогенними властивостями. Крім того, флавоноїди виконують роль сильних антиоксидантів, забезпечуючи захист від окислення і пошкодження вільними радикалами [6].

Для вилучення біологічно активних речовин з рослинної сировини використовують методи екстракції [1—2]. Зростаюча кількість наукових розробок і публікацій з цього питання свідчить про те, що технологія інтенсифікації екстрагування біологічно активних речовин є одним з пріоритетних напрямків розвитку харчової, хімічної, хіміко-фармацевтичної та інших галузей промисловості. На більшості підприємств вилучення біологічно активних речовин відбувається малоефективними традиційними методами (мацерація,

перколяція, упарювання, настоювання і різноманітні засоби механічного віджиму) [5, 7].

Метою дослідження є вивчення процесів інтенсифікації екстрагування для вилучення біологічно активних речовин з кульбаби лікарської — інуліну та флавоноїдів.

Виклад основних результатів дослідження. Сировину кульбаби лікарської (коріння) збирали восени 2014 р., а квітки — навесні 2015 р. в період масового цвітіння. Висушували рослину сировину за загальноприйнятими методами [4].

Зразки кульбаби лікарської відбирали з різних екологічних зон України. Перший зразок був відібраний у м. Конотоп Сумської області в парку Миру. Ця територія відноситься до умовно чистих. Другий і третій зразки відібрані в Київській області (м. Бориспіль і м. Бобрик). Ця територія також вважається умовно чистою, але тут відмічається забруднення підземних вод. Четвертий зразок відібраний в Київській області навколо аеропорту «Бориспіль». Ця територія вважається забрудненою. П'ятий зразок також відібраний в Київській області неподалік м. Обухів, де відмічається радіоактивне забруднення території.

Екстракцію біологічно активних речовин кульбаби лікарської проводили таким чином: у конічну колбу місткістю 100 мл вносили 1 г подрібненої сировини (ступінь подрібнення 2—3 мм [3]), додавали 50 мл підготовленої води і витримували на водяній бані протягом 30 хвилин при різних температурних режимах. Час екстракції обумовлений попередніми дослідженнями [9]. Нами встановлено, що для вилучення біологічно активних речовин з кульбаби лікарської оптимальним часом екстракції є 30 хв на водяній бані при періодичному перемішування. Після охолодження проб до температури 20 °С витяжку відфільтровували у мірну колбу місткістю 100 мл і доводили підготовленою водою до об'єму 100 мл. В екстрактах коріння визначали вміст інуліну та в екстрактах квіток — вміст флавоноїдів спектрофотометричними методами [8].

Результати проведених досліджень з вилучення інуліну з коріння кульбаби лікарської наведені в табл. 1, а результати вилучення флавоноїдів — в табл. 2.

Таблиця 1. Вміст інуліну в екстрактах коріння кульбаби лікарської

№ п/п	Місце збору кульбаби лікарської	Вміст інуліну в екстрактах, %			
		Співвідношення сировина:екстрагент			
		1:20		1:40	
		40 °С	55 °С	40 °С	55 °С
1	м. Конотоп Сумської області	16,8 ± 0,11	24,2 ± 0,17	11,45 ± 0,13	16,3 ± 0,14
2	м. Бориспіль Київської області	14,9 ± 0,13	20,6 ± 0,14	12,65 ± 0,15	16,35 ± 0,16
3	м. Бобрик Київської області	15,1 ± 0,16	20,7 ± 0,12	12,2 ± 0,12	15,45 ± 0,13
4	аеропорт «Бориспіль» Київської області	14,8 ± 0,15	20,1 ± 0,11	11,3 ± 0,13	14,4 ± 0,11
5	м. Обухів Київської області	16,0 ± 0,09	21,95 ± 0,10	12,75 ± 0,11	17,6 ± 0,10

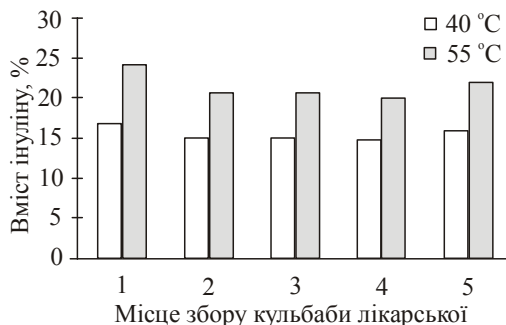


Рис. 1. Вміст інуліну в корінні кульбаби лікарської з різних регіонів України при співвідношенні сировина:екстрагент 1:20: 1 — м. Конотоп, Сумська область; 2 — м. Бориспіль, Київська область; 3 — м. Бобрик, Київська область; 4 — аеропорт «Бориспіль», Київська область; 5 — м. Обухів, Київська область

Дані табл. 1 і рис. 1 показують, що при співвідношенні сировина:екстрагент 1:20 вміст інуліну в досліджуваних зразках при температурі екстракції 40 °C становить 14,8—16,8 %, а при температурі екстракції 55 °C — 20,1—24,2 %. Тобто збільшення температури екстракції до 55 °C дозволяє отримати на 31—38 % більше інуліну, ніж при температурі екстракції 40 °C.

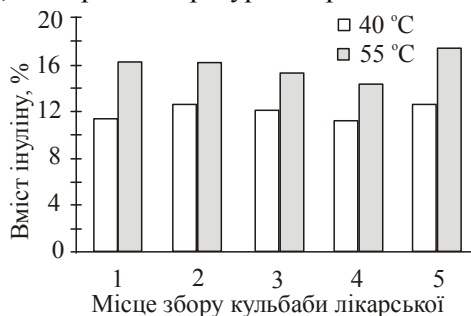


Рис. 2. Вміст інуліну в корінні кульбаби лікарської з різних регіонів України при співвідношенні сировина:екстрагент 1:40: 1 — м. Конотоп, Сумська область; 2 — м. Бориспіль, Київська область; 3 — м. Бобрик, Київська область; 4 — аеропорт «Бориспіль», Київська область; 5 — м. Обухів, Київська область

Дані табл. 1 та рис. 2 показують, що при співвідношенні сировина:екстрагент 1:40 вміст інуліну в досліджуваних зразках при температурі екстракції 40 °C становить 11,3—12,75 %, а при температурі екстракції 55 °C — 14,4—17,6 %. Знову спостерігається закономірність, при якій збільшення температури екстракції до 55 °C дозволяє отримати на 27—35 % більше інуліну, ніж при температурі екстракції 40 °C.

Отже, отримані дані показують, що максимальний вихід інуліну відмічається при температурі екстракції 55 °C та при співвідношенні сировина:екстрагент 1:20. Також слід відмітити, що найбільший вихід інуліну спостерігається при екстракції сировини, яка зібрана в екологічно чистому районі м. Конотопа Сумської області, а найменший — із забрудненої зони аеропорту «Бориспіль» Київської області.

Таблиця 2. Вміст флавоноїдів в екстрактах квіток кульбаби лікарської

№ п/п	Температура екстракції, °С	Вміст флавоноїдів в екстрактах, мг/г	
		Співвідношення сировина:екстрагент	
		1:20	1:40
1	40	150,24 ± 1,11	109,21 ± 0,98
2	50	157,34 ± 1,09	131,5 ± 1,03
3	55	172,34 ± 1,07	146,29 ± 0,99
4	60	159,43 ± 1,13	155,76 ± 1,01

Дані табл. 2 та рис. 3 показують, що при співвідношенні сировина:екстрагент 1:20 найбільший вміст флавоноїдів спостерігається в пробах при температурі екстракції 55 °С і становить 159,43 мг/г, а найменший — при температурі екстракції 40 °С — 150,24 мг/г. Таким чином, збільшення температури дозволяє отримати на 5 % більше флавоноїдів.

При співвідношенні сировина:екстрагент 1:40 найбільший вміст флавоноїдів у пробах відмічається при температурі екстракції 60 °С і становить 155,76 мг/г, а найменший — при температурі екстракції 40 °С (109,21 мг/г). Тобто збільшення температури дає змогу отримати на 30 % більше флавоноїдів.

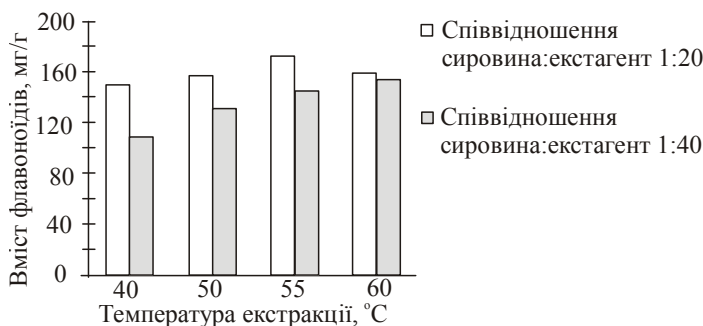


Рис. 3. Вміст флавоноїдів в екстрактах кульбаби лікарської (*T. officinale* Wigg.)

Отримані експериментальні дані показали, що екстракція флавоноїдів з квіток кульбаби лікарської при співвідношенні сировина:екстрагент 1:20 та температурі екстракції 55 °С дозволяє отримати на 5—30 % більше флавоноїдів, ніж при співвідношенні сировина:екстрагент 1:40.

Висновки

Підібрано оптимальні умови для вилучення інуліну з коріння та флавоноїдів з квіток кульбаби лікарської (*T. officinale* Wigg.). Показано, що при екстракції інуліну з коріння та флавоноїдів з квіток кульбаби лікарської оптимальним співвідношенням сировина:екстрагент є співвідношення 1:20 при використанні як екстрагента підготовленої води й при температурі екстракції 55 °С.

Рекомендовано збирати сировину кульбаби лікарської в екологічно чистому регіоні (м. Конотоп Сумської області) для отримання максимальної кількості біологічно активних речовин.

Отримані екстракти можна використовувати для приготування ферментованих напоїв. Як основну сировину передбачається використовувати ячмі-

нно-солодове сусло з додаванням екстракту кульбаби лікарської та з подальшим зброджуванням.

Література

1. Безчаснюк Е.М. Процесс экстрагирования из лекарственного растительного сырья / Е.М. Безчаснюк, В.В. Дяченко, О.В. Кучер. — Киев: Фармаком 1, 2003. — С. 54—56.
2. Гоцуля Т.С. Дієтичні добавки у фармації / Т.С. Гоцуля, А.В. Самко, В.В. Галиця // Запорізький медичний журнал. — 2011. — Том 13, № 2. — С. 33—37.
3. Гудзенко А.В. Фармакогностичне дослідження надземної частини кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.) та розробка способів аналізу біологічно активних речовин: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. фарм. наук: спец. 15.00. 02 «Фармацевтична хімія та фармакогнозія» / А. В. Гудзенко. — Київ, 2008. — 21 с.
4. Державна фармакопея України (діюче видання) / ДП «Науково-експертний фармакопейний центр». — 1-е видання. — Харків: ПІРЕГ, 2001. — 531 с.
5. Жданова Г.В. Методы интенсификации технологических процессов экстрагирования биологически активных веществ из растительного сырья / Г.В. Жматова, А.Н. Нефёдов, А.С. Гордеев, А.Б. Килимник. — Вестник ТГТУ. — 2005. — Том 11, № 3. — С. 701—707.
6. Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale* Wigg.) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://hesychia.in.ua/taraxacum_officinale_uk.htm.
7. Романова З.М. Особливості технології напоїв з нетрадиційної сировини [Електронний ресурс] / З.М. Романова, Л.О. Косогорова // Проблеми екологічної біотехнології. — 2013. — № 1. — Режим доступу до статті: <http://jrn1.nau.edu.ua>.
8. Цуркан О.О. Вміст біологічно активних речовин у надземній частині кульбаби лікарської залежно від фази вегетації / О.О. Цуркан, Т.В. Ковальчук, А.В. Гудзенко // Фармацевтичний часопис. — 2007. — № 4. — С. 25.
9. Яблонська К.М. Отримання біологічно активних речовин з кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg.) [Електронний ресурс] / К.М. Яблонська, Л.О. Косогорова, Л.І. Мосюк // Проблеми екологічної біотехнології — 2015. — № 1. — Режим доступу: <http://ecobio.nau.edu.ua>.
10. Vitez L. Contribution to the composition of dandelion / L. Vitez, H. Sluga, W.A. Golc, E. Mihelich // Nova proizv. — 1986. — Vol. 37, #. 5—6. — P. 193—197.
11. Simon J. E., Chadwick A. F., Craker L. E. Herbs: an indexed bibliography. The Scientific Literature on Selected Herbs, and Aromatic and Medicinal Plants of the Temperate Zone. — Elsevier. — Amsterdam: Hamden, Conn, 1984. — P. 345.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОДУВАНЧИКА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*TARAXACUM OFFICINALE* WIGG.)

Е.Н. Яблонская, Л.А. Косогорова

Национальный авиационный университет

З.Н. Романова

Национальный университет пищевых технологий

*В статье проанализированы биологически активные вещества одуванчика лекарственного (*T. officinale* Wigg.), их основные характеристики и влияние на*

организм человека. Получены водные экстракты одуванчика лекарственного (*T. officinale* Wigg.) с высоким содержанием инулина и флавоноидов для нужд диетического питания. Подобраны оптимальные условия для извлечения инулина из корней и флавоноидов из цветков одуванчика лекарственного (соотношение сырье:экстрагент 1:20, температура экстракции — 55 °С). Экстракция проводилась подготовленной водой.

Ключевые слова: экстракция, экстрагент, растительное сырье, одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), инулин, флавоноиды.

УДК 577.152.3+543.645.3+543.554

CREATING A BIOSENSOR BASED ON IMMOBILIZED BUTYRYLCHOLINESTERASE AND PH-SENSITIVE FIELD EFFECT TRANSISTORS FOR L-CARNITINE DETECTION

O. Zinchenko, L. Shkotova

Institute of Molecular Biology and Genetics of NAS of Ukraine

A. Kurbatov

National University of Food Technologies

N. Karbovska

National University of Kyiv-Mohyla Academy

Key words:

*Biosensor
L-carnitine
Inhibitory analysis
Biologically active
additives (BAA)*

Article history:

Received 12.02.2016
Received in revised form
18.03.2016
Accepted 23.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

L-carnitine, a vitamin-like substance, which plays a major role in transporting the long chain fatty acids in a human body, is widely used as an additive in sports nutrition (BAA). Due to increasing demand for dietary supplements, fast and accurate method is required, which allows the monitoring of the presence and quantity of active ingredients in supplements. Biosensors for the determination of various substances are an alternative to the classical methods. Potentiometric biosensor based on immobilized butyrylcholinesterase for the quantitative determination of L-carnitine by inhibition analysis was worked out. Optimal conditions of L-carnitine measurement in real samples were developed.

СТВОРЕННЯ БІОСЕНСОРА НА ОСНОВІ ІММОБІЛІЗОВАНОЇ БУТИРИЛХОЛІНЕСТЕРАЗИ І PH-ЧУТЛИВИХ ПОЛЬОВИХ ТРАНЗИСТОРІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ L-КАРНІТИНУ

О.А. Зінченко, Л.В. Шкотова

Інститут молекулярної біології і генетики НАН України

А.Л. Курбатов

Національний університет харчових технологій

Н.В. Карбовська

Національний університет «Києво-Могилянська академія»

L-карнітин, вітаміноподібна речовина, яка виконує головну роль у транспорті довголанцюгових жирних кислот в організмі людини, широко використовується як добавка до спортивного харчування (БАД). Беручи до уваги зростаючий попит на БАДи, необхідно розробити швидкі і точні методи для контролю наявності й кількості діючих речовин у добавках. Біосенсорні методи визначення різноманітних речовин набувають усе більшого застосу-

вання як альтернатива класичним. У статті розроблено потенціометричний біосенсор на основі іммобілізованої бутирилхолінестерази для кількісного визначення L-карнітину шляхом інгібіторного аналізу. Підібрано оптимальні умови визначення L-карнітину в реальних зразках.

Ключові слова: біосенсор, L-карнітин, інгібіторний аналіз, біологічно активні добавки (БАД).

Постановка проблеми. Сучасний стиль життя потребує від людини величезних витрат енергії та часу, однак людина не отримує необхідну кількість мікронутрієнтів, які суттєво впливають на метаболічні процеси організму. Вирішенням цієї проблеми є використання біологічно активних добавок (БАД).

Окреме місце серед БАДів посідає L-карнітин, який широко використовується як добавка до спортивного харчування. L-карнітин (1-3-гідрокси-4-L-(триметиламоній)масляна кислота), який за хімічною будовою можна розглядати як похідну речовину γ -аміномасляної кислоти, наявний у біологічних системах як у вільному вигляді, так і у формі O-ацильних ефірів, включаючи ацетил-L-карнітин (АЛК) [1].

L-карнітин відіграє головну роль у транспорті довголанцюгових жирних кислот у мітохондріальний матрикс, регулює метаболізм середньоланцюгових ацил-КоА та ацил-КоА з розгалуженим вуглецевим ланцюгом. Разом з тим L-карнітин є одним з основних факторів, що бере участь у синтезі АТФ [2].

Приблизно 25 % добової потреби L-карнітину синтезується в організмі людини з лізину, метіоніну, вітамінів (С, В₃ та В₆) та заліза. Брак будь-якого з цих метаболітів спричиняє дефіцит цієї речовини. При нестачі L-карнітину знижується здатність клітин синтезувати АТФ — головне джерело енергії клітин, унаслідок чого знижується працездатність, підвищується втомлюваність, послаблюється тонус м'язів, порушуються функції багатьох органів і систем, відбувається затримка розвитку в дітей. Дефіцит L-карнітину виникає через порушення його рівня при таких хворобах, як цукровий діабет, кардіоміопатії [3], цироз печінки [4] й ендокринні розлади. Також дефіцит L-карнітину збільшується з віком і при недоїданні. Виділяють первинний і вторинний дефіцит L-карнітину. Первинний дефіцит карнітину (ПДК) є рідкісним аутосомно-рецесивним захворюванням, обумовленим дефіцитом OСТN2 карнітин-транспортера плазматичної мембрани мітохондрій. Це обмежує засвоєння тканинами L-карнітину, що призводить до зниження накопичення цієї речовини в серці й скелетних м'язах і підсилює виведення L-карнітину нирками [5]. Тканини/органи, що уражаються при ПДК: серцевий м'яз, що призводить до прогресуючої кардіоміопатії; центральна нервова система — до енцефалопатії, викликаної гіпокетоновою гіпоглікемією; скелетні м'язи — до міопатії. Вторинний дефіцит (ВДК) характеризується підвищенням екскреції L-карнітину з сечею у вигляді ацил-карнітину через накопичення органічних кислот [6], а також погане харчування або порушення всмоктування L-карнітину, при гемодіалізі та перитонеальному діалізі, або підвищенням екскреції ацилкарнітину.

Відомо також, що брак L-карнітину спричиняє накопичення ліпідів у цитозолі, особливо в періоди голодування або стресу. L-карнітинвмісні фарма-

цевтичні препарати, включаючи ін'єкції, сиропи, пігулки і капсули, використовуються у терапії первинного і вторинного дефіциту L-карнітину.

Клінічне застосування L-карнітину є досить перспективним при нейронних розладах, таких як хвороба Альцгеймера та печінкова енцефалопатія [7—8]. Харчові добавки L-карнітину можуть полегшити нейропатичний біль [9]. Профілактика захворювань, пов'язаних із дефіцитом L-карнітину, вимагає точного визначення L-карнітину і його ефірів у біологічному матеріалі.

Одним із перших методів визначення L-карнітину була паперова хроматографія, яка надавала можливість провести лише якісний аналіз. Сучасні методи кількісного визначення вільного карнітину і його складних ефірів включають спектрофотометричні або радіоферментні аналізи в різних модифікаціях. Ензиматичні методи, що базуються на реакції утворення ацетил-L-карнітину з L-карнітину за участю ацетил-КоА, широко використовуються для визначення L-карнітину й ацетил-L-карнітину в плазмі, сечі, тканинах. Детекцію проводили за допомогою 5,5'-дитіобіс-2-нітробензоевої кислоти (реактиву Елмана) при 412 нм або тіокінази при 300 нм. Пізніше з метою підвищення чутливості та детекції L-карнітину в пмоль був розроблений радіо-ензиматичний метод з міченим [¹⁴C]ацетил-КоА.

Більш складні методи визначення L-карнітину та його окремих ефірів вимагають хроматографічного розділення, такого як вискоефективна рідинна хроматографія (ВЕРХ), і часто пов'язані з попередньою дериватизацією. Процес аналізу загалом включає такі стадії: твердофазна екстракція, дериватизація, розділення на обернено-фазовій колонці (переважно С18 колонки) та детектування на УФ- або флуоресцентному детекторі [10]. Для спрощення аналізу методом ВЕРХ на сьогодні вже розроблена методика визначення L-карнітину без попередньої дериватизації, що, у свою чергу, виключає використання флуоресцентного детектора [11].

Серед різновидів мас-спектрометрії широкого застосування набув метод рідинної тандемної мас-спектрометрії (LC-MS/MS). Для аналізу L-карнітину і ацилкарнітину використовують методику утворення бутилових ефірів з детекцією LC-MS/MS. Цей метод має такі обмеження: приготування бутилових ефірів частково гідролізує ацилкарнітин, може надавати хибно позитивний результат випробувань через наявність ізобаричних забруднень, структурні ізомери ацилкарнітину не можуть бути виділені. Ці обмеження, як повідомляється, можуть бути усунені завдяки використанню LC/MS. Проте аналіз вимагає твердофазної екстракції карнітину й ацетилкарнітину, дериватизації з пентафторфенацил-трифтор-метансульфонатом, розділення за допомогою ВЕРХ і детекції з використанням іонної пастки. Мас-спектрометрія має такі переваги, як висока чутливість, специфічність і можливість аналізу десятків проб на день, однак потребує дорогого й складного обладнання.

Визначення L-карнітину вищезгаданими класичними методами пов'язане із застосуванням пристроїв високої складності і вартості, попередньою обробкою зразків та обслуговуванням висококваліфікованим персоналом.

Відомо, що L-карнітин незначною мірою інгібує холінестерази. Враховуючи цей факт, актуальною є розробка методу селективного визначення концентрацій L-карнітину шляхом інгібіторного аналізу за допомогою біо-

сенсора на основі іммобілізованої бутирилхолінестерази (БуХЕ) як чутливого елемента та рН-чутливих польових транзисторів (рН-ПТ) як перетворювачів.

Мета дослідження. Розробити біосенсор для кількісного визначення L-карнітину. Як сенсори використати потенціометричні перетворювачі на основі рН-чутливих польових транзисторів, як чутливий елемент — фермент бутирилхолінестеразу. Провести апробацію розробленого біосенсора при аналізі БАДів на основі L-карнітину.

Матеріали і методи. L-карнітин гідрохлорид, бутирилхолінестераза із сироватки крові коня (БуХЕ) з активністю 7,4 од. акт./мг препарату; субстрат — бутирилхолінхлорид (БуХХл) (усі перераховані препарати виробництва фірми «Sigma-Aldrich Chimie», Німеччина); сироватковий альбумін бика (БСА) фірми «Serva»; 25 % розчин глутарового альдегіду $\text{K}_2\text{H}_2\text{P}_4\text{-NaOH}$ фірми «Merck». Дієтична добавка «L-карнітин» фірми «Еліт-Фарм» (Україна); дієтична добавка «Super L-carnitine» виробництва компанії «VitaLIFE sport products» (США).

Сенсорні елементи на основі рН-чутливих польових транзисторів. Для отримання високої надійності та стабільності сенсорних елементів була використана р-канальна МОН-технологія на кремнієвих підкладках КЕФ-4,5 <100> з формуванням підзатворного діелектричного шару з термічно окисленої плівки SiO_2 завтовшки 50 нм та осадженої в реакторі зниженого тиску плівки Si_3N_4 завтовшки 50—70 нм. Затвор виконано зигзагоподібним з відношенням довжини до ширини, що дорівнює 100. Це забезпечує достатньо високий коефіцієнт підсилення р-канальних транзисторів. Контакти до стоку й витоків транзисторів сформовані за допомогою протяжних дифузійних шин, вкритих шаром діелектрика, що виведені на край кристалу, де проводиться їх розварювання та герметизація.

У процесі дослідження використані кремнієві чипи, що містили два інтегральних рН-ПТ. Це дозволяє проводити вимірювання в диференційному режимі, коли один з транзисторів використовується як референтний, а на затвор другого наносять чутливу біоселективну мембрану. Це нівелює вплив таких факторів, як коливання температури, рН та іонної сили розчину, світла й електромагнітних ефектів, на результати вимірювань.

Вимірювання відгуку рН-ПТ відбувалося за допомогою схеми підтримання постійної величини струму в каналі транзистора, при цьому вихідний сигнал автоматично відслідковував зміну потенціалу поблизу затвора транзистора. Порогова напруга для всіх рН-ПТ складала близько 2,5 В. Вимірювання проводились за таких умов: струм каналу близько 20 мкА, напруга стік-витік близько 1 В, підкладка під нульовим потенціалом.

Детальний опис топології, дизайну та сенсорної електроніки використаних рН-ПТ елементів наведено в [12].

Виготовлення біоселективних мембран. Біоселективну мембрану на основі бутирилхолінестерази формували на поверхні одного з пари рН-ПТ, на другий рН-ПТ наносили референтну мембрану. Для виготовлення чутливої мембрани готували розчин, який містив 1 % кристалічної бутирилхолінестерази та 1 % БСА. Суміш для референтної мембрани містить 2 % БСА у калій-фосфатному буфері. Розчини за допомогою мікропіпетки Eppendorf наносили на чутливі ділянки рН-ПТ. Іммобілізацію ферменту проводили у насичених парах 25 %

розчину ГА. Сенсорний чип з нанесеними мембранами розміщували в ексикаторі з насиченими парами глутарового альдегіду на 15 хв. Потім мембрани висушували впродовж 15—20 хв на повітрі за кімнатної температури. Перед початком роботи мембрани відмивали робочим буферним розчином від незв'язаного ГА. Вимірювання проводили у 5 мМ калій-фосфатному буфері, рН 7,4, за кімнатної температури у відкритих комірках ємністю 3 мл, з інтенсивним перемішуванням магнітною мішалкою. Перед роботою біосенсор витримували в робочому буферному розчині до отримання стабільного вихідного сигналу.

Методика вимірювання субстратів у модельних розчинах. Біосенсорні виміри концентрацій субстрату проводили у 5 мМ фосфатному буфері, рН 7,4, за кімнатної температури з використанням занурювальної (з інтенсивним перемішуванням) системи вимірювання. Концентрації субстрату змінювали додаванням стандартних концентрованих вихідних розчинів субстратів. Вимірювання проводили не менше трьох разів. Неспецифічними змінами вихідного сигналу, пов'язаними із коливаннями температури, рН середовища й електричними наводками, нехтували завдяки використанню диференційного режиму вимірювань.

Методика приготування розчину L-карнітину. Розчин L-карнітину готували у робочому буфері та доводили рН до 7,4 за допомогою 5 М NaOH.

Протокол № 1

Вимірювання концентрацій L-карнітину:

- 1) сенсор занурювали у 5 мМ буферний розчин і реєстрували вихідний сигнал (базова лінія);
- 2) отримували відгук на 0,05, 0,1, 0,5, 1, 2, 5 мМ бутирилхолінхлориду за кімнатної температури;
- 3) будували калібрувальну криву, за якою визначали Км;
- 4) ще раз отримували відгук при концентрації субстрату, що відповідає Км, який приймали за 100 %;
- 5) додавали до комірки розчин L-карнітину;
- 6) отримували відгук. Рівень інгібування X визначали за формулою:

$$X = \frac{(A_0 - A_1)}{A_0} \cdot 100\%,$$

де A_0 — первинна активність іммобілізованого ферменту; A_1 — залишкова активність іммобілізованого ферменту після внесення L-карнітину;

- 7) відмивали біосенсор до базової лінії.

Статистична обробка даних, отриманих з використанням біосенсора. Для статистичної обробки результатів використовували статистичний пакет Origin 8, визначали середнє значення та стандартне відхилення; результати вважалися достовірними при $p < 0,05$.

Результати і обговорення. В основі роботи потенціометричного біосенсора на основі бутирилхолінестерази для визначення концентрацій L-карнітину лежить ферментативна реакція гідролізу БуХХл. Під час ферментативної реакції БуХЕ розщеплює субстрат БуХХл, при цьому збільшується концентрація протонів у робочій мембрані, відповідно, відбувається зміна рН, яку й можна реєструвати за допомогою рН-ПТ. При внесенні L-карнітину до комірки з біосенсором відбувається інгібування іммобілізованої БуХЕ, що спричиняє

зменшення біосенсорного відгуку пропорційно внесеній кількості L-карнітину. Інгібування L-карнітином має зворотний характер, що надає можливість багаторазового використання біосенсора для визначення цієї речовини.

Визначення концентрацій L-карнітину у модельних зразках проводили за методикою, описаною у протоколі № 1, яка полягає в тому, що спочатку за допомогою бутирилхолінестеразного біосенсора отримували калібрувальну криву на субстрат — БуХХл. При цьому біосенсор демонстрував класичну кінетику ферментативної реакції (рис. 1).

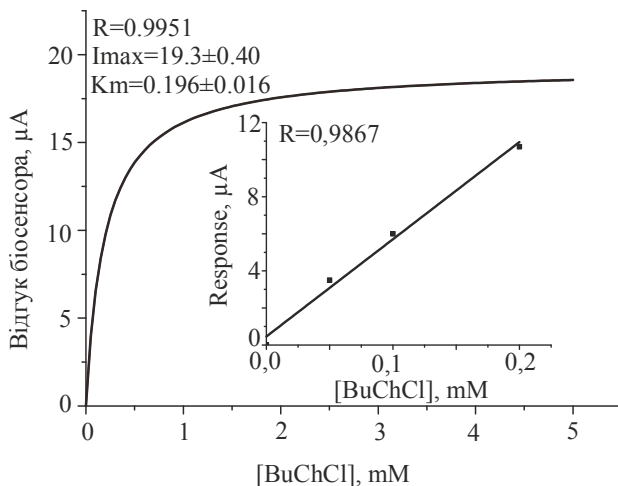


Рис. 1. Залежність величини відгуку бутирилхолінестеразного біосенсора від концентрації бутирилхолінхлориду (експеримент проведений у 5 мМ фосфатному буфері, рН 7,4 за кімнатної температури)

За програмою Origin 8 визначали K_m . Субстрат відповідної концентрації вносили до комірки з біосенсором та отримували відгук, який приймали за 100 %. Після виходу кривої на плато вносили певну кількість модельного розчину L-карнітину (рис. 2).

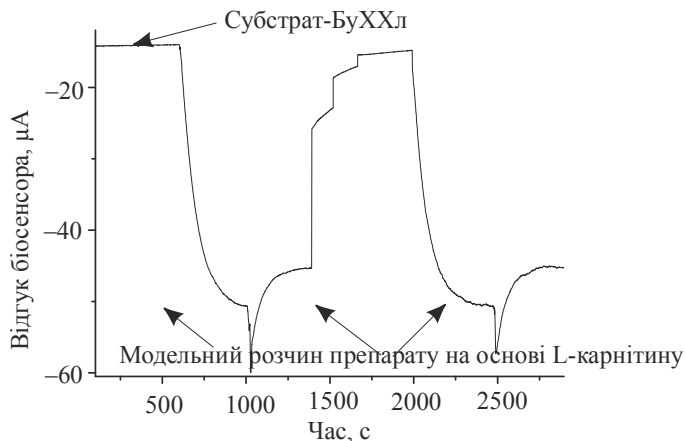


Рис. 2. Типові відгуки розробленого біосенсора на внесення бутирилхолінхлориду (субстрату) та L-карнітину (інгібітора).

Спостерігалось інгібування іммобілізованої БуХЕ, що відображалось у падінні відгуку, який приймали за Х. Після цього біосенсор відмивали до базової лінії та повторювали внесення субстрату і чергової порції L-карнітину. Концентрації L-карнітину становили 0,15; 0,2; 0,5; 1; 2; 3,5; 8; 23 мМ. За описаною у протоколі № 1 формулою визначали рівень інгібування та будували калібрувальну криву (рис. 3).

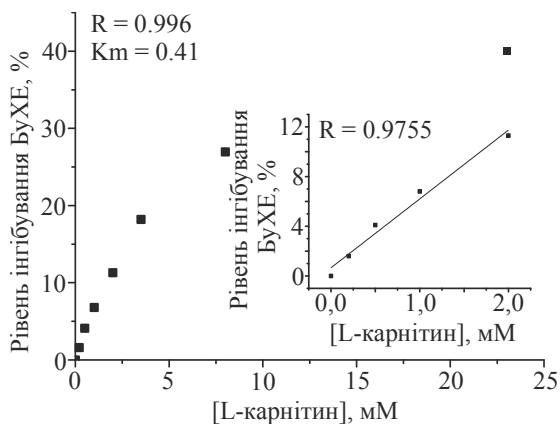


Рис. 3. Калібрувальна крива інгібування іммобілізованої БуХЕ L-карнітином (експеримент проведений у 5мМ калій-фосфатному буфері, рН 7,4 за кімнатної температури, концентрація БуХХ — 0,41 мМ (K_m))

Лінійний діапазон інгібування становить 0,15—2 мМ, максимальний рівень інгібування — 40 % при концентрації L-карнітину в комірці 25 мМ. При визначенні межі чутливості біосенсора в модельному фосфатному буфері встановлено, що найменша концентрація L-карнітину, яка може бути визначена за допомогою розробленого біосенсора, становить 0,15 мМ. Така чутливість є достатньою для визначення L-карнітину при контролі якості БАДів.

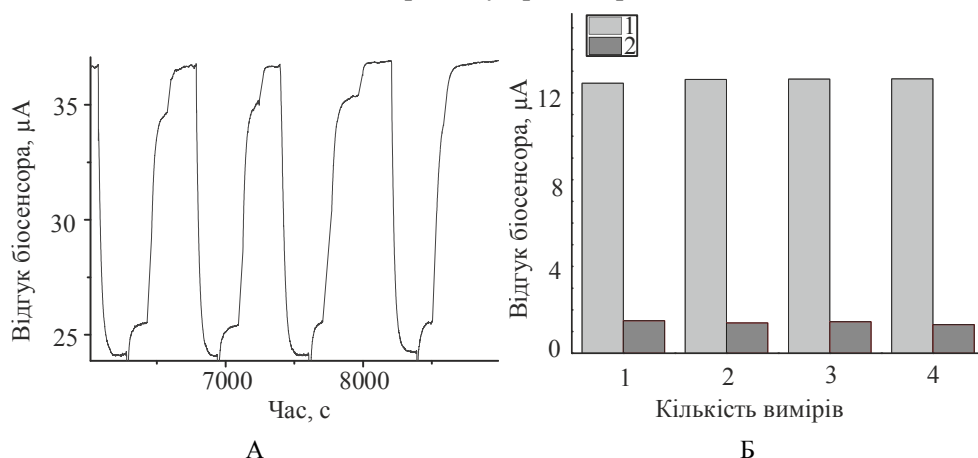


Рис. 4. Реальні відгуки (А) і відтворюваність сигналів (Б) розробленого біосенсора на додавання 0,45 мМ субстрату (1) та 2 мМ L-карнітину (експеримент проведений у 5 мМ фосфатному буфері, рН 7,4 за кімнатної температури)

Однією з найважливіших характеристик біосенсорів є відтворюваність сигналів і стабільність при зберіганні. Щоб дослідити відтворюваність сигналів, упродовж одного робочого дня з інтервалом 30 хв реєстрували відгуки біосенсора до одних і тих самих концентрацій субстрату (рис. 4 Б1) та L-карнітину (рис. 4 Б2). З рис. 4 видно, що біосенсор характеризувався високою відтворюваністю сигналів на додавання як БуХХл, так і L-карнітину. Відносне стандартне відхилення відгуків не перевищувало 1 %.

Також була вивчена стабільність при зберіганні біосенсора на основі іммобілізованої БуХЕ та рН-ПТ. Результати демонструють незначне падіння активності іммобілізованої БуХЕ, починаючи з 50-ї доби зберігання біосенсора в буферному розчині, рН 7,4 при $t=4$ °С (рис. 5).

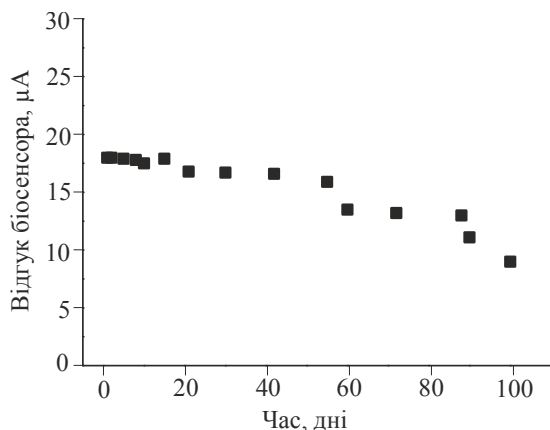


Рис. 5. Стабільність при зберіганні біосенсора на основі іммобілізованої БуХЕ і рН-ПТ

Розроблений ферментний біосенсор апробований при аналізі реальних зразків. Були протестовані дієтичні добавки «L-карнітин» фірми «Еліт-Фарм» (Україна) та «Super L-carnitine» виробництва компанії «VitaLIFE sport products», заявлений склад яких 100 мг та 500 мг L-карнітину відповідно. Невідому концентрацію L-креатиніну визначали відповідно до протоколу №1, враховуючи розведення. Результати підтвердили, що заявлений виробниками вміст L-креатиніну підтверджується нашими даними, отриманими біосенсорним методом.

Висновки

У процесі дослідження створений потенціометричний біосенсор на основі іммобілізованої бутирилхолінестерази для кількісного визначення L-карнітину шляхом інгібіторного аналізу. Розроблено протокол вимірювання L-карнітину в модельних розчинах і реальних зразках. Підібрані оптимальні умови підготовки зразків карнітинвмісних препаратів до аналізу.

Протестовані зразки двох препаратів — «Еліт-Фарм» виробництва Дніпропетровськ, Україна, та «Vita LIFE sport products» виробництва США — щодо концентрації L-карнітину. Показана відповідність заявленої кількості L-карнітину показникам, отриманим розробленим біосенсорним методом. Виявлений високий рівень відтворюваності сигналів на внесення субстратів, модельного розчину L-карнітину та на зразки препаратів.

Продемонстровано високу стабільність біосенсора на основі іммобілізованої бутирилхолінестерази при зберіганні (понад 50 діб).

Література

1. *Pettegrew J.W., Levine J., McClure R.J.* Acetyl-L-carnitine physical-chemical, metabolic, and therapeutic properties: relevance for its mode of action in Alzheimer's disease and geriatric depression // *Molecular Psychiatry*. — 2000. — Vol. 5(6). — P. 616—632.
2. *Rebouche C.J.* Kinetics, pharmacokinetics, and regulation of L-carnitine and acetyl-L-carnitine metabolism // *Acad Sci*. — 2004. — Vol. 1033. — P. 30—41.
3. *Palmieri F.* Diseases caused by defects of mitochondrial carriers: a review // *Biochim-BiophysActa*. — 2008. — Vol. 1777. — P. 564—578.
4. *Shores N.J., Keeffe E.B.* Is oral L-acyl-carnitine an effective therapy for hepatic encephalopathy? // *DigDisSci*. — 2008. — Vol. 53. — P. 2330—2333.
5. *Reuter S.E., Faull R.J., Evans A.M.* L-carnitine supplementation in the dialysis population: are Australian patients missing out? // *Nephrology*. — 2008. — Vol. 13. — P. 3—16.
6. *Scaglia F., Longo N.* Primary and secondary alterations of neonatal carnitine metabolism // *Semin Perinatol*. — 1999. — Vol. 23. — P. 152—161.
7. *Dabrowska M., Starek M.* Analytical approaches to determination of carnitine in biological materials, foods and dietary supplements // *Food Chemistry*. — 2014. — Vol. 142. — P. 220—232.
8. *Fu L., Huang M., Chen S.* Primary carnitine deficiency and cardiomyopathy // *Korean Circulation Journal*. — 2013. — Vol. 43, # 12. — P. 785—792.
9. *Flanagan J.L., Simmons P.A.* Role of carnitine in disease // *Nutrition&Metabolism*. — 2010. — Vol. 7. — P. 1—14.
10. *Longo A., Bruno G., Curti S. et al.* Determination of L-carnitine acetyl-L-carnitine and propionyl-L-carnitine in human plasma by high-performance liquid chromatography after pre-column derivatization with 1-aminoanthracene // *J Chromatogr B BiomedAppl*. — 1996. — Vol. 686. — P. 129—39.
11. *Khoshkam R., Afshar M.* Validation of a stability-indicating RP-HPLC method for determination of L-carnitine in tablets // *Hindawi Publishing Corporation*. — 2014. — P. 1—7.
12. *Кукла А.Л.* Многоэлементные сенсорные массивы на основе интегральных кремниевых ионоселективных полевых транзисторов для систем химического мониторинга / А.Л. Кукла, А.С. Павлюченко, Ю.В. Голтвянский, Ю.М. Ширшов // *Оптоэлектроника и полупроводниковая техника*. — 2007. — Вып. 42. — С. 72—79.

СОЗДАНИЕ БИОСЕНСОРА НА ОСНОВЕ ИММОБИЛИЗОВАННОЙ БУТИРИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ И PH-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ L-КАРНИТИНА

Е.А. Зинченко, Л.В. Шкотова

Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины

А.А. Курбатов

Национальный университет пищевых технологий

Н.В. Карбовская

Национальный университет «Киево-Могилянская академия»

L-карнитин, витаминоподобное вещество, которое выполняет главную роль в транспорте длинноцепочечных жирных кислот в организме человека, широко используется в качестве добавки к спортивному питанию (БАД). Принимая во

внимание растущий спрос на БАДы, необходимо разработать быстрые и точные методы, которые позволят контролировать наличие и количество действующих веществ в добавках. Биосенсорные методы определения различных веществ часто используются в качестве альтернативы классическим методам. В статье разработан потенциометрический биосенсор на основе иммобилизованной бутирилхолинэстеразы для количественного определения L-карнитина путем ингибиторного анализа. Подобраны оптимальные условия для определения L-карнитина в реальных образцах.

Ключевые слова: биосенсор, L-карнитин, ингибиторный анализ, биологически активные добавки (БАД).

УДК 65.016

MARKET STABILITY OF AN ENTERPRISE IN MODERN ECONOMIC SCIENCE

O. Tur

National University of Food Technologies

Key words:

*Stability
Market sustainability of
the enterprise
Sustainable development
Stability of functioning
Monopolist
Niche enterprises*

ABSTRACT

The article analyzes the views of scientists on the economic essence of the concept of market sustainability of the enterprise. The factors that have an affect on it are defined. Classic and modern approaches for the classification of the market sustainability are proposed. The dependences between the level of the market sustainability and type of the market are found. The indexes of sustainable development of the enterprise are reviewed.

Article history:

Received 05.02.2016

Received in revised form

12.03.2016

Accepted 22.03.2016

Corresponding author:

O. Tur

E-mail:

npuht@ukr.net

РИНКОВА СТІЙКІСТЬ ПІДПРИЄМСТВА В СУЧАСНІЙ ЕКОНОМІЧНІЙ НАУЦІ

O.B. Тур

Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано погляди науковців на економічну сутність поняття «ринкова стійкість підприємства», визначено фактори, які на неї впливають. Запропоновано два підходи до класифікації стійкості: класичний і сучасний. Обґрунтовано залежність ринкової стійкості підприємства від типу ринку, на якому воно функціонує. Розглянуто показники стійкого розвитку підприємства.

Ключові слова: *стійкість, ринкова стійкість підприємства, стійкий розвиток, стійкість діяльності, монополісти, нішери.*

Постановка проблеми. У зв'язку з новими ринковими викликами, пов'язаними зі змінами у зовнішньоекономічній політиці нашої держави, та циклічним повторенням кризових явищ на світовому ринку товарів і послуг питання ринкової стійкості підприємства набуває надзвичайної актуальності й потребує розгляду в широкому спектрі питань. Варто зазначити, що

вищезазначені проблеми викликані швидкими темпами глобалізаційних процесів у кінці ХХ ст., які спричинили всесвітню політичну, економічну, культурну уніфікацію та інтеграцію. У свою чергу, такі процеси передбачають міжнародний поділ праці, перерозподіл виробничих ресурсів, уніфікацію законодавства всіх країн світу. В результаті глобалізації всі учасники стають більш залежними один від одного. Останні події в світі яскраво підтверджують таку залежність. Особливо це стосується питань ресурсного забезпечення в енергетичній сфері, експорті та імпорті товарів, співпраці в галузі науки та інновацій. В даних умовах забезпечити ринкову стійкість підприємства можливо завдяки ефективному використанню наявних ресурсів шляхом продуманого застосування управлінських інструментів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретико-методичні та прикладні аспекти поняття ринкової стійкості підприємства проаналізовані в працях вітчизняних і зарубіжних науковців [1—15]. Проте це питання потребує більш глибокого дослідження та систематизації, що, у свою чергу, надасть можливість створити єдиний підхід до розробки механізмів, метою яких є досягнення ринкової стійкості підприємства.

Метою статті є аналіз сутності поняття «ринкова стійкість підприємства», дослідження основних підходів до її визначення та виокремлення видів ринкової стійкості підприємства відповідно до класичних і сучасних підходів.

Виклад основного матеріалу. Вперше поняття «стійкість господарювання» почало використовуватися в країнах Європи у другій половині ХІХ ст. — першій половині ХХ ст. в час швидкого розвитку ринкових відносин. У цей період було усвідомлено, що зростаючі потреби суспільства не відповідають реальним можливостям економік тогочасних європейських держав, а отже, підвищувалась можливість виникнення кризових явищ.

Спочатку дане поняття використовувалося переважно в природничих і суспільних науках, але не знаходило свого відображення в економічній теорії. Згодом, у зв'язку з новими ринковими викликами та розвитком економічної науки, даний термін почав активно застосовуватися для характеристики економічних систем.

У загальному розумінні стійкість — це здатність у довготривалому періоді зберігати властивості визначеною системою, при цьому здійснювати опір руйнівним впливам, забезпечувати можливість протидіяти їм.

Одна з основних передумов ефективного функціонування підприємства в ринкових умовах — це можливість забезпечити його стійкість. Стійкість підприємства — це багатогранне, складне, системне і багатовекторне поняття. Так, Є.В. Броїло розглядає два основних види стійкості: стійкість діяльності та стійкість розвитку. В контексті першого поняття «стійкість» розглядається щодо структури або функцій системи. Під стійкістю діяльності розуміють можливість зберігати визначені властивості і параметри тією чи іншою системою в ході її життєдіяльності [1, с. 13]. У свою чергу, стійкість розвитку — це категорія, що характеризує можливість системи зберігати свою цілісність протягом багатьох циклів функціонування, тобто може зберігати задані параметри й удосконалювати їх з урахуванням зовнішніх впливів і внутрішніх змін, а також досягати поставлених цілей [1, с. 14].

У сучасній економічній науці поняття «стійкість» розглядається в контексті економічної стійкості підприємства. Існує думка, що поняття «ринкова стійкість підприємства» й «економічна стійкість підприємства» за своєю економічною сутністю є тотожними. Вперше поняття «економічна стійкість» було використано в контексті обмеженості природних ресурсів, сплески яких виникли в 70-х рр. ХХ століття. Метою концепції економічної стійкості було забезпечення стабільного розвитку світового господарства на основі економічного і раціональнішого використання ресурсів. Згодом вона була відображена у теорії економічної безпеки держави — «ecosestate» («economic security of state»). Економічну стійкість держави можна забезпечити лише за економічної стійкості її складових (територій, галузей економіки, підприємств) [2, с. 285].

Економічну стійкість підприємства можна розглядати як у контексті підприємства як системи з комплексними показниками, так і з точки зору забезпечення окремими видами ресурсів. Т.Ю. Білоусько пропонує таке визначення економічної стійкості підприємства: стійкість підприємства — це рівноважний збалансований стан економічних ресурсів, який забезпечує стабільну прибутковість і нормальні умови для розширеного відтворення у тривалій перспективі з урахуванням найважливіших зовнішніх і внутрішніх чинників [3].

О.В. Ареф'єва та Д.М. Городянська визначають економічну стійкість як сукупність взаємообумовлених і взаємопов'язаних складових, які за будь-яких умов забезпечують здатність до ведення діяльності підприємств, запас ресурсів (ресурсного потенціалу) та збалансований процес функціонування [4].

Проаналізувавши різні підходи до визначення поняття «економічна стійкість підприємства», можна зробити висновок, що найчастіше науковці розглядають економічну стійкість як статичний стан підприємства, акцентуючи увагу на тому, що її забезпечують ресурси господарюючого суб'єкта. Меншого поширення набув підхід, коли під стійкістю економічної системи розуміють можливість повернення підприємства до рівноважного стану. В цьому контексті В.Д. Іванов розглядає економічну стійкість як здатність підприємства зберігати рівновагу і пропонує таке визначення: економічна стійкість підприємства — це здатність його економічної системи не відхилитися від свого стану (статичного або динамічного) при різних внутрішніх і зовнішніх дестабілізуючих впливах за рахунок ефективного формування й використання фінансових, виробничих і організаційних механізмів [5, с. 18].

Також дану концепцію підтримує Ж.Н. Казієва, визначаючи стійкість як можливість самоорганізації, саморегулювання щодо внутрішніх елементів і адаптаційні можливості, вміння нейтралізувати або пристосуватися до несприятливих явищ без зміни своїх сутнісних якостей, функціональних і структурних характеристик стосовно зовнішніх. Дослідник вважає, що причиною виникнення нестійких станів слугує порушення рівноваги між елементами системи, а також між внутрішнім і зовнішнім середовищем [6, с. 17].

В останні роки з'явилась точка зору, відповідно до якої економічна стійкість розглядається як здатність (властивість) економічної системи, дати оцінку якій можна лише за допомогою аналізу показників динаміки стану та структури підприємства [7, с. 289].

На сьогодні науковцями виділяються такі класичні види стійкості: загальна стійкість, внутрішня, зовнішня, успадкована та фінансова. Але окремі автори, крім вищезгаданих, виділяють такі види стійкості [8]: виробничо-технологічну, організаційно-правову, соціально-екологічну, маркетингову, фінансову та кадрову.

Аналіз існуючих підходів до визначення видів стійкості підприємства дозволили узагальнити їх у нижченаведеній схемі (рис.).

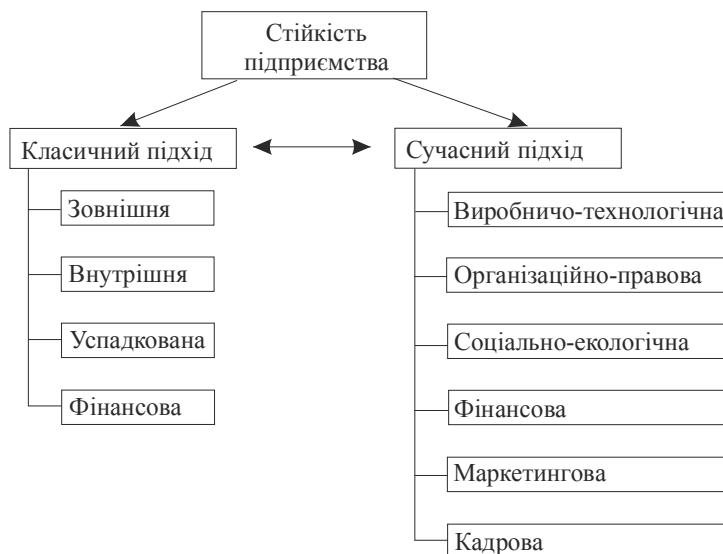


Рис. Види стійкості підприємств, побудовано на основі [1—8]

Відповідно до класичного підходу, зовнішня стійкість підприємства визначається на основі стабільності відповідного економічного середовища на певних рівнях (галузь, економіка держави, світова економіка) і забезпечується шляхом гармонійного регулювання ринкової економіки на макрорівні.

У свою чергу, внутрішня стійкість підприємства відображає такий стан його ресурсного потенціалу, його матеріально-речової й вартісної (грошової) структури капіталу і таку динаміку, за якої забезпечується стабільно високі натуральні-речові та фінансові результати функціонування підприємства [9, с. 348].

Успадковану стійкість визначає наявність певного запасу міцності, що захищає підприємство від несприятливих дестабілізуючих виробничих умов і несподіваних змін зовнішніх чинників [10].

Фінансова стійкість підприємства означає здатність об'єкта господарювання нормально функціонувати й розвиватися, зберігати рівновагу своїх активів і пасивів у мінливих умовах внутрішнього та зовнішнього середовища [11, с. 198]. Такий тип стійкості притаманний для обох підходів: класичного та сучасного. Фінансова стійкість формується у процесі господарської діяльності і виступає основою для забезпечення загальної стійкості підприємства. Одним із сигналів щодо забезпечення фінансової стійкості є перевищення доходів над витратами, адже це надає можливість перенаправляти кошти залежно від потреб підприємства, забезпечити безперервний процес виробництва та збуту продукції.

Основна мета роботи менеджерів щодо забезпечення фінансової стійкості — забезпечення фінансової стабільності та безпеки функціонування підприємства відповідно до стратегічних планів.

В умовах кризи особливо значення набуває фінансова стійкість підприємств. Так, за статистичними даними у 2014 р. із загальної кількості підприємств 44,4 % були збитковими. По харчовій промисловості питома вага таких підприємств склала 41,4 %.

За ступенем фінансової стійкості можливі чотири ситуації:

1. Абсолютна стійкість, яка можлива за такої умови [12, с.166—167]:

$$З < В_з + П_к, \quad (1)$$

де $З$ — запаси; $В_з$ — власні оборотні засоби; $П_к$ — короткострокові кредити та позики.

2. Нормальна стійкість, яка гарантує платоспроможність, можлива за умови:

$$З = В_з + П_к. \quad (2)$$

3. Нестійкий фінансовий стан, пов'язаний із порушенням платоспроможності, виникає за умови:

$$З = В_з + П_к + Д_п, \quad (3)$$

де $Д_п$ — джерела, що послаблюють фінансове напруження (тимчасово вільні власні кошти, залучені засоби, кредити банку на тимчасове поповнення оборотних засобів).

4. Кризовий фінансовий стан:

$$З > В_з + П_к. \quad (4)$$

Наявність власних оборотних засобів розраховується за формулою:

$$В_з = К + П_д - А_н, \quad (5)$$

де $К$ — власний капітал; $П_д$ — довгострокові позики; $А_н$ — активи необоротні.

За допомогою розрахунку цих показників можна з'ясувати, в якому стані перебуває підприємство, що дає змогу побудувати й реалізувати стратегію покращення фінансового стану підприємства.

Визначальними факторами аналізу фінансової стійкості є [12, с. 169]:

- галузева приналежність суб'єкта господарювання;
- структура й асортимент продукції чи послуг, які випускаються підприємством та їх частка в загальному попиті;
- розмір оплаченого статутного капіталу;
- величина й структура витрат, їхня динаміка порівняно з грошовими доходами;
- склад майна і фінансових ресурсів, включаючи запаси й резерви, їхній склад і структуру;
- формування і перерозподіл оборотного капіталу;
- швидкість обертання грошових коштів.

Розгляд сучасних підходів визначення видів стійкості підприємств варто розпочати з виробничо-технологічної стійкості, яка характеризується стабільним функціонуванням виробництва й удосконаленням техніки і технологій на підприємстві [8, с. 126].

Серед усіх інших видів стійкості останнім часом почали виділяти організаційно-правову стійкість, яка визначає функціонування підприємства в рамках законодавчого і правового поля держави [8].

Підвищення вимог до екологізації виробництва й забезпечення випуску безпечних для людей та оточуючого середовища товарів викликав необхідність орієнтації на соціальну-екологічність. Соціально-екологічна стійкість підприємства характеризує здатність підприємства виконувати свою основну соціальну функцію (забезпечувати соціальні потреби населення), при цьому бути екологічно безпечним і забезпечувати мінімальний шкідливий вплив своєї господарської діяльності на навколишнє середовище.

Сьогодні все частіше починають акцентувати увагу на маркетинговій стійкості підприємства. Маркетингова стійкість — здатність утримувати стійку конкурентоспроможну позицію на ринку, досягати запланованого обсягу продажів, адаптуватися до змін ринкової кон'юнктури та відповідати сучасним і майбутнім запитам споживачів щодо співвідношення якості/ціни [13, с. 45].

Варто підкреслити, що в кожному підприємстві важливим аспектом функціонування підприємства є трудові ресурси, тому сучасні науковці приділяють увагу кадровій стійкості підприємства. Кадрова стійкість — це здатність підприємства підтримувати низькій рівень плинності кадрів і високий мотиваційний потенціал персоналу [13].

Отже, проаналізувавши різні підходи до визначення стійкості підприємств та їх видів, можна зробити висновок, що удосконалення й розвиток управлінського процесу можливі лише завдяки забезпеченню різних видів стійкості підприємства. Слід відзначити, що наведені види стійкості підприємства доповнюють один одного, можуть виступати стабілізуючим фактором один для іншого і, як результат, забезпечувати загальну стійкість підприємства.

У літературі поняття стійкості трактується неоднозначно. Особливо це стосується її видів. Так, науковці, Ю.В. Масленко та Є.Б. Іващенко наголошують на тому, що ринкова стійкість підприємства характеризує його незалежність від зовнішніх джерел фінансування. Вона залежить від того, наскільки оптимальне співвідношення власного і позичкового капіталу, тому показники ринкової стійкості відбивають співвідношення між різними складовими джерел засобів підприємства. На нашу думку, не менш важливими чинниками є структура капіталу, політика управління підприємством, маневреність власного капіталу, дебіторська заборгованість тощо [14, с. 195].

З таким підходом авторів важко погодитися, оскільки ринкова стійкість не може бути зведена до оптимальної структури капіталу. Ринкова стійкість охоплює велику кількість факторів і складається з класичних видів стійкості (загальна стійкість, внутрішня, зовнішня, успадкована та фінансова стійкість) і сучасних видів (виробничо-технологічна, організаційно-правова, соціально-екологічна, маркетингова та кадрова). В цьому разі оптимізацію джерел фінансування до напрямків вкладання коштів доцільно віднести до фінансової стійкості підприємства.

В.П. Федько вважає, що ринкова стійкість будь-якого підприємства, компанії, фірми в певній мірі залежить від стану і тенденцій розвитку виробництва, виходячи із замовлень ринку в системі зворотного зв'язку

«споживач-виробництво-інфраструктура», і базується не тільки на виробничих і фінансових складових, а й на більш широкий організаційно-економічній основі: можливості ресурсного забезпечення; рівні організації виробництва та його технологічних складових; маркетинговій стратегії; товарній, промислової, ціновій та сервісній політиці; стані інфраструктури та її перспективних можливостей; нормативно-правовій базі функціонування підприємств. На думку вченого, окремі базові цілі, що визначають стабілізацію промисловості та її сталий розвиток, можна виділити формування конкурентного середовища, підвищення конкурентоспроможності продукції, пошук інвестиційної діяльності [15]. З цієї точкою зору також важко погодитись, оскільки в поняття ринкової стійкості включено велику кількість видів стійкості відповідно до класичних і сучасних підходів, які не враховуються автором.

Залежно від типу ринку розрізняють рівні ринкової стійкості підприємства, яка залежить від частки підприємства на ринку. Найвищою стійкістю володіють монополісти. Найнижчий рівень стійкості притаманний неперспективним підприємствам, які не володіють новітніми технологіями, а також не мають достатнього внутрішнього ресурсу для подальшого розвитку. Інші рівні ринкової стійкості знаходяться між ними. Проте такі судження є помилковими, адже не потрібно забувати про підприємства «нішери», які володіють вузькими сегментами ринку, але виготовляють унікальні товари. Найчастіше нішерами стають підприємства, яким вдалося сформувати і реалізувати ефективну маркетингову стратегію диференціації. Ці підприємства за розміром можна віднести до малих і середніх.

Ринкова стійкість підприємства залежить від конкурентоспроможності товарів, які він випускає, корисного ефекту товару (споживчих властивостей), ціни, витрат на виготовлення та реалізацію, а також від рівня виробництва, стану обладнання, наявності сировини й матеріалів, застосування технологій, якості менеджменту, ефективності маркетингової та фінансової діяльності тощо. Таким чином, ринкова стійкість підприємства — це загальний рівень ефективності здійснення всіх напрямків його діяльності.

До складових ринкової стійкості відносять: рівень конкуренції, цінову політику, маркетингову політику, місце підприємства на ринку, рівень матеріально-технічного оснащення, наявність економічних зв'язків з партнерами, ефективність господарських і фінансових операцій, рівень ризиковості фінансової діяльності, гнучкість (вміння пристосуватися до нових вимог ринку) керівництва та персоналу тощо.

Розглядаючи питання стійкості підприємства як елемент конкурентоспроможності, можна зазначити, що коли підприємство функціонує на ринку, де спостерігається низький рівень конкуренції, то ринкова стійкість підприємства буде високою або найвищою.

Проаналізувавши існуючі підходи, доцільно запропонувати визначення ринкової стійкості підприємства як стану підприємства, при якому, попри вплив негативних ринкових чинників, воно має достатньо ресурсів (високу платоспроможність, ефективне виробництво, наявність власних новітніх розробок, ефективний менеджмент тощо) для забезпечення стабільної роботи й подальшого розвитку на даному ринку.

Висновки

Серед основних завдань кожного господарюючого суб'єкта є забезпечення його ринкової стійкості попри мінливі умови внутрішнього і зовнішнього середовища завдяки використанню його потенціалу. У сучасній економічній науці існує два підходи до визначення видів стійкості: класичний (загальна, внутрішня, зовнішня, успадкована та фінансова стійкість) і сучасний (виробничо-технологічна, організаційно-правова, соціально-екологічна, маркетингова, фінансова та кадрова стійкість). Вищезгадані види стійкості можуть взаємодоповнювати один одного, тому їх потрібно розглядати в комплексі. Більшість науковців радять розглядати види стійкості відповідно до сучасного підходу.

Ринкова стійкість підприємства залежить від типу ринку, на якому функціонує підприємство та яке місце займає на ньому. Яскравими прикладом цього є підприємства-монополісти та підприємства-нішери, які можуть забезпечити своє стійке функціонування та розвиток через унікальні переваги (одні контролюють ринок, інші виробляють унікальні товари)

На сьогодні стійкий розвиток систем досліджується на рівні Організації Об'єднаних Націй в рамках Економічної та Соціальної ради. Комісії стійкого розвитку (створена в 1992 р.), однак на багато питань так і не було знайдено обґрунтованих відповідей, тому дана проблематика залишається актуальною і потребує подальших досліджень.

Література

1. Броило Е.В. Методология управления экономической устойчивостью коммерческой организации на основе мониторинга кризисных процессов: автореф. дис. на соискание науч. степени докт. экон. наук: спец. 08.05.02 «Экономика и управление на предприятии» / Е.В. Броило. — Екатеринбург, 2009. — 46 с.
2. Фещур Р.В. Економічна стійкість підприємства — становлення понятійного базису / Р.В. Фещур, Х.С. Баранівська // Проблеми економіки та управління. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — 2010. — № 684. — С. 284—290.
3. Білоуско Т.Ю. Формування економічної стійкості сільськогосподарських підприємств / Т.Ю. Білоуско // Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Сер.: Економічні науки. — 2013. — № 3. — С. 52—60.
4. Ареф'єва О.В. Економічна стійкість підприємства: сутність, складові та заходи з її забезпечення / О.В. Ареф'єва, Д.М. Городянська // Актуальні проблеми економіки. — 2008. — № 8. — С. 83—90.
5. Іванов В.Д. Управління економічною стійкістю промислових підприємств (на прикладі підприємств машинобудівного комплексу) / В.Д. Іванов // Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля; [Відп. ред. Уманський О.М.]. — Луганськ, 2005. — 266 с.
6. Казиева Ж.Н. Устойчивое развитие промышленности (теория и методология): автореф. дис. на соискание науч. степени докт. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / Ж.Н. Казиева. — Махачкала, 2009. — 47 с.
7. Фещур Р.В. Економічна стійкість підприємства — становлення понятійного базису / Р.В. Фещур, Х.С. Баранівська // Проблеми економіки та управління. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». — 2010. — № 684. — С. 284—290.
8. Товстяк Г.П. Економічна стійкість підприємства: поняття, структура, фактори та види / Г.П. Товстяк // Сучасні тенденції розвитку наукової думки: тез. доп. II Міжнар. наук.-практ. конф. — Київ: Вид-во НТУУ «КПІ». — 2011. — С. 125—126.
9. Ступка Н.М. Окремі аспекти оцінки фінансової стійкості підприємств / Н.М. Ступка // Університетські наукові записки. — 2005. — № 4. — С. 348—354 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Unzap_2005_4_60.pdf.

10. *Ткаченко С.М.* Сутність економічної стійкості підприємств та її складові / С.М. Ткаченко // *Ефективна економіка* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/index.php?operation=1&iid=1350>.

11. *Усатюк К.К.* Фінансова стійкість підприємства / К.К. Усатюк // *Науковий вісник НЛТУ України*. — 2011. — Вип. 21.11. — С. 198—200.

12. *Вознюк А.О.* Фінансова стійкість та її значення для економічного розвитку і безпеки підприємства / А.О. Вознюк // *Економічні науки. Сер.: Облік і фінанси*. — 2012. — Вип. 9(1). — С. 164—169 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecnof_2012_9\(1\)_25.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/ecnof_2012_9(1)_25.pdf).

13. *Слободчикова О.А.* Механізм забезпечення стратегічної стійкості підприємства гірничо-металургійного комплексу в умовах проведення реструктуризації / О.А. Слободчикова // *Економічний часопис-XXI*. — 2012. — № 7—8. — С. 44—46.

14. *Масленко Ю.В.* Прибуток як джерело стійкого розвитку підприємства / Ю.В. Масленко, С.Б. Іващенко // *Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: економічна. Випуск 82* — Донецьк, ДонНТУ. — 2004. — С. 195—200.

15. *Федько В.П.* Рыночная устойчивость промышленности (теоретико-методологический аспект) [Текст]: монография / В.П. Федько. — Ростов на Дону: [б. и.], 2000. — 284 с.

РЫНОЧНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НАУКЕ

О.В. Тур

Национальный университет пищевых технологий

В статье проанализированы взгляды ученых на экономическую сущность понятия рыночной устойчивости предприятия, определены факторы, которые на нее влияют. Предложено два подхода к классификации устойчивости: классический и современный. Обоснована зависимость рыночной устойчивости предприятия от типа рынка, на котором оно функционирует. Рассмотрены показатели устойчивого развития предприятия.

Ключевые слова: *устойчивость, рыночная устойчивость предприятия, устойчивое развитие, устойчивость деятельности, монополисты, нишеры.*

УДК 159.922.7:37.015.3

ROLE OF PSYCHOLOGY IN PROVIDING ENOGASTRONOMIC TOURISM

N. Chugayeva

National University of Food Technologies

Key words:

*Education
Psychology
Enogastronomic tourism
Enogastronomic guide
Tourist business
personnel*

Article history:

Received 03.02.2016
Received in revised form
19.02.2016
Accepted 15.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article is devoted to the actual problem of the specific application of psychological knowledge that affects the efficiency of the enogastronomic tourism. The scientific and theoretical basis for studying the course of Psychology and its professional-oriented branches for students majoring in Tourism is provided. The psychological aspects of foreign and domestic enogastronomic tourism and the involvement of tourist personnel are analyzed. A set of test techniques for the examination of personality of the professionals of tourist business and university students majoring in Tourism is offered. The obtained results can be implemented into the pedagogical process of the institutions preparing the specialists in the field of enogastronomic tourism.

РОЛЬ ПСИХОЛОГІЇ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЕНОГАСТРОНОМІЧНОГО ТУРИЗМУ

Н.Ю. Чугаєва

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено актуальну проблему особливостей застосування психологічних знань, які впливають на ефективність процесу еногастрономічного туризму. Здійснено науково-теоретичне обґрунтування вивчення студентами напряму підготовки «Туризм» навчальної дисципліни «Психологія» та її професійно орієнтованих галузей. Проаналізовано психологічні аспекти процесу зарубіжного та вітчизняного еногастрономічного туризму й участі в ньому туристичного персоналу. Запропоновано набір тестових методик для вивчення особистості фахівця туристичного бізнесу та студентів ВНЗ напряму підготовки «Туризм». Отримані результати рекомендовано впроваджувати у педагогічний процес підготовки фахівців еногастрономічного туризму.

Ключові слова: освіта, психологія, еногастрономічний туризм, еногастрономічний гід, персонал туристичного бізнесу.

Постановка проблеми. Звертаючись до тематики еногастрономічного туризму, слід зазначити, що дана проблема органічно взаємопов'язана з необ-

хідністю забезпечення психологічної компетентності персоналу туристичного бізнесу. Багатоаспектність ситуативного матеріалу передбачає впровадження спеціально розробленого комплексу навчальних занять для забезпечення мети задоволення психологічних потреб клієнтів сфери гостинності. У цих умовах зростає актуальність опанування студентами навчальної дисципліни «Психологія» українською та англійською мовами з огляду на постійне спілкування фахівців туристичного бізнесу у професійній сфері «людина-людина».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Д.І. Басюк вважає, що еногастрономічний туризм є тематичним туризмом, пов'язаним з вивченням і дегустацією національної кухні й вина країн світу. Об'єднуючи культурні, промислові, екологічні та соціальні аспекти, еногастрономічний туризм передбачає ознайомлення з оригінальними технологіями організації місцевого виробництва продуктів харчування і напоїв, а також традицій їх споживання, засвоєння навичок кулінарного мистецтва, участь у фестивалях і тематичних культурних заходах [6].

М.П. Кляп, Ф.Ф. Шандор розглядають гастрономічний туризм як подорож країнами та континентами для знайомства з особливостями місцевої кухні, кулінарними традиціями з метою спробувати унікальні для приїжджої людини цікаві страви або продукти [2].

Загалом, у різноманітних літературних джерелах еногастрономічний туризм розглядається як новітній варіант подорожі, який приваблює туристів, стаючи їхнім захопленням, надає змогу дослідити незнайомі раніше смаки й автентичні традиції. Кулінарія таким чином набуває нового змісту, передаючи інформацію про культурні цінності тієї чи іншої країни.

Мета статті полягає у науково-теоретичному обґрунтуванні вивчення студентами напряму підготовки «Туризм» навчальної дисципліни «Психологія» та особливостей застосування психологічних знань, які впливають на ефективність процесу еногастрономічного туризму.

Виклад основних результатів дослідження. Говорячи про туризм, часто розуміють зарубіжний відпочинок, а також пов'язане з ним вивчення харчової поведінки і традицій інших країн, тоді як в Україні з характерною для неї гостинністю, багатонаціональною культурою й традиціями існує багато місць для еногастрономічного туризму. Аналізуючи досвід зарубіжних фестивалів системи харчування та споживання різноманітних напоїв, зокрема «Октоберфест», «Toast to the Coast» (м. Мельбурн, Австралія) тощо, можна констатувати наявність психологічного підходу, що супроводжує процес проведення цих заходів. Останнім часом в Україні набувають поширення так звані фестивалі здорової, вуличної їжі тощо. З досягненням позитивного досвіду їх проведення можна сподіватись на розширення часового та географічного діапазону реалізації таких еногастрономічних заходів, а також збільшення кількості закладів громадського харчування, спрямованих на поширення якісної української кухні, зокрема вареничні, пиріжкові, молочні кафе з гарячим молоком і свіжою випічкою, соки (натуральні на розлив) і води України, кафе-кондитерські з дегустаційними залами, де можна скуштувати кондитерські вироби різних виробників. Це, у свою чергу, стимулюватиме здорову конкуренцію серед виробників і провайдерів товарів та послуг, а

також підвищить якість їх роботи, що є одним із факторів привернення уваги зарубіжних туристів і, як наслідок, притоку зарубіжних інвестицій не тільки у туристичну галузь, а й в економіку всієї України.

Зважаючи на вищезазначене, доцільно приділяти більше уваги розвитку українського еногастрономічного туризму та підготовці кваліфікованого персоналу для нього шляхом вивчення як професійних дисциплін, так і психології.

Часто при проходженні певного терміну або на початку роботи співробітники туристичних установ проходять різноманітні тренінги («Тренінг особистісного зростання», «Мистецтво переконувати», «Основи нейролінгвістичного програмування», «Бізнес-консультування» тощо), які мають на меті ознайомлення з основами психології у вузькопрофільному напрямку. Розглядаючи це питання з професійно-психологічної точки зору, слід зазначити, що таке уривчасте вивчення психології є однобічним, оскільки надає можливість отримати або знання, або уміння, або навички з певної теми, які, на погляд керівництва, є необхідними у даний момент часу, що може призвести до непрогнозованих, нестабільних результатів, а інколи й до погіршення результатів професійної діяльності.

Розвиток має бути комплексним і включати в себе як знання профільних дисциплін, так і знання психології, а також іноземних мов з огляду на спеціалізацію туристичної діяльності. Враховуючи вищесказане, професійно-особистісний розвиток співробітників туристичної сфери має супроводжуватись високоосвіченими фахівцями з професійним досвідом роботи та знаннями у галузі психології. Передусім професійно-психологічна компетентність персоналу туристичного бізнесу передбачає знання психології й таких її галузей, як «Психологія управління», «Психологія професійної (туристичної) діяльності», «Психологія харчової поведінки», «Психологія ефективної комунікації», «Організаційна психологія» та «Вікова психологія».

Японські психологи проаналізували психічне здоров'я та харчові звички 1000 осіб старше 70 років: виявилось, що люди, які вживали томати тричі на тиждень, рідше страждали від депресії, ніж ті, що їли їх лише раз. Тобто знання психології є необхідною умовою не тільки професійного розвитку, але й збереження психічного здоров'я фахівців.

Компетентність керівника у галузі психології дозволить застосувати принципи популярної у зарубіжній практиці технології управління «happy management» і таким чином оптимізувати результати роботи співробітників туристичного бізнесу, оскільки за численними спостереженнями спеціалістів з психології праці, людина, задоволена життям, більш якісно працює.

Знання психології реклами й психології харчової поведінки знаходять свою реалізацію у виникненні та функціонуванні музеїв їжі, наприклад, музей саямі і паприки (м. Сегед, Угорщина), музей карі і ковбас (м. Берлін, Німеччина), музей локшини рамен (м. Йокогама, Японія), музей какао і шоколаду (м. Брюссель, Бельгія), музей смаженої картоплі (м. Брюгге, Бельгія) [7, 8, 9, 10]. У професійно-психологічному розумінні музеї посилюють атракцію туристичної подорожі, наповнюючи її продуктивним змістом. З одного боку, такі заклади є цікавими еногастрономічними об'єктами як кінцева мета

туристичної діяльності, з іншого — можуть стати першим кроком до пізнання національних традицій певної країни, зокрема кулінарних.

Розглядаючи практичні аспекти гостинності у туризмі можна відокремити найбільш значну її частину: компетентне забезпечення сервіс-послуг для клієнтів еногастрономічного туризму таким чином, щоб сформувати у них психологічну потребу в повторенні позитивного досвіду. У певному змісті високий рівень сервісу має створювати позитивну звичку до його наявності. Психологічний рівень сервісу можливо визначити фактором розвитку мотивації повторення програми еногастрономічного туризму. На початку 80-их років ХХ ст. британські вчені ввели термін «foody» на позначення нової генерації людей, які вивчають інноваційні тенденції кулінарії, цікавляться здоровим харчуванням. Певна річ, що такі люди є потенційними клієнтами еногастрономічного туризму. Зважаючи на те, що люди, які належать до типу «foody», є досить обізнаними у цій сфері, ключовим фактором у прийнятті ними рішення про участь у програмі еногастрономічного туризму є знання туристичним персоналом психології.

Окремого розгляду вимагає така новітня професія, як гастрономічний гід та еногастрономічний гід, а також їхня спеціалізація. Як відомо, серед іноземців, які не вперше відвідують Україну, популярні такі брендовані українські продукти, як сало, борщ, вареники, вина, горілка. У цих умовах на еногастрогіда покладається завдання, враховуючи потреби та побажання туриста, ознайомити його з усіма позитивними сторонами української національної кухні, створюючи позитивну мотивацію до багаторазового повторення туристичної діяльності. Працюючи таким чином, гастрономічний гід якістю своєї роботи одночасно буде рекламувати її.

Слід зауважити, що відповідно до гастрономічних вподобань існують різні категорії людей:

1. Любителі нового: національної, навіть екзотичної кухні.
2. Обережні, що вживають лише їжу, до якої звикли.
3. Економні, харчування, яких суворо регламентовано визначеним бюджетом.
4. Вегетаріанці.
5. Любителі морепродуктів.
6. Адепти системи «All inclusive».

Еногастрогід має будувати стратегію своєї професійної поведінки на основі даної класифікації.

Продуктивна діяльність співробітників туристичної сфери передбачає наявність ефективної взаємодії туристичного персоналу й туристів. Така взаємодія буде одним з найважливіших чинників успішної туристичної діяльності. Не вирішеною раніше частиною проблеми є диференційований підхід до призначення персоналу туристичного бізнесу. Виконання функцій працівника туристичної галузі висуває певні вимоги до психологічної сфери особистості, у тому числі до окремих психічних функцій, що пов'язані з особливостями його діяльності.

У світлі нашого розуміння окремого розгляду заслуговує проблема професійного добору персоналу туристичного бізнесу, яка зумовлена необхідністю

покращення процесу туристичної діяльності шляхом добору найбільш здібних і схильних до такої роботи працівників.

Таким чином, цілком можливо вивчити психологічні якості особистості, які сприяють успішній реалізації туристичної діяльності в процесі здійснення її основних функцій. Нами запропоновано набір тестових методик, що дозволяють ретельно дослідити як існуючих представників персоналу туристичної сфери, так і майбутніх — студентів ВНЗ відповідного напрямку підготовки «Туризм». Інформативність опису методик обернено пропорційно до міри поширення їх у сучасних психологічних дослідженнях.

До набору методик доцільно включити такі:

1. Методика емоційного самоусвідомлення. Дана методика, розроблена О.І. Власовою та М.А. Березюк, призначена для діагностики інтраіндивідуального модусу розвитку емоційного інтелекту людини [1]. Вона складається з п'яти шкал і сумарного показника емоційного інтелекту. Перша шкала «Диференціації емоцій» діагностує, наскільки людині легко зрозуміти, що і за яких обставин вона відчуває, наприклад, відрізнити, де радість, а де здивування, коли її полонить вир емоцій. Наступна шкала «Вираження емоцій» показує, як адекватно та повно людина вміє демонструвати власні почуття, наскільки відверто виражає себе. Результат за шкалою «Емпатії» демонструє усвідомлену здатність особистості відчувати емоційний стан іншої людини. За її допомогою діагностується рівень співчуття іншим людям. Шкала «Управління емоціями» діагностує здатність людини керувати власними емоціями. Результати її застосування демонструють те, наскільки людина спроможна спрямувати свої переживання у потрібне русло з огляду на вимоги ситуації. Шкала «Прийняття відповідальності» надає інформацію про те, наскільки людина усвідомлює свою відповідальність за власні переживання стосовно того, чи буде вона здоровою, щасливою та благополучною.

У результаті роботи з методикою по кожній шкалі відповідно до ключа обраховуються показники; їхня сума за всіма шкалами виступає загальним показником емоційного самоусвідомлення людини [1]. Таким чином, даний психодіагностичний засіб є перспективним інструментом дослідження розвитку особистості співробітника туристичного бізнесу, що свідчить про її свідому саморегуляцію.

2. Опитувальник «Шістнадцять особистісних факторів» Р. Кеттелла. У результаті дослідження з використанням даного опитувальника фахівець туристичного бізнесу описується за допомогою 16 фундаментально незалежних і психологічно змістовних факторів (16 PF) [5].

3. Методика дослідження соціального інтелекту Дж. Гілфорда, яка широко застосовується у США та багатьох європейських країнах, займає проміжне становище між тестами загального інтелекту й тестами особистості, дозволяє діагностувати соціальний інтелект як такий, що відбиває здатність особистості розуміти й прогнозувати поведінку людей у різних життєвих ситуаціях, розпізнавати наміри, почуття й емоційні стани людини за проявами невербальної та вербальної експресії [1]. Методика визначає як загальний рівень соціального інтелекту, так і його окремі елементи (здатність передбачати наслідки поведінки, розуміти вербальну і невербальну поведінку, правильно

орієнтуватися в загальній картині міжособистісної взаємодії, розуміючи наслідки та причини настання таких подій).

Сумарний результат відповідей по всьому тесту в цілому, що називається композитною оцінкою, відображає загальний рівень розвитку соціального інтелекту. Дж. Гілфорд вважає його інтегральним фактором прогнозу ефективної організації соціальної поведінки людини.

4. Психогеометричний тест С. Деллінгер. Методика, призначена для виявлення особливостей орієнтації на певну сферу активності: спілкування, пізнання, виконавчу працю, домінування, творчість [5].

5. Анкета ефективності роботи персоналу туристичного бізнесу. Дана анкета є оригінальною авторською методикою, розробленою нами спеціально для визначення професійної майстерності фахівців туристичної сфери.

6. Опитувальник «Пультар». Цей тест, розроблений Л.Г. Почебут, оцінює якість групи, у якій навчається студент, або організації, у якій працює фахівець туристичного бізнесу [5]. Метою дослідження є визначення якості розвитку групи. Дослідження якостей навчальної або професійної групи за допомогою тесту можна проводити як з одним її представником, так і з групою. Студентам або персоналу туристичної сфери роздаються тексти опитувальника, бланки для відповідей і зачитується така інструкція: «Запропонований Вам тест містить сім назв оцінюваних якостей вашої групи і їх змістовних характеристик. На бланку для відповідей поставте той бал (від 12 до 1), який, на вашу думку, відповідає розвитку даної якості у вашій групі».

Опитувальник оцінює рівень розвитку навчальної групи з позиції таких якостей: підготовленість до діяльності, спрямованість, організованість, активність, згуртованість, інтегративність, референтність, а також сумарного показника рівня її зрілості. Бланки відповідей обробляються за допомогою спеціальних ключів. Відповіді всіх досліджуваних осіб сумуються, і по кожній груповій якості підраховується середня оцінка групи за даною в опитувальнику формулою, де враховуються такі показники: середня оцінка, сума відповідей за окремою якістю та кількість досліджуваних. Залежно від сукупної картини отриманих середніх значень можна дати змістовний опис досліджуваної групи студентів — майбутніх фахівців туристичного бізнесу або професійної групи, визначити рівень її розвитку за чотирма рівнями: від згуртованої, працездатної та надійної групи до групи соціально незрілої, де існує велика ймовірність того, що вона не впорається з поставленими навчальними завданнями.

7. Соціометричний метод. Ця методика, розроблена Дж. Морено в руслі соціометричного напрямку, спрямована на діагностику міжособистісних відносин у групі [5]. З усіх різновидів емоційних стосунків дослідник особливо виокремлює симпатію й антипатію (тяжіння та відштовхування), які визначають стан не тільки малої групи, а й суспільства в цілому.

Цей метод надає можливість одержати кількісні результати дослідження: величину статусу кожного члена групи, наявність у ній угруповань, міру згуртованості або роз'єднання, дані про напружені або конфліктні діади, тріади, мікрогрупи. Членам професійного колективу пропонується відповісти на запитання, які дають змогу виявити їх симпатії й антипатії один до одного, до лідерів, членів групи, яких вона не приймає.

Слід підкреслити, що оптимальним буде гармонійне поєднання всіх зазначених вище сучасних психологічних методик дослідження психологічних якостей особистості, які проявляються як індивідуально, так і в навчальній або бізнес-групі залежно від умов конкретної професійної ситуації у сфері туризму.

Висновки

Проведене дослідження надає можливість зробити такі висновки:

1. Враховуючи специфіку фахової діяльності, яка передбачає міжнародну комунікацію, необхідно заздалегідь готувати майбутніх працівників туристичного бізнесу до кваліфікованого виконання обов'язків шляхом засвоєння не тільки професійно орієнтованих дисциплін, а й обов'язкової навчальної дисципліни «Психологія» англійською мовою, адаптованої до потреб туристичного бізнесу.

2. Невід'ємною складовою досягнення успіху у сфері еногастрономічного туризму є вивчення майбутніми фахівцями спеціалізованих галузей психології («Психологія професійної (туристичної) діяльності», «Психологія харчової поведінки», «Психологія ефективної комунікації», «Організаційна психологія»), що є профільними для туристичної діяльності як українською, так і англійською мовами, а за потреби й іншими іноземними мовами.

3. Високий рівень туристичного сервісу в контексті психологічної компетентності персоналу можливо визначити фактором розвитку позитивної мотивації повторення відвідувачами програми еногастрономічного туризму.

4. Під час навчального процесу вважаємо за потрібне наголосити на концентрації уваги студентів на сучасних надбаннях світової науки й практики та всебічному соціально-освітньому розвитку майбутніх спеціалістів у туристичній галузі.

5. Для досягнення конструктивних результатів еногастрономічного туризму необхідне запровадження професійно-психологічного добору персоналу туристичного бізнесу, а також майбутніх спеціалістів-студентів ВНЗ на пряму підготовки «Туризм».

Перспективи дослідження пов'язані з розширенням і поглибленням тематичного спектра навчальних занять з психології за допомогою проведення опитувань студентів щодо найбільш цікавих і корисних тем для їх соціально-професійного розвитку; впровадження нових професійно орієнтованих психологічних дисциплін: «Психологія професійної (туристичної) діяльності», «Психологія харчової поведінки», «Психологія ефективної комунікації», «Організаційна психологія» в освітній процес ВНЗ; розробці психорозвивальної програми, яка б забезпечувала ефективну реалізацію туристичним персоналом покладених на них функцій.

Література

1. Власова О.І. Психологія соціальних здібностей: структура, динаміка, чинники розвитку: монографія / О.І. Власова. — Київ: Київський університет, 2005. — 308 с.

2. Кляп М.П. Сучасні різновиди туризму / М.П. Кляп, Ф.Ф. Шандор. — Київ: Знання, 2011. — 334 с.

3. Чугаєва Н.Ю. Роль психолого-педагогічних дисциплін в підготовці майбутніх спеціалістів у вищих навчальних закладах України / Н.Ю. Чугаєва. — Вісник Національ-

ного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Філософія. Психологія. Педагогіка: зб. наук. пр. — Київ, 2003. — № 2(8). — С. 73—78.

4. Чугаєва Н.Ю. Деякі особливості педагогічної творчості у контексті сприяння освітній соціалізації студентів / Н.Ю. Чугаєва. — Актуальні проблеми психології: зб. наук. пр. / Інститут психології ім. Г.С. Костюка НАПН України; за ред. С.Д. Максименка. — Т. XII. Психологія творчості. — Випуск 15. — Ч. 1. — Київ, 2012. — С. 417—425.

5. Чугаєва Н.Ю. Психологічні особливості педагога-наставника як умова ефективної соціалізації студентів: дис. ... канд. психол. наук: 19.00.07 / Н. Ю.Чугаєва ; ДВНЗ «Ун-т менедж. освіти». — Київ, 2010. — 212 с.

6. Basyuk D. Enogastronomic tourism as a marketing tool of domestic manufacturer / D. Basyuk // The Second North and East European Congress on Food (NEEFood-2013), May 26—29, 2013. — Kyiv: NUFT, 2013. — P. 248.

7. Сайт музею салами і паприки [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.pickmuzeum.hu/index-en.html>.

8. Сайт музею каррі і ковбас [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://currywurstmuseum.com>.

9. Сайт музею какао і шоколаду [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://choco-story-brussels.be>.

10. Сайт музею смаженої картоплі [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.frietmuseum.be/en/>.

РОЛЬ ПСИХОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ЭНОГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Н.Ю. Чугаєва

Национальный университет пищевых технологий

В статье исследуется актуальная проблема особенностей применения психологических знаний, которые влияют на эффективность эногастрономического туризма. Представлено научно-теоретическое обоснование изучения студентами направления подготовки «Туризм» учебной дисциплины «Психология» и ее профессионально ориентированных отраслей. Проанализированы психологические аспекты процесса зарубежного и отечественного эногастрономического туризма и участия в нем туристического персонала. Предложен набор тестовых методик для изучения личности специалиста туристического бизнеса и студентов вузов направления подготовки «Туризм». Полученные результаты рекомендуется внедрять в педагогический процесс подготовки специалистов в сфере эногастрономического туризма.

Ключевые слова: образование, психология, эногастрономический туризм, эногастрономический гид, персонал туристического бизнеса.

УДК 93 (330.101.54)

ECONOMIC DEVELOPMENT OF UKRAINE IN THE PERIOD OF INDEPENDENCE: ACHIEVEMENTS, PROBLEMS, PERSPECTIVES

O. Pylypenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Economic development
Inflation
Policy
Government
Stagnation*

Article history:

Received 12.02.2016
Received in revised form
03.03.2016
Accepted 20.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article is devoted to the analysis of the main periods of economic development of Ukraine during its independence. The major attention is paid to the economic policy of the first presidents (L. Kravchuk, L. Kuchma, V. Yushchenko) and governments of the country. On the basis of the wide statistical material, the article illustrates the main indicators of industrial, social and agricultural sectors. The forecast of the perspectives of the Ukrainian economy development in the nearest future is proposed.

ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗВИТОК УКРАЇНИ В ПЕРІОД НЕЗАЛЕЖНОСТІ: ЗДОБУТКИ, ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ

О.Є. Пилипенко

Національний університет харчових технологій

У статті проаналізовано важливий період у розвитку економіки в період незалежності України. Головну увагу приділено висвітленню економічної політики урядів і перших президентів країни Л.М. Кравчука, Л.Д. Кучми, В.А. Ющенко. На основі використання статистичного матеріалу наведено основні показники економічного, соціального та аграрного розвитку. Визначено перспективи розвитку української економіки в найближчі роки.

Ключові слова: економічний розвиток, інфляція, політика, уряд, стагнація.

Постановка проблеми. Економічний розвиток незалежної України складно аналізувати. Перехід до нових економічних відносин був історично необхідним. Іншого, більш ефективного способу ведення господарства людство не винайшло. Форми і способи реформування економіки в нашій державі були непростими, тому дуже важко визначити їх наслідки. Але робити це потрібно, оскільки історичний аналіз передбачає визначення основних помилок і недопущення їх у майбутньому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У різні часи дану проблему вивчали такі вчені, як Б.Д. Лановик, А.П. Гриценко, А.С. Захарчук, І.О.Жилияєв, З.М. Матисякевич, Р.М. Матейко, С.В. Кульчицький, О.І. Соскін, В.А. Смолій, О.М. Царенко, М.В. Плахотнікова та ін. Незважаючи на значну кількість праць, слід зауважити, що деякі аспекти все ж недостатньо висвітлені у вітчизняній науковій літературі.

Мета статті. Проаналізувати різні аспекти, які впливали на розвиток економіки в Україні, динаміку розвитку різних галузей промисловості та сільського господарства, переосмислити закономірність і результати трансформації економіки в Україні.

Виклад основного матеріалу. З початком перебудови стала зрозумілою невідворотність кардинальних змін у суспільстві. Неймовірно важливими з точки зору історичного вибору є наслідки Всеукраїнського референдуму 1990 р., коли 92 % населення держави висловились за повну незалежність України, і прийняття Верховною Радою України Акту незалежності України. Зміни такого рівня в жодній країні не проходять без проблем. Але для нас важливим є аналіз вибору стратегічного напрямку розвитку країни. Потрібно було переходити від планової командно-адміністративної системи ведення господарства до ринкової економіки. Важким, а інколи помилковим був шлях переходу до нової моделі суспільства. Поза сумнівом перед Українською молоддю державою був взірець економічних реформ в країнах з розвинутою економікою та початковий досвід колишніх соціалістичних країн Східної Європи. Проте на шляху реформування не обійшлося без помилок.

Протягом перших років незалежності була створена правова база вільної економіки, Достатньо пригадати прийняття Основного закону держави — Конституції України 28 червня 1996 р., Законів України «Про підприємство», «Про підприємництво», «Про приватизацію майна державних підприємств», «Про селянське (фермерське) господарство», «Про форми власності на землю», «Земельний кодекс України» тощо.

Щодо вибору моделі переходу від планової до ринкової економіки була обрана так звана «шокова терапія» на зразок проведеної в сусідній Польщі реформи. Цю ідею активно пропагував президент країни Л. Кравчук та його економічні радники. Хоча були й альтернативні варіанти. Наслідком цих реформ відомі: гіперінфляція, збідніння значної частини населення, зниження життєвого рівня, закриття багатьох підприємств.

У 1994 р. економіка країни виявилася на межі краху. ВВП порівняно з попереднім роком впав на 23 %, виробництво промислової продукції — на 27,8 %, сільськогосподарської — на 16,5 %. Капітальні вкладення за 1992—1994 рр. знизилися на 57 %. Фінансова система держави виявилася практично зруйнованою. У жовтні дефіцит бюджету досягнув 18,5 % ВВП. Ціни порівняно з 1991 р., за даними Б.Д. Лановика, зросли у 102 рази [1, с. 397].

Не було злагоди і між гілками влади. Постійно загострювалися протистояння між законодавчою та виконавчою гілками влади. Прагнення здійснити радикальні реформи за сценарієм колишньої партійної номенклатури виявилися невдалими. Деякі позитивні зрушення в економіці намітилися у другій половині 90-х років ХХ ст., що пов'язано з такими чинниками:

- по-перше, було обрано нового президента країни Л. Д. Кучму, який обіцяв проведення рішучих реформ ;

- по-друге, був розпочатий процес приватизації. Так, у 1995 р. в Україні було роздержавлено 16 265 об'єктів, з яких 4 051 належали до загальнодержавної власності. У підсумку частина державної власності в Україні скоротилася з 96 до 62 %;

- по-третє, було прийнято основний закон держави — Конституцію України 1996 р., яка остаточно закріпила демократичний лад в країні і гарантувала різні форми власності і підприємництва;

- по-четверте, успішне проведення фінансової реформи у вересні 1996 року.

Всі ці заходи дозволили на певний час стабілізувати економічну ситуацію і знизити рівень інфляції. Разом з тим, було здійснено лібералізацію цін, валютного курсу, механізмів зовнішньої торгівлі, роздержавлення земель, почав функціонувати ринок цінних паперів. Багато вад соціалістичної економіки (зрівнялівка, тотальний дефіцит, планова економіка тощо) відійшли у минуле.

Однак, незважаючи на всі ці заходи, економічну кризу подолати не вдалося. До 1998 р. в державі збитковим було кожне друге підприємство. На початку 1999 р. абсолютний обсяг прибутку в економіці зменшився на 40 % [2, с. 11].

Невтішною була ситуація і в сільському господарстві. Тотальний занепад аграрного виробництва пов'язаний з дезорганізацією господарства, скороченням ринку збуту сільськогосподарської продукції і зростанням конкуренції з боку зарубіжних товаровиробників. Приватизації сільгоспугідь заважали брак капіталів у селянства і відсутність допомоги з боку держави. Фермерський рух розвивався повільно. На 1993 р. в Україні налічувалося лише 14,6 тис., а на початок 1997 р. — 35 тис. фермерських господарств. Обсяг виробництва у сільському господарстві невпинно зменшувався. Продукція колгоспів і радгоспів коштувала дорого. Зростала заборгованість цих господарств перед державою.

У листопаді 1994 р. з'явився указ Президента України «Про невідкладні заходи щодо прискорення земельної реформи у сфері сільськогосподарського виробництва» [3]. Після роздержавлення землі став можливим процес приватизації і розпаювання землі. Селянин дістав можливість вирішувати, чи залишити свій пай у колективі на умовах оренди, чи створити приватне фермерське господарство. Але цей процес супроводжувався зловживаннями і розкрадання майна колишніх колгоспів і радгоспів. До початку 1997 р. документи на право земельної власності одержали майже всі колективні господарства. Можна стверджувати, що в Україні була проведена земельна реформа, що надало можливість уповільнити темпи падіння валової продукції сільського господарства. Але це відбувалося лише за рахунок рослинництва, бо тваринництво переживало значний спад. Указ Президента України «Про невідкладні заходи щодо прискорення реформування аграрного сектору економіки» (грудень 1999 р.) створив вагомі передумови для істотного прискорення ринкових перетворень на селі. 2000 р. став першим роком підйому — на 7,6 %. Також зросла частка приватного сектору (з 29,4 % в 1990 р. до 64,7 % — в 2000 р.) [4, с. 15].

На квітень 2001 р. в Україні власниками землі стали 6,6 млн осіб, які отримали сертифікати на земельний пай (в середньому — 4,2 га). 1,4 млн громадян,

або 21,75 % від загальної кількості власників сертифікатів на земельний пай, отримали замість сертифікатів державні акти на землю, тобто стали приватними власниками землі. Були реорганізовані всі 10 833 КСП і створено 14 741 нових сільськогосподарських формування, у тому числі 1254 фермерських господарств. Сільськогосподарське виробництво України зараз формує 16—22 % національного доходу України. Важливим чинником виходу сільського господарства з кризи стало прийняття нового Земельного кодексу, який закріпив право приватної власності на землю, що, у свою чергу, прискорило земельну реформу. В той же час неврожай 2002 р. ледь не ліквідував усі позитивні тенденції.

Україна здійснювала зовнішньоторговельні операції з більшістю країн світу. До останнього часу зберігалась стійка тенденція скорочення обсягів торгівлі з країнами колишнього СРСР і нарощування торговельних зв'язків з іншими державами. Найбільшими торговельними партнерами стали Європейський Союз і Російська Федерація. Вироби з Китаю, Туреччини («човникова» торгівля) теж стали помітними на українському ринку.

Специфіка видів діяльності обумовила значну галузеву диференціацію у рівнях заробітної плати працівників. У нафтодобувній, нафтопереробній, газовій промисловості, на метрополітені рівень заробітної плати у два і більше разів перевищував середній показник. На відміну від цього, заробітна плата працівників сфери громадського харчування, освіти, охорони здоров'я була у чотири рази нижчою. Розрив у доходах населення набрав небачених масштабів. Становище у соціальній сфері багато років поспіль залишається напруженим. Хронічною була не виплата заробітної плати. На початок 1998 р. загальний борг становив понад 5 млрд грн [5, с. 8], хоча в цій сфері відбулися вагомі зрушення. Перед працівниками бюджетних організацій у 1999—2001 рр. заборгованості були погашені. Також погашені заборгованості і у виплаті пенсій. Найбільша заборгованість була зафіксована у вугільній промисловості, машинобудуванні, сільському господарстві. В той же час, починаючи з 2000 р., відбулося зростання заробітної плати, хоча інфляційні процеси у своїй більшості нівелювали зростання доходів громадян. За роки незалежності стрімко зростало безробіття.

У 1998 р. в Україні нараховувалось 600 тис. офіційно зареєстрованих безробітних. На кожне вільне робоче місце претендувало майже 20 осіб. Лише з 2000 р. ситуація стала дещо покращуватися. З 2005 р. було поставлено завдання забезпечення зайнятості для більшої частини населення, створення мільйони нових місць. Наслідком соціальної кризи, невирішеності багатьох питань в економіці стало поширення страйкового руху та інших форм протесту. За ці роки чисельність населення в Україні скоротилась з 52 млн до 46 млн осіб. Від 5 до 7 млн українців вимушені виїздити на роботи за кордон переважно у країни Європейського Союзу та Російську Федерацію [6, с. 207].

В економічному розвитку України на початку XXI ст. можна виділити як негативні, так і позитивні тенденції. Основними проблемами були реформування промисловості і сільського господарства, забезпечення стабільного зростання виробництва, створення надійної системи соціального захисту, інтеграція в європейське і світове співтовариство. 2000 р. став переломним, коли в економіці виникли тенденції до стійкого зростання. Єдиними вагомим досягненням еконо-

міки України до початку XXI ст. стала певна стабілізація грошової одиниці — гривні і створення приватного сектору економіки. Стабілізація відбувалася в основному за рахунок експортно орієнтованих галузей народного господарства.

Поступове оздоровлення економіки України почалось у 1999 році. Уже з травня призупинились темпи падіння ВВП, а з вересня 1999 р. почалося зростання. Інфляція за рік склала лише 19,2 %. 22 грудня 1999 р. десятий уряд очолив В. Ющенко. 2000 р. в Україні став першим роком зростання економіки, відповідно, ВВП збільшився на 5,9 % (після 10 років спаду), а обсяг промислової продукції — на 13,2 %. Інфляція склала 25,8 %. Прем'єр-міністрові В. Ющенку та віце-прем'єр-міністру з питань паливно-енергетичного комплексу Ю. Тимошенко вдалося суттєво збільшити надходження коштів до держбюджету шляхом зменшення надприбутків наближених до влади промислових магнатів і крадіїв, баришів яких того року скоротилися з 500 % до «лише» 100 %, тобто уп'ятеро [7, с. 14].

Як наслідок, активізувався малий бізнес, збільшилися інвестиційні ресурси підприємств завдяки стабільності податкової і бюджетної політики. Підвищення внутрішнього попиту внаслідок зростання заробітних плат дало поштовх подальшому розвитку економіки. Зростання коштів держбюджету дозволило налагодити регулярну виплату зарплати у державному секторі, а також у декілька разів збільшити (хоча і в незначних обсягах) розміри пенсій і розпочати їх регулярну виплату. У 2000 р. уряд В. Ющенка виплатив борги по пенсіях у розмірі 1,2 млрд гривень. 11-й уряд очолив Анатолій Кінах, цей уряд працював 1,5 року, підйом ВВП у 2001 р. склав 9,2 %, а у 2002 р. — 5,2 %. 2001 р. — зростання триває. Темпи приросту (14,2 %) були найбільшими серед держав СНД. ВВП виріс на 9,2 %. 2002 р. почалось уповільнення темпів зростання промисловості — до 7 % за рік, а ВВП — до 5,2 % [8].

Але залишились і недоліки: політична і економічна нестабільність, корупційність, непрозорість приватизаційних процесів. 21 листопада 2002 року перший (загалом дванадцятий) коаліційний уряд очолив Віктор Янукович. Зростання ВВП склало у 2003 р. 9,6 %. Загалом протягом 2000—2003 рр. середньорічні темпи зростання ВВП в Україні склали 7,2 %, а в промисловості — 15,1 %. Експорт українських товарів за цей час зріс майже на 80 %. За ці чотири роки роздрібний товарооборот майже подвоївся — він збільшився на 93,7 %. Капіталовкладення в основний капітал зросли в 1,9 раза, в т.ч. в 2003 р. на 27,7 %. Загалом протягом 1995—2004 рр. обсяги промислового виробництва в Україні збільшилися на 40 %, майже вдвічі зросла продуктивність праці.

Після «Помаранчевої революції» 2004 р. 13-м прем'єр-міністром стала Юлія Тимошенко. Період її прем'єрства став найкоротшим в історії незалежної України — трохи більше 8 місяців. її змінив представник НСНУ — Юрій Єхануров.

У цей час спостерігається падіння темпів розвитку української економіки: у 2005 р. він був рекордно низьким — 2,7 %. Макроекономічна ситуація в українській економіці змінилась після приходу до керівництва уряду лідера Партії регіонів Віктора Януковича. 8 серпня 2006 року Віктор Янукович вдруге очолив уряд. 2006 р. почалося зростання ВВП, яке склало 7,3 %. Роком пізніше (2007 р.) зростання досягло 7,9 %, проте це стало останнім роком стабільного зростання економіки України [9].

Після дострокових парламентських виборів 2007 року Юлія Тимошенко вдруге була обрана прем'єр-міністром. Результати розвитку економіки 2008 р. були найгіршими від початку ХХІ століття. Зростання ВВП зменшилось до 2,1 %. Усе пояснювалось впливом світової економічної кризи. Зростання цін прискорилося, гроші знецінювались, доходи громадян зменшувались. 2009 р. взагалі став найважчим для економіки. Уперше після 1999 р. спад ВВП склав 12 %. За даними Міжнародного валютного фонду в 2009 р., за ВВП на душу населення Україна зайняла 113 місце серед 181 держав світу.

11 березня 2010 року новим прем'єр-міністром став Микола Азаров. Економіка поступово почала одужувати. За результатами 1 кварталу 2010 р. ВВП зріс на 4,8 % порівняно з відповідним показником попереднього року, а промисловий розвиток за січень-травень 2010 року порівняно з відповідним періодом минулого року — на 12,6 %. За короткий час уряду вдалося стабілізувати відносини з ключовими партнерами України — Європейським Союзом, США та Російською Федерацією, вийти на якісно новий рівень діалогу та співпраці з міжнародними організаціями та установами.

Україна за обсягами зростання ВВП у 2009 р. перебувала на 40-му місці у світі. У 2009 р. ВВП країни склав 294,3 млрд дол. США. У перерахунку ВВП на душу населення в 2009 р. цей показник знизився до 6 400 дол. США, тоді як у 2008 р. він складав 6,9 тис. дол. США (в 2007 р. — 7,1 тис. дол. США) [10]. За рівнем видатків на ведення домашнього господарства Україна посідає сьогодні останнє місце серед країн Східної Європи. Основа української економіки — це сформований ще за часів СРСР капітал, отриманий приватними власниками в незалежній Україні в період проведення масової приватизації.

За результатами 2009 р. ВВП України зменшилось на 12 %, а інфляція сягнула 16,4 %. За підсумками 2009 р. українці збідніли на 10 %, а 78 % людей, за статистикою ООН, перебували в Україні за межею бідності. У той же час українська економіка мала певні перспективи розвитку. Народногоосподарський комплекс країни включає такі види промисловості, як важке машинобудування, чорна та кольорова металургія, суднобудування, виробництво автобусів, легкових і вантажних автомобілів, тракторів та іншої сільськогосподарської техніки, тепловозів, верстатів, турбін, авіаційних двигунів і літаків, обладнання для електростанцій, нафтогазової та хімічної промисловості тощо.

В Україні налагоджено виробництво ракетноносіїв, супутників та обладнання для дослідження космосу. Україна є значним виробником військової техніки — танків, військово-транспортних літаків, зенітно-ракетних комплексів, оптичного обладнання. Літаки типу «АН», електровози, крокуючі екскаватори, точні верстати, електрозварювальні прилади виготовляються за новітніми технологіями й відповідають найвищим світовим стандартам. До того ж Україна є потужним виробником електроенергії.

Після Революції гідності 2013—2014 рр. Президент України Петро Порошенко проголосив курс глибоких реформ і системної модернізації країни, що охопить усі сфери суспільного життя і завершить «нову хвилю» необхідних соціально-економічних перетворень. Але на сьогоднішній день внутрішні ризики розвитку економіки України, головним чином, пов'язані з:

- військовими діями на Донбасі, які призводять до скорочення виробництва у регіоні, погіршення умов залучення зовнішнього фінансування та зростання витрат бюджету на фінансування силових відомств і відновлення зруйнованої інфраструктури;

- зростанням боргового навантаження на бюджет через необхідність фінансування дефіциту та заборгованості НАК «Нафтогаз», сформованої у минулі роки;

- виснаженням міжнародних резервів, що ускладнює використання Національним банком інтервенцій як інструментів стримування зростання попиту на іноземну валюту, який виникає внаслідок панічних настроїв і спекулятивних атак.

Вторинні ефекти внутрішніх політичних та економічних потрясінь, анексії Криму та військових дій на Донбасі поширилися на більшість секторів вітчизняної економіки. Внаслідок цього поглиблюються існуючі диспропорції, прискорюється падіння ВВП, скорочення об'ємів промислового виробництва, будівельних робіт, зовнішньої торгівлі, зниження обсягів освоєння капітальних інвестицій тощо.

Скорочення промислового виробництва, розпочате наприкінці 2012 р., поглибилось у 2015 р. з огляду на зупинку промислових потужностей Луганської та Донецької областей й втрату російського ринку збуту. Залежність країни від імпорتنих енергоносіїв і відсутність джерел компенсації втрати російського газу змусить підприємців перейти до режиму жорсткої економії, що суттєво вплине на об'єми виробництва. Наприклад, для хімічної промисловості дефіцит газу та зростання цін на газ, а також падіння світових цін на аміак та азотні добрива є передумовами згорання виробництва або переведення підприємств на менш інтенсивне використання потужностей. Це позначиться не лише на зменшенні бюджетних і валютних надходжень, а й на підвищенні рівня безробіття, що негативно вплине на рівень економічного зростання у короткостроковій перспективі.

На фоні низької ймовірності залучення підприємствами Донбасу додаткових кредитних та інвестиційних ресурсів у період воєнних дій, експортної діяльності сировинного спрямування й світової переорієнтації на експортні поставки більш дешевої чорної металургії з Китаю та Індії швидкого відновлення промислового виробництва у короткостроковій перспективі не слід очікувати навіть в умовах певного покращення цінової конкурентоспроможності через девальвацію національної валюти.

В умовах відпливу інвестиційних капіталів з огляду на відсутність гарантій безпеки для інвестора та високий ступінь ризику світова тенденція скорочення банківського кредитування є додатковим фактором гальмування економічного розвитку України. Як правило, стандарти кредитування формуються під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів, які для України вкрай негативні. Масовий відплив депозитів (у першому півріччі 2014 р. відплив депозитів резидентів склав 39 млрд грн порівняно з аналогічним періодом минулого року), значні внутрішні дисбаланси банківських установ та ускладнений доступ до світових фінансових ринків не дозволяють прогнозувати зниження ставок по кредитах та їх доступності для малого й середнього бізнесу. У зв'язку з цим очікуваний спад будівельної галузі України у поточному році на 12 % з урахуванням низької порівняльної бази попереднього року є цілком природним, але у 2015 р. можна очікувати значного приросту показників з огляду на необхідність відбудови зруйнованих будівель на Донбасі й ефект статистичної бази.

У міжнародній торгівлі певні короткострокові позитивні ефекти досягнуті в результаті девальвації національної валюти, нівелюються падінням експорту підприємств, розташованих на територіях, де ведуться військові дії, та взаємними санкціями Російської Федерації й України. Слід очікувати поглиблення цих тенденцій. Так, за підсумками січня-травня 2014 р. позитивний ефект від скорочення імпорту на 18 % частково нівелюється падінням експорту більш ніж на 5 % [11, с. 18].

В умовах вимушеної економічної ізоляції Донбасу, який забезпечує чверть усього експорту країни, навіть ефект девальвації національної валюти не активізував діяльність експортерів. Заборона експорту низки українських товарів на російський ринок, який формував п'яту частину всього експорту, вимагає від товаровиробників переорієнтуватись на інші ринки збуту. Разом з тим, зупинка низки заводів машинобудівної та металургійної галузей через воєнний конфлікт на Сході, невизначеність з періодом відновлення їх діяльності та інертність багатьох товаровиробників в пошуку додаткових ринків збуту не дозволяють очікувати в короткостроковій перспективі швидкої заміни російського ринку збуту на ринок країн ЄС через низьку конкурентоспроможність зазначених українських товарів на європейському ринку та відновлення експортних позицій хоча б на рівні попереднього року.

Зменшення торговельних обмежень з боку країн ЄС надасть Україні базу для розширення експортної діяльності та допоможе товаровиробникам компенсувати збитки від втрати російського ринку лише у середньостроковій перспективі після сертифікації українських товарів згідно з європейськими стандартами.

За умов, які склалися у вітчизняній економіці, застосування Національним банком адміністративних заходів, у тому числі тимчасових обмежень щодо купівлі-продажу валюти, посилення контролю за поверненням експортної виручки в Україну, обов'язкового продажу її більшої частини тощо, можуть створити передумови для зміцнення курсу гривні у короткостроковій перспективі. Відмова від адміністративних інструментів регулювання на валютному ринку доцільна лише в разі стабілізації ситуації на південному сході України.

Додатковим фактором для зміцнення позицій національної валюти та зменшення амплітуди коливань стануть очікуваний черговий транш від МВФ і традиційні експортні поставки зернових на світові ринки та, зокрема, до країн ЄС, з огляду на надання ними торговельних преференцій. Очікуваний високий рівень інфляції, хоча і значно вплине на рівень реальних доходів та витрат населення, може розглядатися як додатковий стимул для розвитку бізнесу українських товаровиробників. В умовах скорочення імпорту це може слугувати чинником подолання економічної кризи у середньостроковій перспективі.

Складна ситуація з бюджетними надходженнями на тлі падіння економічного розвитку посилюється політичними ризиками та значними видатками на проведення АТО. Незважаючи на побудову державного бюджету на більш реальних макроекономічних показниках, на відміну від оптимістичних бюджетів попередніх років, які з кожним роком поглиблювали дефіцит бюджету, та режим жорсткої економії, до кінця поточного року слід очікувати поглиблення дефіциту бюджету з огляду на зменшення податкових надходжень.

Показники виконання бюджету свідчать, що сума доходів зведеного бюджету за перше півріччя 2014 р. зросла на 6,4 % порівняно з аналогічним періодом минулого року, проте таке зростання формується лише за рахунок авансових платежів НБУ, що перераховуються Національним банком України відповідно до Закону України «Про Національний банк України» та фактично означають емісію грошей у розмірі суми, що майже відповідає річному плану, а також зменшення бюджетного відшкодування ПДВ грошовими коштами більш ніж на чверть [12, с. 386]. Надходження державного бюджету за рахунок податків на прибуток, ПДВ та акцизного податку демонструють значне зниження, тому без стабілізації ситуації на Сході, покращення результатів діяльності підприємств та поліпшення споживчих настроїв населення продовжити позитивну тенденцію із наповненням бюджету у II півріччі поточного року буде вкрай складно.

Крім того, через девальвацію відбулося значне зростання як державного боргу, так і витрат на його обслуговування. З огляду на підвищені геополітичні ризики навколо України для інвесторів не варто прогнозувати зниження відсоткових ставок з обслуговування боргу, що в умовах очікування високого рівня дефіциту бюджету є додатковим тиском на державний бюджет. Підвищення реальної процентної ставки призводить до зростання видатків на обслуговування непогашеної частини боргу та збільшує вартість капіталу, що, у свою чергу, призводить до падіння ВВП. Для корегування існуючих ризиків необхідно змінювати принципи податково-бюджетної політики. Вкрай важливо зберігати постійний контроль і здійснювати своєчасне втручання в податково-бюджетне регулювання з метою уникнення нарощення високих рівнів зовнішнього та внутрішнього державного боргу особливо за низького рівня доходів державного бюджету.

Серед основних чинників прискорення інфляційних процесів у 2015 р. слід виділити:

- девальваційні процеси, які відбуваються у поточному році та впливатимуть на рівень цін з часовим лагом;
- збільшення рівня адміністративно регульованих цін на природний газ і послуги ЖКГ. На даний момент ці процеси тривають і можливостей для уповільнення інфляції поки що немає.

Висновки

За умови реалізації оптимістичного сценарію розвитку після закінчення воєнних дій на Сході та відновлення припливу інвестиційних ресурсів можна очікувати у середньостроковій перспективі відбудову зруйнованих заводів із застосуванням новітніх технологій, а отже, і збільшення випуску конкурентоспроможної високо-технологічної продукції. Разом з тим, такого прогресу можна досягти лише у середньостроковій перспективі за умов реалізації задекларованих структурних реформ.

За нинішніх геополітичних та економічних умов драйвером економічного зростання може стати аграрний сектор з огляду на перспективи розширення експортної географії збуту продукції. Завдяки відкриттю європейського ринку для українських товарів і скасуванню ввізних мит можна очікувати зростання обсягів експорту сільськогосподарської продукції до ЄС. Не менше третини сільськогосподарських товаровиробників виробляють продукцію, сертифіковану в Європі (наприклад, м'ясо птиці). Цілком імовірно припустити, що сертифіковані згідно з європейськими стандартами товари конкурентоспроможні і в інших регіонах світу. Крім

того, високий урожай зернових навіть при низьких світових цінах дозволив виробникам наростити експорт та збільшити приплив валютної виручки в 2014 р., а підписання асоціації з Європейським Союзом додало експортерам стимулів стосовно безмитної торгівлі в межах квот. Негативним фактором, як і у випадку з промисловим виробництвом, є сировинна спрямованість експорту, хоча у перспективі структура експорту може змінитися.

Література

1. Лановик Б.Д. Економічна історія / Б.Д. Лановик, З.М. Матисякевич, Р.М. Матейко. — Київ: КНЕУ, 2006. — 495 с.
2. Гриценко А.П. Україна в умовах незалежності (1991—2010). Економічне життя України протягом 1990-х років [Текст] / А.П. Гриценко // Історія та правознавство. — 2011. — № 8. — С. 10—14.
3. Указ Президента України «Про невідкладні заходи щодо прискорення земельної реформи у сфері сільськогосподарського виробництва» // Голос України. — 3 грудня 1999.
4. Статистичні дані (оперативні, річні, методологічні пояснення) 2000 рік [Електронний ресурс]. — Режим доступу : www.ukr.stat.gov.ua.
5. Послання Президента України Віктора Януковича до українського народу 3 червня 2010 р. // Урядовий кур'єр. — 2010. — червень.
6. Царенко О.М. Економічна історія України і світу / О.М. Царенко. — Суми: Університетська книга, 2000. — 310 с.
7. Ющенко Віктор Андрійович // Who is who in Ukraine policy [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.whoiswho.com.ua.
8. Жилієв І. Коли завершаться соціально-економічні трансформації в Україні? // Інтернет-холдинг Олега Соскіна [Електронний ресурс]. — Режим доступу: Soskin.info.
9. World Economic Outlook Database. — Desember, 2008 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/data/changes.htm>.
10. Аналітична записка «Щодо тенденцій розвитку економіки України у 2014—2015 рр. «Аналітична записка» Ризики і загрози економічній безпеці України у 2015—2016 рр. та механізми їх мінімізації» / Національний інститут стратегічних досліджень при Президенті України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: niss.gov.ua.
11. Збірник промов П. Порошенка / Упорядник Б. Гордасевич. — Львів, 2015. — 578 с.
12. Закон України «Про Національний банк України» // Вісник Верховної Ради України. — № 43. — 2015 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua>.

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ УКРАИНЫ В ПЕРИОД НЕЗАВИСИМОСТИ: ПРИОБРЕТЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ

А.Е. Пилипенко

Національний університет пищевих технологій

В статье проанализирован важный этап развития экономики Украины в период её независимости. Главное внимание уделено оценке экономической политики правительств и первых президентов страны Л.М. Кравчука, Л.Д. Кучмы и В.А. Ющенко. На основе анализа статистического материала выделены основные показатели экономического, социального и аграрного развития страны. Определены перспективы развития украинской экономики на ближайшие годы.

Ключевые слова: *экономическое развитие, инфляция, политика, правительство, стагнация.*

PROSPECTS FOR EXPORT OF PRODUCTS OF MILK PROCESSING ENTERPRISES OF UKRAINE

O. Ralko

National University of Food Technologies

Key words:

*Import
Export
Dairy products
Ukraine
Russia
EU countries*

Article history:

Received 10.02.2016
Received in revised form
10.03.2016
Accepted 21.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The state of Ukrainian dairy products export, as one of the leading export oriented branches of food industry, was characterized in the article. The analysis of the state of export/import of dairy products allows identifying the opportunities and trends for further development at the present state of market economy. On the basis of observation data and statistical methods for economic analysis of activity of enterprises of the dairy industry of Ukraine, the main reasons for the decline in exports of dairy products of Ukrainian producers were identified. The analysis led to the conclusion that the EU countries are unlikely to be a priority market for Ukrainian enterprises in terms of deterioration of relations between Russia and Ukraine, but the certification of domestic dairy products according to the highest European standards will expand its presence in other regions, particularly in the markets of Asia and Africa.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕКСПОРТУ ПРОДУКЦІЇ МОЛОКОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

О.С. Ралко

Національний університет харчових технологій

У статті охарактеризовано стан експорту молочної продукції України як однієї з провідних експорторієнтованих галузей харчової промисловості. Проведено аналіз стану експорту/імпорту молока та продуктів його переробки і виявлено можливості й тенденції подальшого розвитку на сучасному етапі ринкової економіки. На основі даних спостереження і статистико-економічних методів аналізу діяльності підприємств молокопереробної галузі України визначено основні причини зниження експорту молочної продукції українських виробників. Проведений аналіз дозволив дійти висновків, що країни ЄС навряд чи стануть пріоритетним ринком збуту для українських підприємств в умовах погіршення українсько-російських відносин, проте сертифікація вітчизняних молочних продуктів відповідно до високих європейських стандартів дасть змогу розширити власну присутність на ринках інших регіонів, зокрема ринках Азії та Африки.

Ключові слова: експорт, імпорт, молочна продукція, Україна, Російська Федерація, країни ЄС.

Постановка проблеми. Із січня 2006 р. РФ ввела обмеження на ввіз продукції тваринництва. Найбільше ці обмеження позначилися саме на виробниках молочної продукції (масло, сири та вершки), 90 % експорту якої припадало на Росію [1, с.16]. Через ускладнення макроекономічної ситуації у країнах, що пов'язана із рядом фінансових та економічних криз, обмеження на експорт продукції до РФ для молокопереробних підприємств України то знімались, то поновлювались. До того ж обмеження могли стосуватись як окремих видів продукції, так і конкретних підприємств. Так, у 2012 р. Російська федеральна служба з нагляду у сфері захисту прав споживачів (Росспоживнагляд) офіційно оголосила про заборону поставок на територію країни твердих сирів трьох українських виробників: ПП «Прометей» компанії «Мілкіленд» з Чернігівської області, АТ «Пирятинський сирзавод» групи «Молочний альянс» і ТОВ «Гадячсир» компанії «Альміра» з Полтавщини [2]. Надалі постановами уряду РФ у період з 2014 р. по 2015 р. експорт значної кількості харчових продуктів, у тому числі і продукції молокопереробних підприємств, або обмежувався, або заборонявся. Розвиток українсько-російських відносин та історія «обмежень» створили необхідність у переорієнтації молокопереробних підприємств на внутрішній ринок і на експорт до інших країн. Незважаючи на усвідомлення власниками великих молокопереробних підприємств нестабільності та непередбачуваності російського ринку, переорієнтація відбувалась досить повільно, а обсяги експорту постійно скорочувались. Внутрішній ринок не став альтернативою розвитку та розширення збуту молочної продукції. Не відбулась і переорієнтація на інші ринки збуту, які могли б компенсувати скорочення експорту молочної продукції до РФ. Як одну з основних причин слабого розвитку експорту молочної продукції на інших ринках збуту, в тому числі і ЄС, більшість урядових експертів пов'язує з невідповідністю вітчизняної продукції високим вимогам до якості у цих країнах. Проте станом на 2015 р. навіть підприємства-виробники молочної продукції, що отримали відповідну сертифікації, не поставляють свою продукцію до ЄС у співставній кількості до експорту продукції у РФ в минулі періоди. Таким чином, виникає необхідність у встановленні наслідків продуктового ембарго РФ для підприємств молокопереробної галузі, причин слабого розвитку експорту продукції в інші країни та перспектив відновлення й збільшення обсягів експорту продукції молокопереробних підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед вітчизняних вчених, що займалися проблемами дослідження стану, проблем і перспектив розвитку молокопереробної галузі України варто виокремити О. Воловську [1], О.О. Маслака [2], Т.Л. Мостенську [3], Т.В. Якимчук [4], Е.В. Московчук [5], А.В. Сілівончик [6], А. Зануду [7], О.В. Шубравську та Т.В. Сокольську [8] та ін.

Метою статті є визначення перспектив розвитку експорту молочної продукції на основі дослідження стану та проблем найбільших експортерів молокопереробної галузі України.

Виклад основних результатів дослідження. Російська Федерація є традиційним ринком збуту для українських товарів і послуг. Так, у структурі

експорту товарів, що вироблені підприємствами України на Росію, у 2014 р. припадало 18,1 % обсягів реалізації у вартісному виразі [9].

Традиційним ринком для збуту продукції Російська Федерація була і для виробників молочної продукції, хоча, незважаючи на політико-економічні маніпулювання з боку Росії, які розпочались ще у 2000-х роках, ринок залишався пріоритетним для підприємств галузі. Суттєві незворотні проблеми із традиційним ринком збуту почались у 2012 р., коли в односторонньому порядку обмежився експорт на сири з України, що спровокувало пошук нових ринків збуту та дії щодо диверсифікації ринків вітчизняних підприємств-виробників молочної продукції.

З метою визначення перспектив розвитку експорту молочної продукції необхідно проаналізувати поточний стан і географічну структуру експорту-імпорту продукції, ступінь адаптації виробників до погіршення українсько-російських відносин і, фактично, експортне ембарго з боку Росії стосовно продукції з України, у тому числі і для молочної продукції.

Як точку відліку варто обрати 2013 р., оскільки саме на цей період припадає умовна «стабільність» відносин між Україною та Росією. Цей період є цікавим і з точки зору реакції українських виробників, а також рівня усвідомлення ними необхідності диверсифікації зовнішніх ринків збуту з урахуванням їх негативного досвіду у попередні періоди. У 2013 р. країни СНД займали 94 % у структурі експорту молочної продукції у вартісному вираженні і залишались фактично єдиним ринком збуту для виробників української молочної продукції. Незважаючи на нестабільність російсько-українських відносин, «сирні» війни 2012 р., частка Російської Федерації у структурі експорту у вартісному вираженні країн СНД залишалась найбільшою і склала 77 % (рис. 1).

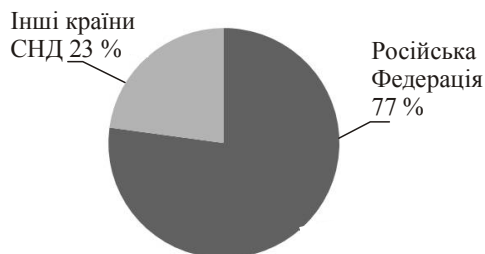


Рис. 1. Структура експорту молочної продукції України в країни СНД за обсягом експорту продукції у вартісному вираженні у 2013 р., %, побудовано автором на основі [9]

Таким чином, Російська Федерація у 2013 р. залишалась основним імпортером української молочної продукції, хоча ще з 2012 р. найбільші підприємства молочної промисловості анонсують необхідність диверсифікації ринків збуту з огляду на відсутність стабільності в українсько-російських відносин і суттєву складову саме політичних мотивів в обмеженні експорту продукції. У той же час, обсяг імпорту молочної продукції підприємств-виробників країн СНД порівняно з обсягами експорту України до цього регіону є значно меншим (рис. 2).

Найбільшу частку у структурі імпортованої до України молочної продукції мають країни Європейського Союзу, які експортували на територію України у 2013 р. молочну продукцію на суму понад 127,3 млн дол. США. З урахуванням співвідношення експорту/імпорту молочної продукції цього регіону (рис. 3) виникають сумніви щодо можливості диверсифікації ринків збуту українських молочників у напрямку цього регіону.



Рис. 2. Географічна структура імпорту молочної продукції до України у вартісному вираженні у 2013 р., %, побудовано автором на основі [9]

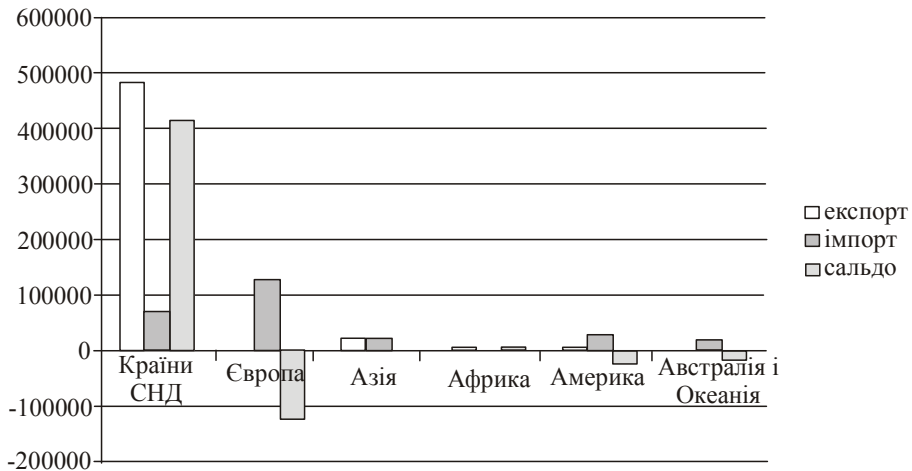


Рис. 3. Експорт/імпорт молочної продукції за географічними регіонами у 2013 р., тис. дол. США, побудовано автором на основі [9]

Співвідношення експорту й імпорту молочної продукції у 2013 р. дозволяє виокремити як пріоритетні регіони для розвитку експорту ринки Азії та Африки. Ринки Азії можна визначити як ринки з короткостроковою «пріоритетністю», тому що, незважаючи на величезний внутрішній попит і відсутність пропозиції молочної продукції від виробників цього регіону, зараз спостерігається тенденція до збільшення пропозиції власних виробників на внутрішньому ринку, тому країни Азії поступово скорочуватимуть імпорт молочної продукції. Ринки Африки можна виокремити як ринки з довгостроковою «пріоритетністю», оскільки для цих ринків характерні стрімкі тенденції зростання попиту на молочну продукцію та повільні темпи нарощування

власного виробництва. Крім того, споживачі цього регіону менш орієнтовані, порівняно з іншими, на елітну та високоякісну продукцію, виробництво якої українськими виробниками незначне з огляду на стан сировинної бази.

Події 2014 р. в молочному секторі між Україною і Росією підтвердили необхідність переорієнтації підприємств молочної промисловості на інші ринки збуту. Так, від 28 липня 2014 року Росія в односторонньому порядку заборонила імпорту усього молока і молочних продуктів з України [7]. Результатом є зниження обсягів експорту молочної продукції з України у 2014 р. на 191,2 млн дол. США порівняно з 2013 р. за рахунок зниження експорту до країн СНД. Передумови загострення взаємовідносин між Україною та Росією й очікуване їх відображення на ринку молочної продукції, змусило українських виробників розпочати роботу в інших регіонах світу (рис. 4).

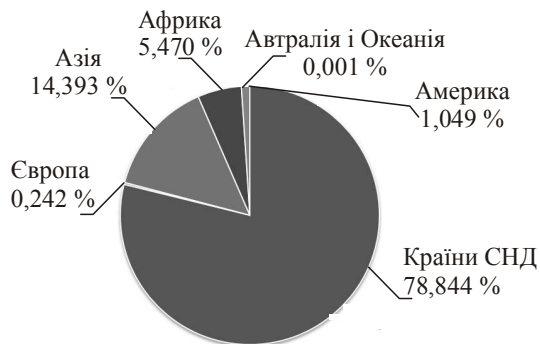


Рис. 4. Структура експорту молочної продукції України за обсягом експорту продукції у вартісному виразі у 2014 р., %, побудовано автором на основі [9]

Українські виробники у 2014 р. суттєво збільшили експорт молочної продукції до країн Азії та Африки, проте частка експорту до країн СНД залишається найбільшою і складає 78,8 %. Диверсифікація ринків збуту підприємств-виробників молочної продукції у 2014 р. так і не дозволила перекрити втрати від заборони українського імпорту в Росії, оскільки обсяг імпорту у вартісному виразі скоротився на 159,6 млн дол. США порівняно з 2013 р., а обсяг експорту до Росії, санкції якої розпочались тільки в липні 2014 р., залишався суттєвим (рис. 5).

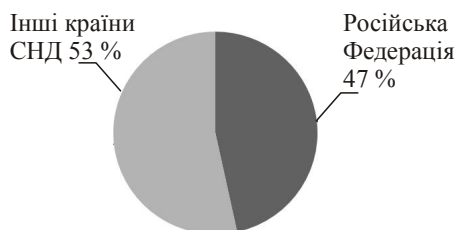


Рис. 5. Структура експорту молочної продукції України в країни СНД за обсягом експорту продукції у вартісному виразі у 2014 р., %, побудовано автором на основі [9]

Таким чином, частка експорту до Росії у структурі обсягів експорту продукції в країни СНД у 2014 р. склала 47 %, що на 30 % менше порівняно з

2013 роком. Це свідчить про активні, але недостатні процеси диверсифікації зовнішніх ринків збуту українських виробників молочної продукції.

Розглянемо структуру імпорту молочної продукції в Україну (рис. 6).

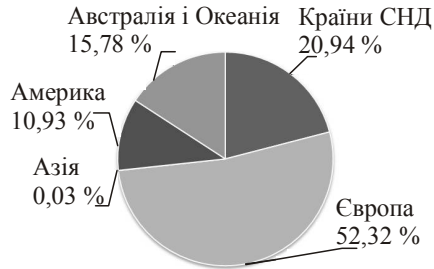


Рис. 6. Структура імпорту молочної продукції України за обсягом імпорту продукції у вартісному вираженні у 2014 р., %, побудовано автором на основі [9]

Найбільшу частку в структурі імпортованої до України молочної продукції займають країни Європейського Союзу, які експортували на територію України у 2014 р. молочну продукцію на суму понад 77 млн дол. США. З урахуванням співвідношення експорту/імпорту молочної продукції цього регіону виникають сумніви щодо можливості диверсифікації ринків збуту українських молочників у напрямку цього регіону (рис. 7).

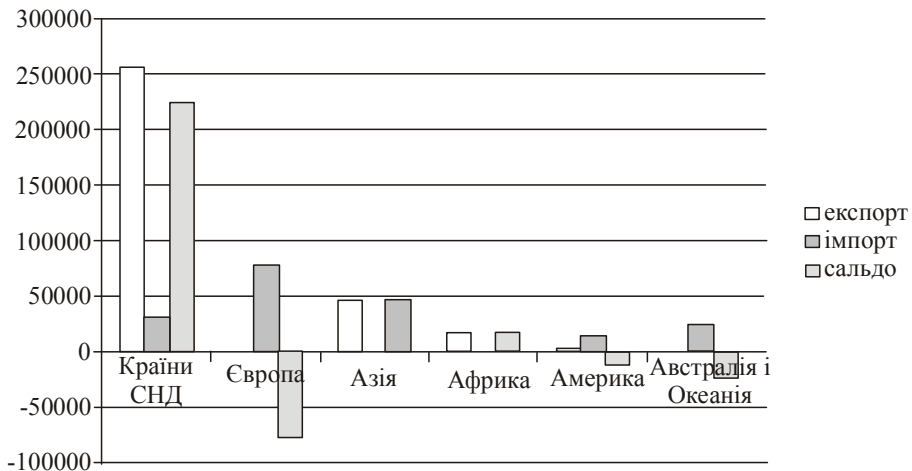


Рис. 7. Експорт/імпорт молочної продукції за географічними регіонами у 2014 р., тис. дол. США, побудовано автором на основі [9]

Отже, «освоєним» регіоном можна вважати країни СНД, тому що саме з країнами цього регіону більшість виробників молочної продукції ведуть активну торговельну діяльність, обсяги якої поступово заміщують обмеження імпорту до Росії. Складним для освоєння є регіон країн Європи, оскільки торговельне сальдо негативне, обсяги імпорту молочної продукції з цього регіону дуже значні, а експорт нашої молочної продукції практично відсутній, що влаштовує виробників молочної продукції цього регіону. Регіони Австралії і

Океанії та Америки навряд чи можна назвати пріоритетними як з погляду фактичних обсягів експорту, так і імпорту молочної продукції насамперед через їх географічну віддаленість від України. Як найбільш перспективні для експорту вітчизняної продукції можна розглядати ринки країн Азії та Африки.

Розглянемо стан експорту/імпорту молочної продукції вітчизняного виробництва у 2015 році. Поточний період є найбільш репрезентативним щодо аналізу ситуації на ринку молочної продукції, адже саме у 2015 р. остаточно припинено експорт української молочної продукції до Росії. Так, якщо наприкінці 2014 р. та на початку 2015 р. найбільші виробники молочної продукції визнавали наявність експорту молочної продукції до Росії попри офіційну заборону через територію тимчасово окупованого Криму [5, 6], то у 2015 р. через блокаду цього торговельного напрямку експорт вітчизняної продукції до Росії остаточно припинився (рис. 8).

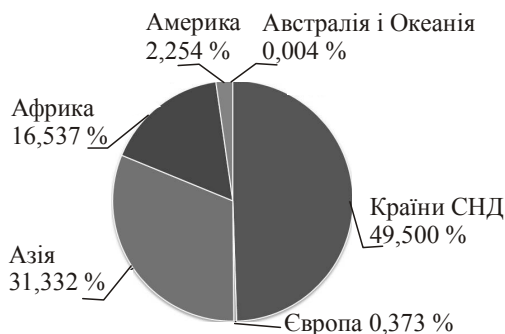


Рис. 8. Структура експорту молочної продукції України за обсягом експорту продукції у вартісному виразі у 2015 р., %, побудовано автором на основі [9]

Обсяг експорту молочної продукції українських виробників в країни Європейського Союзу за січень—листопад 2015 р. склав 612 тис. дол. США, або 0,4 % від усього обсягу експорту молочної продукції з України. Українські виробники молочної продукції працюють над заміщенням втраченого російського ринку збуту переважно на ринках СНД та Азії, частка яких у загальному обсязі експорту молочної продукції склала 49,5 % та 31,3 % відповідно. Основною причиною незначних обсягів експорту представники Міністерства аграрної політики та продовольства України називають відсутність належної сертифікації молочної продукції українського виробництва. Так, за урядової підтримки тільки у 2015 р. перші десять українських виробників молочної продукції, а саме [10]: ТОВ «Люстдорф», ТОВ «Молочний дім», ПАТ «Житомирський маслозавод», філія ПАТ «Яготинський маслозавод» «Яготинське для дітей», ПрАТ «Лакталіс-Миколаїв», ТОВ «Гадячсир», Недригайлівський сирцех філії «Роменський молочної комбінат» ПП «Рось», філія «Роменський молочної комбінат» ПП «Рось», ПАТ «Золотоніський маслоробний комбінат», філія «Менський сир» ПП КФ «Прометей» отримали належну сертифікація для експорту продукції до країн ЄС. Проте отримання європейських сертифікатів не означає налагодження збуту молочної продукції до цього регіону. Так, представники «Укрмолпрому» [7]

зазначають, що для експорту молочної продукції в країни ЄС необхідними є ухвалення законів про ідентифікацію тварин, корми, побічні продукти тваринного походження, державний контроль у сфері забезпечення безпеки та якості продуктів. Окрім цього, існує ще дві серйозні причини, які перешкоджають експорту української молочної продукції до Європи: це квоти в угоді про вільну торгівлю із ЄС і те, що багато молока українські виробники отримують від населення, що заборонено у Європі.

Проте навіть за умови прийняття всіх необхідних для забезпечення експорту законодавчих актів перед виробниками молочної продукції постає проблема у просуванні власної продукції на ринки цього регіону. В країнах ЄС виробництво молочної продукції розвинене, внутрішні ринки насичені і близько половини виробленої продукції імпортується в інші країни. Тільки обсяг імпорту з країн Європи в Україну за січень—листопад 2015 р. склав 25228 тис. дол. США, або 85 % від загального обсягу імпорту молочної продукції до України.

Висновки

Таким чином, станом на 2015 р. тільки десять підприємств молочної промисловості України за державної підтримки пройшли сертифікацію на отримання дозволу на експорт продукції до країн ЄС. Однак, незважаючи на отримання дозволів, ці підприємства так і не налагодили експорт власної продукції в регіон. Це пояснюється тим, що висока конкуренція серед виробників молочної продукції у країнах ЄС не дозволяє вийти на ринки українським виробникам за відсутності суттєвого бюджету на комплекс маркетингу із просування власної продукції.

У міжнародній практиці, зазвичай, розвиненість ринку молока та молочної продукції пов'язана із системною політикою та підтримкою держави, оскільки забезпечення якості кінцевого продукту потребує значних інвестицій у розвиток як сировинної бази, так і безпосереднє виробництво готової продукції. Українські виробники роблять перші кроки у напрямку підвищення якості молочної продукції згідно з європейськими стандартами. Країни ЄС навряд чи стануть пріоритетним ринком збуту для українських підприємств з огляду на насиченість внутрішніх ринків і значний експортний потенціал, проте нарощення обсягів експорту до країн цього регіону та сертифікація вітчизняних молочних продуктів дозволить розширити власну присутність на ринках інших регіонів, зокрема ринках Азії та Африки.

Література

1. *Волович О.* Українсько-російське співробітництво в економічній сфері // Національний інститут стратегічних досліджень. — 2009. — С. 16.
2. *Маслак О.О.* Уразливість молочної галузі / О.О. Маслак // Економічний гектар [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichnyi-gektar/945-urazlyvist-molochnoi-galuzi.html>.
3. *Мостенська Т.Л.* Системне забезпечення конкурентоспроможності підприємств м'ясної і молочної промисловості України: монографія / Т.Л. Мостенська, О.І. Драган, І.В. Суха. — Київ: Національний університет харчових технологій, 2010. — 268 с.
4. *Якимчук Т.В.* Фінансове забезпечення інвестиційної діяльності підприємств молочної промисловості / Т.В. Якимчук // Економічний аналіз: зб. наук. праць / Тернопільський

національний економічний університет; редкол.: В.А. Дерій (голов. ред.) та ін. — Тернопіль: Видавничо-поліграфічний центр Тернопільського національного економічного університету «Економічна думка», 2014. — Том 18, № 2. — С. 286—290.

5. *Московчук Э.В.* Сверхсырочники / Э.В. Московчук // Бизнес [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.business.ua/companies/sverkhsyrochniki-275851/>.

6. *Силивончик А.В.* Сыворот навыворот / А.В. Силивончик // Бизнес [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.business.ua/companies/syvorot_navyvorot-275852/.

7. *Зануда А.* Рік торговельної війни: від цукерок до молока / А. Зануда / BBC Україна [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.bbc.com/ukrainian/business/2014/07/140728_ukraini_russia_export_az.

8. *Шубравська О.В.* Развитие рынка молока и молочной продукции: Світові тенденції і вітчизняні перспективи / О.В. Шубравська, Т.В. Сокольська // Економіка і прогнозування: Науково-аналітичний журнал. — 2008. — № 2. — С.80—93.

9. *Офіційний сайт* Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

10. *Прес-служба* Мінагрополітики [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/uk/node/19947>.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКСПОРТА ПРОДУКЦИИ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ

А.С. Ралко

Национальный университет пищевых технологий

В статье охарактеризовано состояние экспорта молочной продукции Украины как одной из ведущих экспортноориентированных отраслей пищевой промышленности. Проведен анализ состояния экспорта/импорта молока и продуктов его переработки и выявлены возможности и тенденции дальнейшего развития на современном этапе рыночной экономики. На основе данных наблюдения и статистико-экономических методов анализа деятельности предприятий молокоперерабатывающей отрасли Украины определены основные причины снижения экспорта молочной продукции украинских производителей. Проведенный анализ позволил сделать выводы, что страны ЕС вряд ли станут приоритетным рынком сбыта для украинских предприятий в условиях ухудшения украинско-российских отношений, однако сертификация отечественных молочных продуктов согласно высоким европейским стандартам позволит расширить свое присутствие на рынках других регионов, в частности рынках Азии и Африки.

Ключевые слова: экспорт, импорт, молочная продукция, Украина, Российская Федерация, страны ЕС.

УДК 330.341:664.6

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF THE ALCOHOL INDUSTRY

L. Shevchenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Enterprise
Innovations
Development
Strategy
Innovative development
Alcohol industry
European standardization*

Article history:

Received 05.02.2016
Received in revised form
19.02.2016
Accepted 16.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article describes the factors ensuring the sustainable development of alcohol industry enterprises and determines the strategy of innovative development in modern conditions. The analysis of the production of ethyl alcohol, technical alcohol and productions of alcoholic beverage enterprises, wine enterprises and brewing enterprises was carried out for the period of 2007—2013. It was determined that the diversification of production for alcohol industry enterprises ensures the needs of a dynamic market environment. It is proved that structural reforms in Ukraine and its alcohol industry should be conducted through the implementation of European standards.

ІННОВАЦІЙНИЙ РОЗВИТОК ПІДПРИЄМСТВ СПИРТОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Л.О. Шевченко

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто фактори, що забезпечують сталий розвиток підприємств спиртової промисловості, визначають формування стратегії інноваційного розвитку в сучасних умовах. Проведено аналіз виробництва спирту етилового харчового, спирту технічного та продукції підприємств лікеро-горілчаної, виноробної й пивоварної галузей за 2007—2013 роки. Визначено, що диверсифікація виробництва для підприємств спиртової промисловості забезпечить задоволення потреб динамічного ринкового середовища. Доведено необхідність проведення структурних реформ в Україні та спиртовій галузі шляхом запровадження європейської стандартизації.

Ключові слова: підприємство, інновації, розвиток, стратегія, інноваційний розвиток, спиртова промисловість, європейська стандартизація.

Постановка проблеми. Умови функціонування сучасних підприємств будь-якої форми власності, організаційно-правової форми господарювання та

галузевої належності характеризуються невизначеністю й динамічністю соціально-економічного та політичного середовища. Ефективна діяльність підприємства при змінах зовнішнього середовища можлива тільки за умов здійснення випереджувальних заходів, спрямованих на збереження його життєздатності та забезпечення конкурентоспроможності, тобто за умов постійного інноваційного розвитку підприємства. Серед галузей стратегічного значення в Україні чільне місце займає спиртова, яка забезпечує значні надходження до державного бюджету та безпосередньо впливає на стан економіки України. Формування стратегії інноваційного розвитку підприємств спиртової промисловості забезпечить сталий розвиток і підвищення прибутковості їх діяльності, а впровадження інновацій забезпечить вихід на європейський ринок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Протягом останніх десятиліть усе більше уваги приділяється дослідженню питань розроблення стратегії інноваційного розвитку підприємств. Проблеми та значення інноваційних стратегій у діяльності підприємства завжди привертала увагу дослідників. Значний внесок у науку в даній сфері зробили такі вітчизняні вчені, як В. Александрова, Ю. Бажал, О. Бутнік-Сіверський, О. Дацій, М. Денисенко, С. Ілляшенко, О. Єфремов, Н. Краснокутська, О. Савчук, О. Петухова, І. Федулова, Л. Федулова, В. Шматько. Аспекти формування інноваційної політики відображались у дослідженнях зарубіжних вчених: Б. Санто, А. Гойко, М. Кастельса, М. Лепа, Б. Лундвалла, М. Манна, Є. Менсфілда, Л. Мінделі, Р. Нельсона, Р. Фатхутдінова, К. Фрімена, Й. Шумпетера.

Мета статті полягає у визначенні пріоритетних напрямків інноваційного розвитку підприємств спиртової промисловості в умовах динамічного зовнішнього середовища та процесів глобалізації.

Виклад основних результатів дослідження. Сучасні умови функціонування вітчизняних підприємств спиртової промисловості характеризуються затяжною фінансово-економічною кризою, політичною нестабільністю, зростанням рівня невизначеності зовнішнього середовища, призупиненням діяльності окремих підприємств спиртової галузі через зміни в оподаткуванні деяких видів діяльності, неспроможністю забезпечення високих результатів господарської діяльності тощо. Діяльність підприємств спиртової галузі повинна бути спрямована не лише на виживання в умовах сьогодення, але й на процес безперервного розвитку. Все це вимагає пошуку та застосування ефективних інструментів управління підприємствами спиртової промисловості. Підґрунтям вирішення перелічених вище завдань є забезпечення економічного розвитку підприємств спиртової промисловості на базі впровадження стратегії інноваційного розвитку.

Розвиток підприємства являє собою сукупність заходів, спрямованих на системне оновлення організаційних, технологічних, технічних, фінансових, маркетингових, планово-економічних структурних підрозділів, орієнтованих на підвищення прибутковості підприємства, зростання якості та конкурентоспроможності продукції й послуг.

Слід зазначити, що основними факторами, які забезпечують сталий розвиток підприємства спиртової промисловості, є:

- фінансова стабільність і позитивна динаміка у прибутковості, доходності;
- наявність покупців, джерела доходів підприємства спиртової промисловості;

- забезпечення комфортності праці, компетентність, соціальна захищеність персоналу — фактори, які створюють конкурентні переваги в результативності праці персоналу;

- охорона навколишнього середовища і споживання енергетичних ресурсів;

- позитивна оцінка методів і етики діяльності підприємства суспільством, персоналом і партнерами у бізнесі.

Рівень стійкості підприємства спиртової промисловості визначається різноманітними елементами, які відображають комплексну характеристику підприємства, його економічну ефективність.

Нестабільність економічного середовища вимагає від підприємств спиртової промисловості адекватних методів управління, впровадження нововведень та ефективного використання своїх інноваційних можливостей. У сучасних умовах євроінтеграції спостерігається високий рівень конкуренції, тому українським виробникам спирту вже недостатньо просто знижувати ціну на свою продукцію. Найкращим способом збільшення прибутку може бути створення по-справжньому оригінальних конкурентних переваг своєї продукції, що передбачає використання ефективного методу конкурентної боротьби — застосування інновацій у бізнесі. Таким чином, управління інноваційним розвитком набуває все більшого значення для успішного фінансово-господарської діяльності підприємств спиртової промисловості і стає важливим інструментом конкурентної боротьби на європейському ринку. Отже, для підприємств спиртової промисловості постає завдання розроблення стратегії інноваційного розвитку та результативне її впровадження.

Роль інновацій постійно зростає, оскільки практика бізнесу ставить кожную компанію перед необхідністю впровадження різноманітних нововведень і раціоналізації виробництва [5].

Стратегія інноваційного розвитку в сучасних умовах передбачає побудову науково-технічної політики підприємств, орієнтованої на сприяння розвитку передових технологій, науково-дослідних і дослідно-конструкторських розробок інноваційного характеру. Інноваційна стратегія є першоосновою структурних змін, які повинні відбуватися вже зараз у діяльності підприємств спиртової промисловості і забезпечувати їх майбутній економічний розвиток.

На думку Й.М. Петровича [2], інноваційними стратегіями можуть бути:

- інноваційна діяльність організації, спрямована на одержання нових продуктів, технологій і послуг;

- застосування нових методів НДДКР, виробництва, маркетингу й управління;

- перехід до нових організаційних структур;

- застосування нових видів ресурсів.

Найбільш впливове дослідження оновлення виробництва та впливу нових рішень на соціально-економічні системи було розпочато Й. Шумпетером [6] на початку ХХ сторіччя. Вважається, що саме він ввів поняття «інновації».

Результати досліджень, одержані Й. Шумпетером та його послідовниками Ф. Хайєком, Д. Нортон, Р. Солоу стали основою формування теорії інновацій. Ідеї вченого про внутрішню стимулюючу роль інновацій, технічного прогресу послужили початком подальшого формування різних теорій

трансформації капіталістичної системи, її переходу на більш високий щабель розвитку (індустріальне й постіндустріальне суспільство). Основою положеннями теорії формування національних інноваційних систем можна по праву вважати К. Фрімена, Б. Лундвалла і Р. Нельсона, які в 80—90 рр. ХХ ст. практично одночасно поклали початок сучасній теорії інноваційної діяльності і розробили загальні методологічні принципи. Концепція інноваційних систем — це своєрідний аналітичний елемент, який надає інформацію для коригування державної політики в сфері інновацій. Аналізуючи дану інформацію, можна порівнювати моделі інноваційного розвитку різних країн і визначати чинники, які впливають на економічну стабільність [1].

Основними принципами теорії інноваційної діяльності є:

- підтримка ідей Й.А. Шумпетера про конкуренцію на основі інновацій і наукових розробок у корпораціях як головних чинників економічної динаміки;
- визнання особливої ролі знання в економічному розвитку;
- розгляд інституційного контексту інноваційної діяльності як чинника, що безпосередньо впливає на її зміст і структуру.

Втілення цих принципів органічно пов'язане із сучасною новітньою тенденцією розвитку людства — стрімкою глобалізацією та інтелектуалізацією виробництва, ринку й економічної діяльності, які викликані небаченими темпами і масштабами інновацій [4].

Стан і майбутнє економіки України визначають високотехнічні підприємства, результатом діяльності яких є створені нові продукти й послуги. Інтеграція у європейський економічний простір обумовлює об'єктивну необхідність впровадження новітніх технологій виробництва та підвищення частки інноваційної продукції на підприємствах спиртової промисловості.

Для забезпечення ефективного розвитку підприємств спиртової промисловості та для можливості виходу на європейський ринок на підприємствах необхідно формувати стратегію інноваційного розвитку. Формування ефективної стратегії інноваційного розвитку є складним творчим процесом, що потребує високої кваліфікації виконавців. Складність цього процесу полягає в тому, що при формуванні інноваційної стратегії потрібно здійснити широкий пошук і оцінку альтернативних варіантів інноваційних напрямків, що найбільш повно відповідають іміджу підприємства та завданням його розвитку [3].

Спиртова галузь України знаходиться у державній власності та представлена Державним підприємством спиртової та лікеро-горілчаної промисловості «Укрспирт» (ДП «Укрспирт»), яке було створено на виконання Постанови Кабінету Міністрів України від 28 липня 2010 року № 672 «Про утворення Державного підприємства спиртової та лікеро-горілчаної промисловості» з метою удосконалення роботи та підвищення ефективності функціонування державних заводів з виробництва спирту. ДП «Укрспирт» є правонаступником Державного концерну спиртової та лікеро-горілчаної промисловості (концерн «Укрспирт») та об'єднує 77 спиртових заводів і 5 лікеро-горілчаних підприємств. З 2010 р. більшість спиртових заводів Державного концерну спиртової та лікеро-горілчаної промисловості призупинили свою діяльність через відсутність ринків збуту продукції.

На сьогоднішній день на базі майна 40 державних підприємств створено 41 місце провадження діяльності (далі — МПД) ДП «Укрспирт» загальною річної виробничою потужністю 31,3 млн дал.

Спиртова галузь вважалася однією з найприбутковіших галузей української економіки, вона відіграє важливу роль в ефективному функціонуванні інших галузей: харчової, фармацевтичної, агропромислового та паливно-енергетичного комплексів. На жаль, особливі умови, що склались в 2014 р., призвели до збитковості ДП «Укрспирт». У 2014 р. на внутрішній ринок було продано близько 14,5 млн дал, а в 2013 р. — більше 22 млн дал. Суттєво скоротився експорт горілчаної продукції в Росію. Горілчані компанії України тепер можуть виробляти продукцію безпосередньо в Росії, але не поставляти її туди. У 2014 р. ДП «Укрспирт» втратило ринок збуту в Криму.

Фінансовий стан ДП «Укрспирт» на 01.01.2015 був незадовільним, ліквідність компанії була нульовою, спостерігалась відсутність коштів на закупівлю основних компонентів для забезпечення прибуткової діяльності підприємства. У січні 2015 р. працювали лише 5 МПД, які виробили 300—400 тис. дал спирту. Загалом обсяги виробництва спирту етилового по ДП «Укрспирт» за січень—березень 2015 р. склали лише 1421 тис. дал.

Водночас, протягом січня—березня 2015 р. обсяги виробництва горілки та лікєро-горілочаних виробів по галузі збільшилися на 18 % і становлять 72,2 тис. дал порівняно із 61,2 тис. дал за відповідний період минулого року. На кінець I кварталу 2015 р. всього по галузі виробництво спирту здійснювали 14 спиртових підприємств, з них 12 місць провадження діяльності.

Дані по показниках потужностей виробництва спирту етилового, біоетанолу, КМПА, технічних рідин і лікєро-горілочаних виробів державним підприємством спиртової та лікєро-горілочаної промислості «Укрспирт» і концерном «Укрспирт» наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Потужності виробництва продукції спиртової галузі (ДП «Укрспирт» і концерн «Укрспирт»)

Показник	ДП «Укрспирт»	Концерн «Укрспирт»	Усього потужностей	Обсяг виробництва 2014	У % до потужності галузі
Потужність по виробництву спирту, тис. дал	30424,70	22454,70	52879,40	13339,00	25,23 %
Потужність по виробництву біоетанолу та КМПА, т	1306,00	41010,00	42316,00	21470,00	50,74 %
Потужність по виробництву технічних рідин, тис. дал	1633,50	1374,00	3007,50	218,00	7,25 %
Потужність по виробництву ЛГВ, тис. дал	240,00	2076,00	2316,00	224,00	9,67 %

Проведений аналіз засвідчив, що спиртова галузь в Україні працює на 25 % своїх можливостей з виробництва спирту етилового, але повністю задовольняє внутрішні потреби держави у спирті. Надлишок виробничих потужностей створює низку проблем, які зумовлені природним бажанням споживачів спирту купувати його за найнижчою ціною. Це може призвести до того, що спиртові заводи працюватимуть практично з нульовою рентабельністю. Низький показник завантаженості спиртових заводів є підставою для пошуку нових ринкових можливостей і розвитку стратегічних ініціатив, формування нових потреб для більшого використання виробничого потенціалу.

Наведені в табл. 2 дані щодо обсягу виробництва спирту етилового за 2007—2013 рр. свідчать про тенденцію скорочення виробництва спирту етилового в Україні.

Виробництво спирту етилового харчового в 2013 р. зменшилось на 45 % порівняно з виробництвом в 2007 р. (на 13151 тис. дал), але зросло на 3,5 % порівняно з виробництвом в 2012 р. — збільшилось на 525 тис. дал. Виробництво спирту етилового денатурованого технічного в 2013 р. зросло на 1 % (на 13,87 тис. дал) порівняно з 2007 р. та зросло на 14 % (на 235,87 тис. дал) порівняно з 2012 роком.

Таблиця 2. Обсяги виробництва спирту етилового у 2007—2013 рр., тис. дал

Показник	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Спирт етиловий неденатурований (із вмістом спирту не менше 80%)	31318	27340	26360	24870	19983	17420	18180,9
Відхилення до попереднього року	-	-3978	-980	-1489,9	-4888	-2563	760,87
Відхилення до 2007 р.	-	-3978	-4958	-6447,9	-11336	-13898	-13137
Спирт етиловий денатурований (технічний)	1856	823	846	1398,1	1508,5	1634	1869,87
Відхилення до попереднього року	-	-1033	23	552,1	110,4	125,5	235,87
Відхилення до 2007 р.	-	-1033	-1010	-457,9	-347,5	-222	13,87
Спирт етиловий ректифікований харчовий	29462	26517	25514	23472	18474	15786	16311
Відхилення до попереднього року	-	-2945	-1003	-2042	-4998	-2688	525
Відхилення до 2007 р.	-	-2945	-3948	-5990	-10988	-13676	-13151

З наведених даних у табл. 3 щодо обсягу виробництва продукції підприємств лікєро-горілочаних, виноробної та пивоварної галузей у 2007—2013 рр. (як найбільших споживачів спирту етилового) спостерігається тенденція до поступового скорочення обсягу виробництва. Ця тенденція зумовлена скороченням попиту на продукцію. Виробництво горілки зі вмістом спирту не менше 45,4 % у 2013 р. зменшилось на 25 % порівняно з 2007 р. (на 9202,5 тис. дал) та зменшилось на 17 % (на 5811 тис. дал) порівняно з 2012 роком. Виробництво лікерів, солодких наливков, настоянок та інших спиртових напоїв у 2013 р. зменшилось на 25 % (на 3783,3 тис. дал) порівняно з 2007 р. та залишилось майже незмінним порівняно з 2012 роком.

ENTERPRISE ECONOMY AND SOCIAL DEVELOPMENT

Таблиця 3. Обсяг виробництва продукції підприємств лікеро-горілчаної, виноробної та пивоварної галузей у 2007—2013 рр., тис. дал

Показник	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Горілка із вмістом спирту менше 45,4 %	37206	39956	42327	42375	33247,1	33814,5	28003,5
Відхилення до попереднього року	-	2750	2371	48	-9127,9	567,4	-5811
Відхилення до 2007 р.	-	2750	5121	5169	-3958,9	-3391,5	-9202,5
Лікери, солодкі наливки, настоянки, інші спиртові напої	15283	9766	13117	11747,3	11989,6	11451,6	11499,7
Відхилення до попереднього року	-	-5517	3351	-1369,7	242,3	-538	48,1
Відхилення до 2007 р.	-	-5517	-2166	-3535,7	-3293,4	-3831,4	-3783,3
Коньячні вироби	3577	3887	3126	3354,3	4614	4579,7	4456,4
Відхилення до попереднього року	-	310	-761	228,3	1259,7	-34,3	-123,3
Відхилення до 2007 р.	-	310	-451	-222,7	1037	1002,7	879,4
Вина ігристі	44602	4047	4227	4207,1	3730,5	3397,4	1450
Відхилення до попереднього року	-	-40555	180	-19,9	-476,6	-333,1	-1947,4
Відхилення до 2007 р.	-	-40555	-40375	-40395	-40871,5	-41204,6	-43152
Вино ігристе «Шампанське України»	19467	21050	1532	1814,1	1716,1	2066,8	5222
Відхилення до попереднього року	-	1583	-19518	282,1	-98	350,7	3155,2
Відхилення до 2007 р.	-	1583	-17935	-17653	-17750,9	-17400,2	-14245
Вино виноградне	19346	20553	23102	29108,7	17003,9	12510,6	11602,7
Відхилення до попереднього року	-	1207	2549	6006,7	-12104,8	-4493,3	-907,9
Відхилення до 2007 р.	-	1207	3756	9762,7	-2342,1	-6835,4	-7743,3
Пиво солодове, включаючи пиво безалкогольне	316000	320000	300000	309907	305199,9	300497	273634,1
Відхилення до попереднього року	-	4000	-20000	9907,3	-4707,4	-4702,9	-26862,9
Відхилення до 2007 р.	-	4000	-16000	-6092,7	-10800,1	-15503	-42365,9
Слабоалкогольні напої міцністю від 1,2 до 8,5%	10072	11956	9139,4	9661,1	10401	9607	9816
Відхилення до попереднього року	-	1884	-2816,6	521,7	739,9	-794	209
Відхилення до 2007 р.	-	1884	-932,6	-410,9	329	-465	-256

Виробництво коньячних виробів в 2013 р. зросло на 24 % (на 879,4 тис. дал) порівняно з 2007 р. і зменшилось на 3 % (на 123,3 тис. дал) порівняно з 2012 роком. Виробництво вин ігристих в 2013 р. зменшилось на 96 % (43152 тис. дал) порівняно з 2007 р. і зменшилось на 57 % (на 1947,4 тис. дал) порівняно з 2012 роком. Виробництво вин ігристих «Шампанське України» у 2013 р. зменшилось на 74 % (на 14245 тис. дал) і збільшилось майже в 2 рази (на 3155,2 тис. дал)

порівняно з 2012 роком. Виробництво вин виноградних в 2013 р. зменшилось на 40 % (на 7743,3 тис. дал) і зменшилось на 7 % (на 907,9 тис. дал) порівняно з 2012 роком. Виробництво пива солодового, включаючи пиво безалкогольне, зменшилось на 12 % (на 42365,9 тис. дал) порівняно з 2007 р. і зменшилось на 9 % (на 26862,9 тис. дал) порівняно з 2012 роком. Виробництво слабоалкогольних напоїв міцністю від 1,2 % до 8,5 % зменшилось на 2,54 % (на 256 тис. дал) порівняно з 2007 р. і збільшилось на 2,1 % (на 209 тис. дал) порівняно з 2012 роком.

У більшості спиртових заводів протягом останніх восьми років не залишаються коштів не тільки на оновлення основних фондів, а й на поточний ремонт обладнання. Як наслідок, на даний час зношеність основних фондів досягає 90—98 %.

Одним із перспективних напрямів розвитку підприємств спиртової промисловості є вихід на європейський ринок. Для цього необхідно підвищити конкурентоспроможність продукції вітчизняних підприємств. У світовому товаристві спостерігається така структура споживання спирту: 17 % використовується як харчовий спирт, 16 % — для медичної, хімічної і лакофарбової промисловості, а 67 % — для виробництва палива. У вітчизняній спиртовій промисловості найбільше виробляється харчового спирту — 85 %, для медичних потреб — 11 %, для паливних сумішей для двигунів — 4 %. Для підприємств спиртової галузі України перспективним є виробництво спирту для паливних сумішей двигунів, оскільки це надасть можливість зменшувати бензинову залежність.

За даними табл. 4 щодо реалізації спирту на зовнішній ринок в 2007—2013 рр. можна зробити висновок, що реалізація суттєво скоротилась.

Таблиця 4. Реалізація спирту етилового на експорт у 2007—2013 рр., тис. дал

Показник	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Спирт етиловий всього, тис. дал	9168,2	5277,5	4756,1	2337,2	1349,2	448,6	222,1
Відхилення до попереднього року	-	-3890,7	-521,4	-2418,9	-988	-900,6	-226,5
Відхилення до 2007 р.	-	-3890,7	-4412,1	-6831	-7819	-8719,6	-8946,1
Спирт етиловий ректифікований(харчовий), тис. дал	7422	4299	4709	2453	1424	325	0,95
Відхилення до попереднього року	-	-3123	410	-2256	-1029	-1099	-324,05
Відхилення до 2007 р.	-	-3123	-2713	-4969	-5998	-7097	-7421,05
Спирт технічний, тис. дал	1741	1015	159	16	101	122,5	200,7
Відхилення до попереднього року	-	-726	-856	-143	85	21,5	78,2
Відхилення до 2007 р.	-	-726	-1582	-1725	-1640	-1618,5	-1540,3

Так, реалізація на експорт у 2013 р. спирту етилового ректифікованого харчового суттєво зменшилась — на 99,9 % (на 7421,05 тис. дал) порівняно з 2007 роком. Реалізація на експорт у 2013 р. спирту технічного зменшилась на 88 % (на 1540,3 тис. дал) порівняно з 2007 р., але збільшилась на 63 % (на 78,2 тис. дал) порівняно з 2012 роком. Крім того, починаючи з 2011 р., спостерігається позитивна тенденція збільшення реалізації на експорт спирту технічного.

Проведені дослідження засвідчили зниження обсягу експорту продукції в лікєро-горілочній і пивоварній галузях, натомість обсяги реалізації продукції виноробної галузі поступово збільшуються (табл. 5).

Реалізація горілки із вмістом спирту менше 45,4 % на експорт зменшилась на 25 % порівняно з 2007 р. і на 3,56 % порівняно з 2012 роком.

Таблиця 5. Реалізація продукції підприємств лікєро-горілочних, виноробної і пивоварної галузей на експорт у 2007—2013 рр., тис. дал

Показник	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Горілка із вмістом спирту менше 45,4%, тис. дал	6280,60	6149,80	4941,50	5385,30	4409,40	4825,30	4653,40
Відхилення до попереднього року	-	-130,80	-1208,30	443,80	-975,90	415,90	-171,90
Відхилення до 2007 р.	-	-130,80	-1339,10	-895,30	-1871,20	-1455,30	-1627,20
Лікєри, солодкі наливки, настоянки, інші спиртові напої, тис. дал	62,50	60,70	61,00	64,40	31,70	9,52	3,04
Відхилення до попереднього року	-	-1,80	0,30	3,40	-32,70	-22,18	-6,48
Відхилення до 2007 р.	-	-1,80	-1,50	1,90	-30,80	-52,98	-59,46
Вино виноградне, тис. дал	505,30	2480,90	6672,80	6365,40	3323,40	4484,70	6098,10
Відхилення до попереднього року	-	1975,60	4191,90	-307,40	-3042,00	1161,30	1613,40
Відхилення до 2007 р.	-	1975,60	6167,50	5860,10	2818,10	3979,40	5592,80
Пиво солодове, включаючи пиво безалкогольне, тис. дал	31789,8	35144,0	34007,4	29891,6	26193,9	29311,1	24176,3
Відхилення до попереднього року	-	3354,20	-1136,60	-4115,80	-3697,70	3117,20	-5134,80
Відхилення до 2007 р.	-	3354,20	2217,60	-1898,20	-5595,90	-2478,70	-7613,50

Реалізація лікєрів, солодких наливок, настоянок, інших спиртових напоїв на експорт зменшилась на 95 % порівняно з 2007 р. і на 68 % порівняно з 2012 роком. Реалізація вин виноградних на експорт збільшилась на 35 % порівняно з 2012 р. і у 12 раз порівняно з 2007 роком. Реалізація пива солодового, включаючи пиво безалкогольне на експорт, зменшилась на 23 % порівняно з 2007 р. і на 17 % порівняно з 2012 роком.

До 31 грудня 2015 року до товарів походженням з України впроваджені автономний преференційний торговий режим (АПТР), який передбачає застосування ставок ввізного мита ЄС на рівні, що має діяти протягом першого року після запровадження зони вільної торгівлі між Україною та ЄС. Для спирту етилового та інших спиртових дистилатів і спиртних напоїв, одержаних шляхом перегонки, денатурованих, будь-якої концентрації (код УКТЗЕД 2207200000), застосовується тарифна квота, в межах якої діятиме

«нульова» ставка ввізного мита. Обсяг тарифної квоти — 27 000 т/рік (або 3 240 000 дал/рік) при базовій ставці ввізного мита ЄС — 10,2 Євро/гектолітр. Автономні торгові преференції, введені з 23 квітня 2014 року на підставі Регламенту ЄС № 374/2014 щодо скорочення або скасування митних тарифів на товари, що походять з України від 16 квітня 2014 року, будуть застосовуватися до 31 грудня 2015 року (дія подовжена Регламентом ЄС № 1150/2014 від 29.10.2014). За основу введення преференцій взято домовленості щодо лібералізації доступу до ринку ЄС в рамках Угоди про асоціацію, зокрема графік скасування увізних мит ЄС та домовленості щодо обсягів тарифних квот. При цьому обсяги тарифних квот залишаються на рівні, визначеному положеннями Угоди про асоціацію. Таким чином, враховуючи, що обсяги виробництва спирту етилового харчового за 2013 р. становили 16 311 000,00 дал, реалізація на експорт спирту етилового харчового склала 950 000 дал за 2013 рік. Українські виробники спирту мають можливість збільшити обсяги експорту із «нульовою» ставкою ввізного мита на 70 %, а це у свою чергу призведе до збільшення працюючих заводів.

У сучасних умовах проведення структурних реформ в Україні та спиртовій галузі напрямками запровадження європейської стандартизації є:

- створення інноваційних продуктів і модернізація існуючого обладнання. Це особливо актуально з огляду на те, що знос основних фондів підприємств спиртової промисловості досягає більше 50 %, а на окремих підприємствах і 80—100 %, що обумовлює невідповідність інтересів інвестора, споживача й виробника. Відставання темпів оновлення основних фондів від введення європейських стандартів може створити загрозу імпортової експансії, завуальованої інноваційним запровадженням, що фактично призведе до недобросовісної конкуренції з боку імпортерів;

- зменшення собівартості виробництва спирту етилового;
- зменшення витрат на енергоресурси.

Україна має величезний сировинний потенціал для розвитку біопалива, не знижуючи при цьому рівень виробництва харчових продуктів. Тобто на сьогодні Україна не тільки забезпечує себе в достатній кількості харчовими продуктами, а й експортує частину продукції сільськогосподарства, має значний природно-економічний, науково-виробничий потенціал щодо збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції шляхом підвищення культури землеробства, освоєння інноваційних технологій.

Одним із напрямів при розробці стратегії інноваційного розвитку для підприємств спиртової промисловості є виробництво паливних оксигенатів на основі етилового спирту. Для цього можливо 50 % потужностей спиртових заводів перефільювати на випуск паливного етанолу.

Для м'яясних спиртових заводів можливий перехід на випуск паливних оксигенатів і технічного етанолу, оскільки зернові заводи повністю покривають потреби України в харчовому спирті. Але на сьогодні, відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 20 травня 2015 року № 319, із переліку спиртових заводів, які мають право на виробництво біоетанолу, виключені такі м'яясні спиртові заводи: Барський спиртовий комбінат, Гайсинський спиртовий завод, Івашківський спиртовий завод, Жовтневий

спиртовий завод, Кам'янський спиртогорілчаний комбінат, Коростишівський спиртовий комбінат, Лохвицький спиртовий комбінат, Триліський спиртовий завод, Тростянецький спиртовий завод, Наумівський спиртовий завод, Хоростківський спиртовий завод, Тхорівський спиртовий завод, які підпорядковані концерну «Укрспирт». Дані зміни в законодавстві передбачають те, що на сьогоднішній день будь-який спиртовий завод, який має ліцензію, може виробляти біоетанол. Перспективними мелясними заводами, які входять до складу ДП «Укрспирт», є Лужанське МПД, Хоростківське МПД, Іваньківське МПД, Тхорівське МПД.

Надалі необхідно на вільних потужностях підприємств розвинути виробництво інших оксигенатів та їх сумішей, використовуючи як сировину етанол. Також на заводах можна налагодити виробництво високооктанової кисневмісної добавки до бензину (ВКД), яку одержують біоконверсією вуглеводневмісної відновлюваної сировини.

Українське спиртове виробництво має шанс посісти гідне місце на європейському і світовому ринку інновацій за рахунок сфери високих технологій, претендувати на роль лідера у сфері інновацій в Європі за рахунок високоосвіченої робочої сили, потенціалу науково-дослідних інститутів і лабораторій, традицій технічної освіти та наукової діяльності. Але для цього необхідно: по-перше, створити середовище для інновацій за допомогою державної підтримки, концентрації знань, законодавчих і юридичних умов, необхідної інфраструктури, об'єднання держави, бізнесу та науки, глобальної інформатизації для забезпечення вільного і швидкого обміну думками та ідеями, досвідом, захисту прав інвесторів і прав інтелектуальної власності; по-друге, об'єднати в єдиній інфраструктурі сферу високих технологій і біотехнології, фармацевтику, медицину, нанотехнології, інформаційні технології, авіакосмічні технології, автомобілебудування, промислові технології, енергетику, природоохоронні технології, масові комунікації.

Необхідно запровадити повний інноваційний цикл для підприємства спиртової промисловості, який забезпечуватиме відбір і підтримку інноваційних розробок і досліджень, доступність венчурного капіталу для доведення зразків до виробництва спирту та великих інвестицій для забезпечення конкурентних переваг нових виробів на ринках. Цей цикл повинен бути єдиною системою, забезпечуватися відповідною нормативно-правовою базою, матеріальною та інституційною інфраструктурою, чітко визначеними ефективними процедурами конкурсів, моніторингу та звітності, відповідними стандартами та шаблонами, кадровою підготовкою, а також фінансовими ресурсами.

Висновки

На сьогодні одним із першочергових завдань економіки України є гармонійний розвиток суспільно-економічних відносин і створення сприятливого бізнес-клімату, що змогло б забезпечити основу стабільного функціонування суб'єктів господарювання, зокрема підприємств спиртової промисловості. В цьому контексті ключовим завданням є забезпечення економічної стабільності, що постає перед підприємствами спиртової промисловості в сучасних нестабільних фінансово-політичних умовах. Розроблення стратегії інновацій-

ного розвитку підприємств спиртової промисловості надасть можливість відкриття нових ринків збуту, підвищення конкурентоспроможності продукції на європейському ринку, залучення виробничих й науково-дослідницьких потужностей провідних високотехнологічних компаній світу. Таким чином, вітчизняна економіка перейде на вищий технологічний уклад, який створить умови для підвищення якості життя та закладе підвалини для тривалого економічного зростання.

Література

1. Корж М.В. Аналіз умов формування сучасної концепції інноваційних систем / М.В. Корж // Економічний форум. — 2014. — № 2. — 114 с.
2. Петрович Й.М. Економіка виробничого підприємства / Й.М. Петрович. — Київ: Знання, 2001. — 463 с.
3. Петухова О.М. Кластеризація як можливість реалізації інноваційних стратегій [Текст]: монографія — Київ: НУХТ, 2012. — 263с.
4. Сербина Г.М. Інформаційні технології та інноваційна модель розвитку економіки / Г.М. Сербина // Економіка та держава. — 2006. — № 1. — С. 45—48.
5. Шульгіна Л.М. Інноваційний розвиток підприємств: формування стратегій [Текст]: монографія / Л.М. Шульгіна, В.В. Юхименко // Національний технічний університет України «КПІ». — Київ: Univest PrePress, 2015. — 212 с.
6. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития. Капитализм, социализм и демократия [Текст] / Й.А. Шумпетер. — Москва: Эксмо, 2008. — 864с.

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ СПИРТОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Л.О. Шевченко

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрены факторы, обеспечивающие устойчивое развитие предприятий спиртовой промышленности, определяющие формирование стратегии инновационного развития в современных условиях. Проведен анализ производства спирта этилового пищевого, спирта технического и продукции предприятий ликероводочной, винодельческой и пивоваренной отраслей за 2007—2013 годы. Определено, что диверсификация производства для предприятий спиртовой промышленности обеспечит удовлетворение потребностей динамического роста рыночной среды. Доказана необходимость проведения структурных реформ в спиртовой отрасли экономики Украины методом внедрения европейской стандартизации.

Ключевые слова: *предприятие, инновации, развитие, стратегия, инновационное развитие, спиртовая промышленность, европейская стандартизация.*

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF GRAPE AND WINE INDUSTRY OF UKRAINE

D. Basyuk, I. Babich, M. Bilko

National University of Food Technologies

Key words:

Grapes
Vineyard
Wine industry
Wine material
Quality
Government regulation

Article history:

Received 01.02.2016
Received in revised form
18.02.2016
Accepted 10.03.2016

Corresponding author:

D. Basyuk
E-mail:
daruna.b@gmail.com

ABSTRACT

Reduction of the areas of vineyards led to the fact that the market is now filled by imported wine and to the increase in domestic prices of raw materials. The imperfect government regulation in the wine sector precludes its proper development and the creation of a healthy competitive environment among domestic manufacturers. At the same time, Ukraine has the potential for the development of the industry and for the production of a wide range of products. The wine industry of Ukraine includes viticulture, industrial processing of grapes and the production for serving these branches. The final product of the complex includes fresh or dried grapes, grape juice and wine of different types, brandy and products from waste processing of grapes — enocolorants, grape oil, polyphenol concentrates, organic acids, forage, food powder, abrasives, vitamin D, etc.

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ВИНОГРАДАРСЬКО-ВИНОРОБНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ

Д.І. Басюк, І.М. Бабич, М.В. Білько

Національний університет харчових технологій

Скорочення площ виноградників призвело до заповнення ринку за рахунок імпорту виноматеріалів, підвищення цін на вітчизняну сировину, а недосконале державне регулювання у виноробній галузі унеможливує належний розвиток галузі та створення здорового конкурентного середовища серед вітчизняних виробників. Україна має достатній потенціал для розвитку галузі й виробництва широкого асортименту продукції. До складу виноградарсько-виноробного комплексу України входить виноградарство, промислова переробка винограду, а також виробництва, що обслуговують ці галузі. Кінцевою продукцією комплексу є свіжий і сушений виноград, виноградний сік та вина різних типів, коньяки та продукти з відходів переробки винограду — енобарвники, виноградна олія, поліфенольні концентрати, органічні кислоти, фуражні корми, харчовий порошок, абразивні матеріали, вітамін D тощо.

Ключові слова: виноград, виноградники, виноробна галузь, виноматеріал, якість, державне регулювання.

Постановка проблеми. Виноградарсько-виноробна галузь належить до стратегічних галузей агропромислового комплексу України, яка суттєво впливає на рівень соціально-економічного розвитку регіонів і є важливою бюджетоутворюючою складовою, а вироблена продукція має виняткове значення для підвищення якості життя населення.

Виноградно-виноробна галузь України за всю історію існування пережила періоди розквіту й занепаду. Антиалкогольна кампанія з 1985 р. та економічна криза 90-років ХХ ст. призвели до значних скорочень площ виноградників та обсягів виробництва продукції. Загальна площа виноградників у плодоносному віці в Україні з 1990 р. скоротилася на 69,3 %, станом на 1 січня 2015 року вона складає 48,7 тис. га, в т.ч. у плодоносному віці — 44,2 тис. га. У зв'язку з цим актуальною є стратегія розвитку ринку винопродукції в Україні для забезпечення стабільного надходження коштів до бюджету і розвитку здорових конкурентних умов праці.

Метою дослідження є вивчення сучасного стану та умов функціонування виноградарсько-виноробної галузі України, виділення окремих проблем її функціонування і виявлення пріоритетних напрямів розвитку галузі.

Результати дослідження та їх обговорення. Виноградно-виноробна галузь в Україні завжди відігравала провідну роль в агропромисловому комплексі і впливала на рівень соціально-економічного розвитку регіонів.

За кліматичних умов виноградники в Україні зосереджені в основному в Одеській, Миколаївській, Херсонській, Закарпатській областях. Найбільшу питому вагу за площами виноградників в Україні має Одеська область — 39,8 %, АР Крим — 39,1 %, Миколаївська область — 7,5 %, Херсонська — 6,6 %, Закарпатська — 4,9 %. В цих областях виділено природних 15 макро- та 58 мікрозон виноградарства, у т.ч. в Одеській області — 3 і 16, Херсонській — 2 і 10, Миколаївській — 2 і 7, Закарпатській — 1 і 12, Запорізькій — 1 і 6, на території тимчасово окупованої території Криму — 6 макрозон і 12 мікрозон, що надає можливість виробляти унікальні види винопродукції.

Виноградарство тісно пов'язане з виноробством, і саме його динамічний розвиток є однією з ланок ефективного функціонування виноробної галузі.

Характеризуючи стан виноробної галузі за останні роки, слід відмітити, що він має нестабільний характер. У 2013 р. у виробництві винограду та виноматеріалів спостерігалися позитивні тенденції. Так, валовий збір винограду в господарствах усіх категорій збільшився з 456,0 тис. т у 2012 р. до 575,4 тис. т у 2013 р., тобто на 119,4 тис. т, або на 26,2 %. Урожайність винограду покращилася з 67,2 т/га до 85,8 т/га, що становить 127,7 % до рівня 2012 року. Незначне скорочення спостерігалось у площі виноградних насаджень у плодоносному віці з 67,9 до 67,1 тис. га у 2013 р., що становить 98,8 % до рівня попереднього року [3].

У 2014 р. відбулось зниження показників стану виноробної галузі за рахунок виключення тимчасово окупованої території АР Крим і м. Севастополя, також без частини зони проведення антитерористичної операції. Зокрема, валовий збір винограду в господарствах усіх категорій зменшився до 435,5 тис. т, або на 4,5 %. Урожайність винограду зменшилась, значно скоротились площі виноградних насаджень у плодоносному віці — до 44 тис. га, що становить

98,8 % до рівня попереднього року. Обсяг переробки винограду на виноматеріали знизився на 25,7 % і склав 228933,1 т [6].

У 2015 р. валовий збір винограду склав 376,1 тис. т (86,3 % до обсягу попереднього року), урожайність знизилася до 90,4 ц/га. За категоріями виробників виробництво винограду у 2015 р. характеризується даними, наведеними у табл. 1. Слід зазначити, що у малих господарствах урожайність винограду в 1,5 раза вища за середні показники [7].

Таблиця 1. Виробництво винограду за категоріями виробників у 2015 році

	Валовий збір			Зібрана площа			Урожайність	
	тис. т	2015 р. до 2014 р.		тис. га	2015 р. до 2014 р.		ц з 1 га	(+, -) до 2014 р.
		+, -	у %		+, -	у %		
Господарства всіх категорій	376,1	-59,5	86,3	41,6	-2,6	94,1	90,4	-8,2
Сільськогосподарські підприємства	196,0	-45,0	81,3	28,9	-2,7	91,5	67,8	-8,6
Господарства населення (малі підприємства)	180,1	-14,5	92,5	12,7	0,1	100,8	142,3	-11,9

За розрахунками науковців Інституту аграрної економіки, виробництво винограду є одним з найбільш рентабельних видів сільського господарства, що в середньому складає 71,5 % (разом з виробництвом рису — 80,5 %, проса — 66 % та ріпаку — 57,2 %. При цьому рентабельність зазначених культур демонструє тенденцію зростання протягом останніх років.

Важливим чинником збільшення ефективності галузі виноградарства в цілому є забезпечення підприємств сировиною. Сучасний стан виноградників підприємств потребує закладання нових насаджень та омолодження існуючих, оскільки частина з них втратила ефективний рівень урожайності. На відновлення виноградних посадок галузі необхідні довгострокові інвестиції, адже розрахунок за кредитними ресурсами можливий лише на 8—9 рік після закладання винограднику [2]. За таких умов виноробна галузь не може працювати на повну потужність і вимушена купувати сировину за кордоном, зменшуючи через це власне виробництво.

Суттєвим позитивом є те, що з 1999 р. за фінансової державної підтримки суб'єктами господарювання закладено за новітніми технологіями 50,2 тис. га виноградників. На проведення робіт з посадки, спорудження шпалери та будівництва краплинного зрошення на цих площах ними було витрачено 3,5 млрд грн власних коштів підприємств, з яких 1,74 млрд грн (49 %) відшкодовано з державного бюджету [4].

Обсяги перероблення підприємствами винограду та виробництва виноматеріалів у період з 2006 р. по 2013 р. мали нестабільну динаміку і в середньому склали 385 тис. т винограду; виноматеріалів вироблено в середньому 27,1 млн дал [6—8].



Рис. Динаміка переробки винограду і виробництва виноматеріалів у 2006—2013 рр.

Обсяги переробки винограду на виноматеріали за регіонами характеризуються даними [7], наведеними в табл. 2.

Таблиця 2. Обсяги переробки винограду на виноматеріали за регіонами, т¹

	Обсяг переробки винограду на виноматеріали		У тому числі виноград		Середня ціна купівлі 1 т винограду, грн	
	2015 р.	у % до 2014 р.	власно вирощений	закуплений	2015 р.	2014 р.
Україна	194028,6	84,8	36157,3	157871,3	6701,8	3636,5
Закарпатська	... ²	... ²	... ²	... ²	... ²	... ²
Запорізька	... ²	... ²	... ²	... ²	... ²	... ²
Миколаївська	44365,7	99,3	3776,5	40589,2	6264,5	3333,9
Одеська	114134,7	81,6	27722,1	86412,6	6078,9	3299,9
Херсонська	28770,4	79,6	4467,9	24302,5	10763,9	5661,7

Примітки: ¹ без урахування тимчасово окупованої території АР Крим і м. Севастополя, за 2014 р., також без частини зони проведення антитерористичної операції. ² Інформація вилучена з метою забезпечення конфіденційності згідно із Законом України «Про державну статистику»

Підприємства Одещини є лідерами за обсягами переробки винограду, які становлять майже 58 % від загального обсягу, виробництва Миколаївської та Херсонської областей переробили 23 % та 15 % відповідно. Слід відзначити, що щорічно Україна імпортує 20—25 тис. т столового винограду на суму до 30 млн дол. США (4,5 тис. га виноградних насаджень).

При виробництві у середньому 4,5 млн дал коньяків України (1,8 млн дал) частка імпортованої сировини — 1,2 млн дал (67 %) на суму близько 40 млн дол. США. Для викурки цієї частки з виноматеріалів потрібно було переробити винограду — 171 тис. тонн, (24 тис. га виноградних насаджень). Таким чином, українські підприємства сплатили майже 70 млн дол. США та втратили можливість забезпечити робочими місцями понад 200 тис. робітників, задіяних на вирощуванні, зборі винограду, а також на суміжних виробництвах [4].

Переробка винограду на виноматеріали за сортами характеризується даними, наведеними в табл. 3.

Кожен із зазначених сортів винограду використовується за певним напрямком: у виробництві столових, десертних, міцних вин, коньячних і шампанських виноматеріалів, ігристих вин.

Таблиця 3. Переробка винограду на виноматеріали за сортами

Найменування сортів винограду	Обсяг переробки винограду на виноматеріали, т			Середня масова концентрація цукрів у винограді, г/дм ³	
	2015 р.	у % до загального підсумку	у % до 2014 р.	2015 р.	2014 р.
Аліготе	23902,3	12,3	80,0	185,0	183,4
Бастардо магарацький	5239,7	2,7	151,0	191,7	192,2
Каберне-Совіньйон	17883,3	9,2	84,0	195,7	199,3
Мерло	6153,5	3,2	57,6	195,4	197,9
Мускат (білий, рожевий, Оттонель тощо)	11417,1	5,9	64,3	186,3	183,5
Одеський чорний	3546,6	1,8	69,5	194,3	200,8
Піно (білий, чорний, сірий)	7040,7	3,6	87,7	184,5	186,7
Рислінг	11621,0	6,0	89,0	183,9	185,1
Ркацителі	9934,9	5,1	78,5	186,8	175,8
Сапераві північний	5376,7	2,8	98,5	193,5	193,3
Совіньйон	10416,0	5,4	66,2	186,6	186,4
Трамінер рожевий	3276,0	1,7	73,2	191,5	186,9
Фетяска	2062,2	1,1	67,3	180,4	180,2
Шардоне	20277,5	10,4	81,9	185,2	184,9
Інші	55881,1	28,8	104,4	184,7	183,2

Аналіз даних, наведених у табл. 3, свідчить, що в Україні асортимент винограду, що культивують на підприємствах, досить різноманітний. Найбільші посадки білих сортів винограду Аліготе і Шардоне, червоних — Каберне-Совіньйон. Це свідчить про потенціал виробництва в країні столових та ігристих вин.

У 2015 р. вироблено виноматеріалів для випуску вин 6142,1 тис. дал (98,1 % обсягу 2014 р.), для закладки на витримку — 29,9 тис. дал (у 3,1 раза більше). У груповому асортименті виноматеріалів шампанських та ігристих виготовлено на 20 % менше, ніж у 2014 р., для закладки на витримку та випуску столових вин — на 5,8 % менше, інших видів виноматеріалів — на 31,3 % менше.

Водночас обсяги для випуску коньячних виноматеріалів збільшилися на 11,6 %; для випуску кріплених вин — на 18,7 %, для їх виробництва було використано 160,2 тис. дал спирту-ректифікату, що на 9,6 % менше, ніж у 2014 році. У загальному виробництві виноматеріалів зросла питома вага коньячних — з 19,5 % у 2014 р. до 23,2 % у 2015 р., для закладки на витримку та випуску столових вин — з 34,4 % до 34,7%, для випуску кріплених вин — з 7,2 % до 9,1 %; скоротилася частка виноматеріалів шампанських та ігристих — з 36,5 % до 31,2 %, інших видів виноматеріалів — з 2,4 % до 1,8 % [7].

У 2015 р. в Україні вироблено 17,35 млн дал винопродукції (98 % від показників 2014 р.), у т.ч. вермути — 1,8 млн дал; вина натуральні виноградні — 5,4 млн дал; вина шампанські, газовані та ігристі — 4,7 млн дал; вина плодово-ягідні — 1,4 млн дал; коньяки — 2,95 млн дал; вина натуральні виноградні з додаванням спирту та міцні напої — 1,1 млн дал.

Виробництво виноматеріалів за регіонами наведено в табл. 4.

Однією з найбільш гострих проблем виноробства в Україні, яка стримує розвиток виноробства, є непомірна для виробників з невеликими обсягами виробництва щорічна плата — 500 тис. грн за право оптової торгівлі власною виробленою виноробною продукцією, а також зарегульованість системи отримання ліцензій на право виробництва алкогольних напоїв (суб'єкту господарювання необхідно зібрати близько 140 документів, при цьому більшість вимог для підприємств з невеликими обсягами виробництва нереальні).

Таблиця 4. Виробництво виноматеріалів за регіонами, тис. дал

	Обсяг виробництва виноматеріалів		У тому числі			
	2015 р.	у % до 2014 р.	шампанські та ігристі	коньячні	для випуску вин і закладки на витримку	
					столові	кріплені
Україна	14103,6	93,6	4407,2	3277,5	4889,1	1282,9
Закарпатська	... ¹	... ¹	—	—	... ¹	... ¹
Запорізька	... ¹	... ¹	—	—	... ¹	... ¹
Миколаївська	3198,7	99,0	1196,6	142,2	1370,5	489,5
Одеська	8526,5	93,9	3092,9	1645,9	2979,4	645,8
Херсонська	1975,3	84,0	117,7	1489,5	228,4	63,6

Примітки: ¹ дані вилучено з метою забезпечення виконання вимог Закону України «Про державну статистику» щодо конфіденційності інформації

У 2013 р. у підприємств з великими обсягами виробництва частка вартості зазначеної ліцензії у собівартості реалізованої пляшки винопродукції складала:

- ПАТ «ДМК Таврія» Херсонської області — 0,9 грн;
- ТОВ «ПТК Шабо» Одеської області — 0,2 грн;
- ПАТ «Коблево» Миколаївської області — 0,3 грн.

У підприємств з невеликими обсягами виробництва ця частка значно більша і складає: ТОВ «Велес» (ТМ «Колоніст») — 58,3 грн; ПрАТ «Одесавинпром» Одеської області — 27,0 грн; ВАТ «Зелений гай» Миколаївської області — 24,9 грн. У фермерському господарстві «Курінь» Херсонської області, яке випускає 1,2 тис. дал вина з власного виноматеріалу, частка оплати за ліцензію у собівартості реалізованої пляшки винопродукції досягає 293,1 грн. На ДП «Леанка» Закарпатської області, яке має обсяг виробництва 791,1 дал вина, після сплати вартості ліцензії на оптову торгівлю до собівартості пляшки вина додається сума 442,4 грн [4].

Важливим моментом розвитку виноробного комплексу стало входження України у травні 2008 р. в СОТ, що надало можливість стати рівноправним партнером на світових товарних ринках. У результаті було скасовано окремі обмеження та лібералізовано умови доступу на зовнішні ринки для цілого ряду українських товарів базових експортних галузей.

Будучи членом СОТ, використовуючи міжнародне право, Угоду СОТ, досвід членів ЄС і таких країн, як США, Канада, Чилі та інших, Україна повинна відстоювати особливості національного виробництва.

На сьогодні існує необхідність створення інституційної основи подальшого розвитку і нарощування вітчизняного економічного потенціалу винороб-

них підприємств, закріплення на традиційних і нових ринках збуту, а також вирішення багатьох актуальних проблем галузі. Одна з них — використання географічних найменувань у традиційних родових назвах виноробної продукції України. У виноробстві України вживається десять географічних назв, які походять з інших європейських країн, а саме: Шампанське, Коньяк, Кальвадос, Кагор (Франція), Портвейн, Мадера (Португалія), Херес, Малага (Іспанія), Токай (Угорщина), Марсала (Італія, о. Сицилія). Їх використовують уже понад 100 років — з кінця XIX ст. (табл. 5). Відмова від цих назв створить значні незручності у споживача і вплине на їх економічну складову. Відповідно, з боку України немає порушень Угоди TRIPS (п. 4 та п. 6, ст. 24), що не забороняють використання родових назв із географічними позначеннями для тих виробників, які ці назви використовували «протягом принаймні 10 років, що передують 15 квітня 1994 року».

Таблиця 5. Географічні найменування вина та їх розповсюдження в Україні

Найменування продукції	Кількість підприємств, що використовують географічну назву	Рік початку виробництва
Шампанське України	17	1878
Коньяк України	26	1889
Портвейн	59	1891
Кагор	68	1904
Мадера	22	1892
Херес	11	1945
Токай	4	1892
Марсала	2	1918
Малага	1	1891
Кальвадос	2	1972

Одним із суттєвих досягнень вітчизняного виноробства є переорієнтація провідних підприємств і фермерських господарств на виробництво вин КНП та органічних вин. Перелік зареєстрованих географічних зазначень складає в ЄС понад 3000 найменувань, в Україні на даний час є п'ять найменувань, які виробляє ПТК «Шабо» Шардоне Шабо (АОС), Тельті-Курук-Шабо (АОС), Рислінг Шабо (АОС), Мерло Шабо (АОС), Каберне Шабо (АОС), Виробництво вин КНП становило у грудні 2012 р. 1,7 тис. дал, в січні—грудні 2013 р. — 22,9 тис. дал, на сьогодні виробництво зросло в декілька разів.

Торговельні марки з визначенням регіону виробництва продукції (за критеріями країн ЄС щодо географічного позначення TSG (Traditional Specialies Guaranteed) як загальноприйняті методи гарантії виробництва і дотримання рецептур використовуються провідними виноробними підприємствами: ТМ Таврія, ТМ «Інкерман» (Дім марочних коньяків «Таврія»), ТМ «Золота балка» (ПрАТ «КЗШВ «Столичний»)), ТМ «Ореанда» (ПрАТ «Одеський коньячний завод»), ТМ «Коктебель» (ПрАТ «Одеський коньячний завод»), ТМ «Магарач» (ПАТ «Цюрупинське»), ТМ Коблево (ВАТ «Коблево»), ТМ Шабо (ТОВ ПТК «Шабо»), ТМ Тиса («Ужгородський коньячний завод») [4].

Міжнародного законодавства, яке б забороняло використання родових назв вин, не існує. Прийняття таких зобов'язань можливе тільки на добровільній основі. Але зараз на фоні перевиробництва вин і скорочення площ виноградни-

ків в європейських країнах добровільне прийняття таких зобов'язань Україною може призвести фактично до ліквідації галузі виноробства в країні [1, с. 80]. Отже, українські виробники повинні послідовно відстоювати свої права на використання вказаних родових назв і підтверджувати їх незмінно високою якістю продукції.

У світі в останні роки набуло розвитку органічне виноробство, що можна пояснити повальним захопленням органічними продуктами харчування. Органічне вино є найбільш динамічною категорією у виробництві всіх органічних алкогольних продуктів. Слід відмітити, що в Україні з'явилися виробники органічних вин. Так, невелике підприємство з виробництва органічних вин ФГ «Перлина струмка» ТМ «V.Petrov» Одеської області отримало міжнародний сертифікат на виробництво органічного винограду та вина [4].

Актуальною проблемою виноробної галузі є негативне сальдо зовнішньоекономічного торговельного балансу, зростання обсягів імпорту вина в Україну, особливо з Молдови, Грузії, Італії, Чилі та інших країн. Зростає імпорт як дешевих, так і дорогих вин. Найбільш дешевими за ціною є імпортовані вина з Молдови, Чилі, Грузії. До категорії дорогих вин за ціною слід віднести вина з Італії та Франції, попит на які має тенденцію до зростання.

У 2015 р. Україною експортовано виноградних натуральних вин на загальну суму 38,2 млн дол. США (93,9 % від показників 2014 р.). У 2015 р. найбільшими імпортерами українських вин були :

- Російська Федерація — 26,4 млн дол. США (69,1 %);
- Грузія — 3,3 млн дол. США (8,6 %);
- Азербайджан — 1,3 млн дол. США (3,4 %);
- Німеччина — 1,3 млн дол. США (3,4 %);
- Китай — 0,7 млн дол. США (1,8 %).

У 2015 р. Україною імпортовано виноградних натуральних вин на загальну суму 56,4 млн дол. США (58,8 % від 2014 р.).

У 2015 році найбільшими експортерами були:

- Італія — 16,8 млн дол. США (29,8 %);
- Франція — 10,9 млн дол. США (19,3 %);
- Грузія — 7,9 млн дол. США (14 %);
- Молдова — 4,9 млн дол. США (0,8 %);
- Німеччина — 3,4 млн дол. США (0,6 %);
- Чилі — 3,2 млн дол. США (0,5 %) [4].

Серйозною проблемою вітчизняних виноробів є посилення боротьби з фальсифікацією винопродукції. На жаль, частина продукції, що реалізується через торговельну мережу, є фальсифікованою і, відповідно, у тіньовому бізнесі приховується певна частина доходів. Нині ринок алкоголю в Україні потребує серйозного контролю з боку держави. Система контролю повинна суміщати дегустаційне оцінювання, аналізування за фізико-хімічними показниками, передбаченими Держстандартом, та низку додаткових показників, які визначають справжність вин.

Окрім окреслених проблем, галузь має й позитивну тенденцію щодо підвищення якості продукції. Цьому сприяє впровадження передових технологій

культивування винограду й виробництва вин і технічне переоснащення підприємств, яке почалося з 2000 року.

Сучасне обладнання дозволяє здійснювати гнучку переробку винограду з різним ступенем подрібнення ягід, переробляти виноград у м'яких режимах, не руйнуючи кісточок і шкірки ягід. Це надає можливість виробляти легкі вина з гармонійним смаком без зайвої грубості, окисненості та інших недоліків. Розроблені в останні роки методи фільтрації та стабілізації дозволяють розливати вина прозорими й стабільними протягом тривалого терміну. На сьогодні широко використовуються лінії стерильного розливу, які не вимагають оброблення вина теплом перед розливом його в пляшку та зберігають повноцінний смак і аромат. Також поліпшило якість використання апаратури контролю за температурними процесами під час бродіння вина. Для виготовлення устаткування, емностей і трубопроводів тепер застосовують лише нержавіючу сталь [1].

Ще одним важливим напрямом розвитку галузі є підвищення об'ємів виробництва високоякісних натуральних столових білих, рожевих і червоних вин, які позитивно впливають на фізіологію людини та мають дієтичні властивості; збільшення асортименту високоцінних сортових, витриманих і марочних вин, вин з контролюванням найменувань за походженням замість великих однорідних партій ординарної продукції. Це можливо за підтримки розвитку малих підприємств (10—100 га виноградників). Усі кращі вина світу виробляють саме на таких підприємствах. Таким підприємствам легше та швидше підвищити якість, створити неповторний стиль. Як правило, такими господарствами керують приватні власники, які особисто зацікавлені в якості своєї продукції.

Заборона реклами вина і, як наслідок, низький рівень культури споживання винопродукції у населення знижує інтерес потенційних українських споживачів до вин вітчизняного виробництва і дуже часто орієнтує на споживання горілки і пива.

Особливе місце посідають економічні проблеми виноградно-виноробного комплексу, що стосуються переходу до нових форм власності з метою підвищення ефективності виноградарства; вдосконалення інвестиційної політики; інтеграції інтересів суб'єктів структури «виробництво винограду-перероблення-випуск кінцевої продукції».

Висновки

Отже, виноградарство України — традиційна та прибуткова галузь сільсько-господарського виробництва, яка з давніх часів забезпечує населення цінними незамінними продуктами харчування, сировиною — переробну промисловість.

Негативні тенденції у виноградарстві та виноробстві свідчать про відсутність науково обґрунтованої стратегії розвитку ринку винопродукції в нашій державі на основі дослідження споживчого попиту і пропозиції, тенденцій щодо їх зміни для прогнозування розвитку галузі. Все це робить актуальним розроблення ефективної економічної політики в галузі виробництва й обігу продукції, забезпечення соціально-економічної ефективності механізмів державного регулювання для того, щоб забезпечувати стабільне надходження коштів

до бюджету, легалізацію тіншового сектору, розвиток здорового конкурентного середовища, захист вітчизняного виробника від експансії зарубіжних ринків, модернізацію й технічне переоснащення галузі.

Література

1. *Актуальні проблеми управління виноградно-виноробним комплексом: монографія* / І.М. Бабич, Д.І. Басюк, М.В. Білько та ін.; за заг. ред. Шияна П.Л., Басюк Д.І. — Кам'янець-Подільський: ПП Д.Г. Зволейко, 2014. — 252 с.
2. *Виноградно-виноробна галузь України у 2013 році* // Виноград. — 2014. — № 1—2. — С. 14—17.
3. *Костенко В.* Виноградно-виноробна галузь України, стан та перспективи розвитку [Електронний ресурс] / В. Костенко. — Режим доступу до ресурсу: wine-forum.com.ua/.
4. *Кучеренко В.* Актуальні проблеми виноградно-виноробної галузі: шляхи вирішення [Електронний ресурс] / В. Кучеренко. — Режим доступу до ресурсу: wine-forum.com.ua/.
5. *Осипов В.* Виноградарство та виноробство України. Сучасний стан, проблеми, тенденції розвитку / В. Осипов, Л. Осипова // *Економіст*. — 2015. — № 3. — С. 28—31.
6. *Переробка винограду та виробництво виноматеріалів у 2014 році* [Електронний ресурс] / Експрес-випуск Державної служби статистики. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
7. *Переробка винограду та виробництво виноматеріалів у 2015 році* [Електронний ресурс] / Експрес-випуск Державної служби статистики. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
8. *Підсумки збору врожаю основних сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду у 2015 році* [Електронний ресурс] / Експрес-випуск Державної служби статистики. — Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ВИНОГРАДАРСКО-ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ

Д.И. Басюк, И.М. Бабич, М.В. Билько

Национальный университет пищевых технологий

Сокращение площадей виноградников привело к заполнению рынка за счет импорта виноматериалов и повышению цен на отечественное сырье, а несовершенное государственное регулирование в винодельческой отрасли исключает надлежащее развитие отрасли и создание здоровой конкурентной среды среди отечественных производителей. Украина имеет достаточный потенциал для развития отрасли и производства широкого ассортимента продукции. В состав виноградарско-винодельческого комплекса Украины входят виноградарство, промышленная переработка винограда, а также производства, обслуживающие эти отрасли. Конечной продукцией комплекса является свежий и сушеный виноград, виноградный сок и вина разных типов, коньяки и продукты из отходов переработки винограда — энокрасители, виноградное масло, полифенольные концентраты, органические кислоты, фуражные корма, пищевой порошок, абразивные материалы, витамин D.

Ключевые слова: виноград, виноградники, винодельческая отрасль, виноматериал, качество, государственное регулирование.

NUTRITION AS A COMPONENT OF FOOD SECURITY

T. Mostenska, G. Kundieieva

National University of Food Technologies

Key words: <i>Food safety</i> <i>Food security</i> <i>Balanced nutrition</i> <i>Life expectancy</i>	ABSTRACT The article deals with food safety issues in the context of food security. The concretization of food security and food safety concepts relations was made, which allows to consider food safety as the appropriate nutrition level in terms of proteins, calories, vitamins and minerals for all household members at any time. The analysis of nutrition in terms of calories and balance of the main macronutrients was conducted. The relation between food security and life expectancy in Ukraine was determined. The use of regression analysis allowed to determine the relation between life expectancy and calorificity of products of animal origin and relation between life expectancy and consumption of meat and meat products.
Article history: Received 15.02.2016 Received in revised form 01.03.2016 Accepted 20.03.2016	
Corresponding author: T. Mostenska E-mail: npnuht@ukr.net	

ХАРЧУВАННЯ ЯК СКЛАДОВА ПРОДОВОЛЬЧОЇ БЕЗПЕКИ

Т.Л. Мостенська, Г.О. Кундєєва

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто питання безпеки харчування в контексті продовольчої безпеки. Проведено аналіз питань конкретизації співвідношення понять «продовольча безпека» та «безпека харчування», що надало можливість розглядати безпеку харчування як належний рівень харчування з точки зору білків, калорій, вітамінів і мінералів для всіх членів домогосподарства в будь-який час. Здійснено аналіз харчування за калорійністю та збалансованістю по основним макронутрієнтам і встановлено зв'язок між безпекою харчування й тривалістю життя в Україні. Застосування регресійного аналізу дозволило визначити залежність між тривалістю життя та калорійністю тваринного походження і між тривалістю життя та споживанням м'яса і м'ясопродуктів.

Ключові слова: безпека харчування, продовольча безпека, збалансованість харчування, тривалість життя.

Постановка проблеми. Продовольча безпека, у яку з часом трансформувалася продовольча проблема, стає більш широким поняттям, що охоплює наявність продовольства, доступ до нього, стабільність його постачань і його використання (збалансоване харчування). Харчування — складна і комплексна

проблема, що вимагає ґрунтовних знань і навичок у різних площинах науки й практики. Його якість залежить від забезпечення відповідності складу харчових продуктів потребам людського організму. Фактор харчування стає все більш значущим у переліку причин погіршення здоров'я як дорослого населення, так і дітей України. Втім, на думку відомого геронтолога, академіка Д.Ф. Чеботарьова, харчування — практично єдиний засіб, що пролонгує видову тривалість життя на 25—40 % [1, с. 61]. Такий істотний вплив продуктів харчування та їх споживання на здоров'я людини перетворює проблему харчування в найактуальнішу глобальну проблему людства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій Особлива роль харчування визначена у наукових працях Л.Н. Валенкевича, Л.Н. Валенкевич, А.М. Уголева [2], М.О. Самсонова, В.О. Мещерякової [3], В.В. Фролькіса [4], В.О. Тутельяна [5], В.І. Смоляра [6] та ін. Вчені доводять існування впливу харчування на важливі біологічні характеристики організму, зокрема і на тривалість життя. Дослідження харчування (споживчий продовольчий кошук) здійснено О.В. Скидан [7] в контексті обґрунтування основних напрямів аграрної політики. Тривалість життя, здоров'я пересічного українця досліджено в контексті людського розвитку і якості життя в Україні колективом учених під керівництвом Е.М. Лібанової [8], Н.О. Рингач [9], Л.Е. Купінець [10], які розглядали громадське здоров'я як чинник національної безпеки. Постає питання про необхідність дослідження вагомості харчування та його впливу на тривалість життя людини у контексті продовольчої безпеки.

Мета статті. Проаналізувати змістовну сутність безпеки харчування, здійснити аналіз харчування за калорійністю та збалансованістю за основними макронутрієнтами і довести наявність зв'язку між безпекою харчування й тривалістю життя пересічного українця.

Виклад основних результатів дослідження. Насамперед необхідно здійснити аналіз питань конкретизації співвідношення понять «продовольча безпека» і «харчування». Протягом багатьох років з метою визначення продовольчої безпеки і харчування та їх взаємозв'язку пропонувалися численні формулювання й концептуальні рамки. Застосовуючи історичний метод дослідження, розглянемо виникнення, розвиток і взаємозв'язок зазначених визначень.

У 1966 р. ООН прийняла Міжнародний пакт про економічні, соціальні і культурні права, в якому проголошується право на належне харчування і право бути вільним від голоду [11]. У 1974 р. були створені Комітет ООН ФАО зі всесвітньої продовольчої безпеки (КВПБ) і Підкомітет з питань харчування Адміністративного комітету з координації (ПКХ АКК), тобто, оцінюючи важливість харчування, його було виділено в окрему організаційну структуру. Діяльність ПКХ АКК була спрямована на глобальне забезпечення доступу до збалансованого харчування, що гарантує основні поживні компоненти, необхідні для здорового й активного життя.

У 80-х роках минулого століття відбулося розширення розуміння таких понять, як голод і неповноцінне харчування, включаючи недоїдання і брак поживних мікроелементів, яке в 1990 р. було сформовано в Концептуальну основу неповноцінного харчування. У цьому документі простежуються чіткі відмінності між продовольчими та непродовольчими (медичне обслуговування

та охорону здоров'я) факторами [12]. Зазначена концепція отримала свій подальший розвиток на Міжнародній конференції з питань харчування (МКХ) у 1992 р., яка стала першою міжурядовою зустріччю в галузі харчування, де були розроблені і прийняті Всесвітня декларація і План дій у цій галузі [13].

У 1995 р. виник термін «безпека харчування», згідно з яким безпека харчування може бути визначена як належний рівень харчування з точки зору білків, калорій, вітамінів і мінералів для всіх членів домогосподарства в будь-який час [13], тобто визначена важливість відповідної структури харчування.

Експерти в галузі харчування й охорони здоров'я наполегливо виступали за більш широке розуміння ключових визначальних чинників правильного харчування та за їх включення в Цілі розвитку. У 2006 р. Всесвітній банк опублікував книгу «Постановка питань харчування як головних питань розвитку». Дана праця містить більш вдосконалене визначення поняття безпеки харчування: безпека харчування існує тоді, коли продовольча безпека поєднується з умовами санітарії, відповідним рівнем охорони здоров'я та належними режимами харчування і медичним обслуговуванням з метою забезпечення здорового життя всім членам домогосподарств [14]. Відповідно до зазначеного, можна стверджувати, що безпека харчування включає і режим харчування, а це залежить від ставлення людини до власного здоров'я.

Термін «продовольча безпека і харчування» з 2009 р. є еталонним для всіх документів КВПБ і також використовується ФАО як одна з її корпоративних стратегічних цілей — підвищення продовольчої безпеки і поліпшення харчування.

Термін «продовольча безпека і безпека харчування» є ще одним шляхом об'єднання елементів продовольчої безпеки і безпеки харчування. Останнє словосполучення використовується все частіше, і його підтримують, зокрема, фахівці в галузі охорони здоров'я та харчування для того, щоб підкреслити необхідність інтегрування питань харчування в політику і програми у сфері продовольчої безпеки. Включення слова «харчування» в поєднання слів «продовольча» і «безпека» підкреслює, що кінцева мета полягає саме в підвищенні рівня харчування.

В оновленій Всеохоплюючій рамковій програмі дій (ВРПД), що запропонована Цільовою групою високого рівня ООН з питань глобальної продовольчої безпеки (ЦГВР) у вересні 2010 р., наводиться таке визначення: продовольча безпека і безпека харчування існують тоді, коли всі люди в усі часи мають фізичний, соціальний та економічний доступ до достатньої кількості безпечної й поживної їжі, що дозволяє задовольняти їхні харчові потреби й переваги для ведення активного і здорового способу життя

Відсутність продовольчої безпеки можлива тоді, коли люди не мають належного фізичного, соціального й економічного доступу до певної вищезазначеної їжі. Таким чином, продовольча безпека охоплює питання наявності, доступу, використання й стабільності та включає потреби людей в енергії, білках і поживних речовинах для того, щоб вони могли жити, вести будь-яку діяльність протягом тривалого періоду часу [15]. Терміни «продовольча безпека» і «безпека харчування» підкреслюють важливість досягнення саме безпеки харчування.

При використанні термінів «продовольча безпека» і «безпека харчування» виробництво продовольства, продовольчі системи і соціально-економічні аспекти, що лежать в основі поняття продовольчої безпеки, доповнюються біологічним підходом, в якому людина є відправною точкою. Саме це підкреслює поняття безпеки харчування (вплив харчування на здоров'я людини). Тобто відповідно до зазначеної нами еко(біо)-соціо-економічної моделі суспільного розвитку продовольча безпека включає не тільки виробництво продовольства, обмін, розподіл, а й харчування як процес споживання харчових продуктів. Слід наголосити, що якість і безпека харчування — це насамперед збалансоване, здорове харчування, а не тільки якість харчових продуктів.

Наразі цілком можливо розширити власне визначення продовольчої безпеки з урахування безпеки харчування: продовольча безпека та безпека харчування існують тоді, коли всі люди в будь-який час мають фізичний, соціальний та економічний доступ до достатньої кількості безпечної і якісної їжі, що дозволяє задовольняти їхні харчові потреби й переваги відповідно до фізіологічних норм споживання (структури та режиму харчування) для ведення тривалого здорового способу життя.

Виходячи із даного уточнення та зазначеної мети, нами здійснено аналіз харчування (його калорійності та збалансованості за основними макро- і мікронутрієнтами) та доведено існування зв'язку між якістю харчування й тривалістю життя пересічного українця. Динаміка калорійності середньодобового споживання харчових продуктів в Україні у 1990—2013 рр. на одну особу наведена в табл. 1.

Проведений аналіз свідчить про те, що протягом досліджуваного періоду поживність раціону на одну особу перевищує рекомендовану норму насамперед за рахунок споживання продуктів рослинного походження, а калорійність продуктів тваринного походження не перевищує 30 % від фактичної добової калорійності раціону пересічного українця. Рекомендований вміст жирів у раціоні людини становить 90—100 г на добу, 1/3 їх потреби мають становити рослинні олії, 2/3 — тваринні. За даними ВООЗ, нижня межа безпечного споживання жирів становить для дорослих чоловіків і жінок 25—30 г/доб.

Найбільша частка у забезпеченні населення країни жирами припадає на вживання рослинної олії. Спостерігається стала тенденція до зниження калорійності — у 1990 р. поживність раціону перевищувала норму на майже 44 %, а у 2013 р. це перевищення склало 18,2 %. Таке скорочення відбувалось за рахунок зниження калорійності рослинної продукції з 228,6 % у 1990 р. до 186,76 % у 2013 році.

Для вивчення взаємозв'язку між тривалістю життя (обидві статі) (y) та калорійністю раціону (x_1) і калорійністю раціону тваринного походження нами здійснений регресійний аналіз. Для виявлення сили взаємозв'язку в MS Excel обчислений парний коефіцієнт лінійної кореляції: для першої залежності він складає 0,577, а для другої — 0,79. Лінійний коефіцієнт кореляції свідчить про те, що між тривалістю життя та калорійністю раціону існує прямий, але незначний зв'язок, а між тривалістю життя й калорійністю раціону за тваринним походженням існує більш тісний прямий зв'язок ($r=0,79$). Коефіцієнт

детермінації, який показує, що варіація у зумовлюється варіацією змінної x у першому випадку на 44,2 %, а у другому — на 61 %.

Таблиця 1. Динаміка калорійності середньодобового споживання харчових продуктів в Україні у 1990—2013 рр. (на одну особу), розраховано на основі [17]

Показники	Граничне значення калорійності продуктів	Роки													
		1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Калорійність продуктів тваринного походження, кал	1375	1025	716	611	619	673	690	719	733	805	796	809	807	844	868
% до граничного значення		74,55	52,07	44,44	45,02	48,95	50,18	52,29	53,31	58,55	57,89	58,84	58,69	61,38	63,13
Калорійність продуктів рослинного походження, кал	1125	2572	1980	2050	2139	2127	2108	2191	2183	2193	2150	2124	2144	2110	2101
% до граничного значення		228,62	176,00	182,22	190,13	189,07	187,38	194,76	194,04	194,93	191,11	188,80	190,58	187,56	186,76
Калорійність середньодобового споживання продуктів харчування, кал	2500	3597	2696	2661	2800	2798	2798	2910	2916	2998	2946	2933	2951	2954	2969
% до граничного значення		143,88	107,84	106,44	112	111,92	111,92	116,4	116,64	119,92	117,84	117,32	118,04	118,16	118,76
Частка калорійності продуктів тваринного походження у калорійності середньодобового споживання харчових продуктів, %		0,28	0,27	0,23	0,22	0,24	0,25	0,25	0,25	0,27	0,27	0,28	0,27	0,29	0,29

Функція залежності тривалості життя (обидві статі) та калорійністю раціону тваринного походження має такий вид:

$$Y = b_0 + b_1 x_1,$$

де b_0 — оцінка вільного члена регресії. Тоді $Y = 60,37 + 0,012x_1$.

Використання отриманої моделі для прогнозу тривалості життя свідчить, що людина за умов споживання фізіологічної норми тваринних калорій буде мати тривалість життя на рівні 76,24 року, тривалість життя (обидві статі) у 2014 р. становила 71,37 року.

Слід також зазначити, що з 2001 р. спостерігається незначне збільшення калорійності продуктів тваринного походження, але показника 1990 р. ще не досягнуто.

Починаючи з 1990 р., значно зменшився вміст у харчовому раціоні населення білків — з 110 г/добу в 1990 р. до 73,4 г/добу в 2000 році. Проте з 2001 р. спостерігається тенденція до зростання (до 90,4 г/добу у 2013 р.). Таке зростання головним чином відбулося за рахунок продуктів тваринного походження. Аналогічна тенденція спостерігається зі споживанням жирів (108 г/добу в 1990 р.,

зменшення до 71,7 г/добу в 2000 р. і зростання до 99,7 г/добу в 2013 р.). Зміна структури споживання тваринних білків і жирів за досліджуваний період наведена на рис. 1.

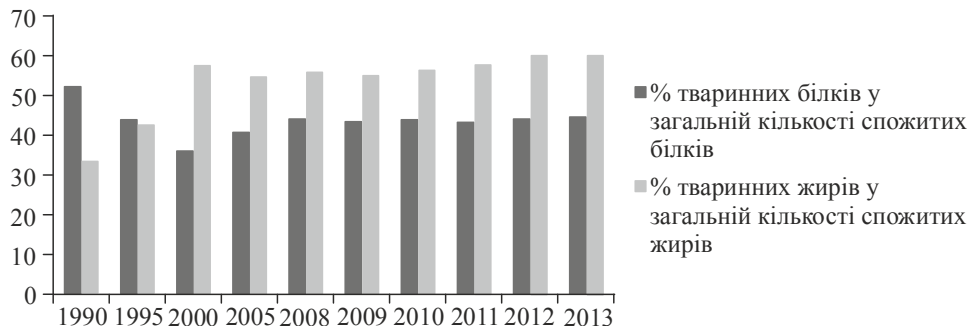


Рис. 1. Динаміка частки тваринних білків і жирів у загальному споживанні, %, складено на основі [17]

Проведений статистичний аналіз споживання білків показав, що тільки у 1990 р. відсоткове співвідношення між тваринними та рослинними білками склало майже 50:50. У наступні роки дане співвідношення не досягало рекомендованої норми, але найбільш наближеним до рекомендованого значення воно було у 2013 р. і склало 60:40. Суттєва втрата білків пояснюється тим, що продукція тваринництва у 5—10 разів дорожча від продукції рослинництва [18]. Що стосується вуглеводів, то їх споживання не має постійної тенденції: 1990 р. — споживання на рівні 386 г/добу, 2000 р. — 344 г/добу, 2012 р. — 448 г/добу, а у 2013 р. відбулося скорочення споживання вуглеводів до 401 г/добу.

Слід зазначити, що збалансований раціон харчування передбачає встановлення науково обґрунтованих співвідношень між білками, жирами і вуглеводами, а також між білками і жирами рослинного й тваринного походження. Проаналізувавши дані, які наведені в табл. 2, з позиції відповідності співвідношенню білки:жири:вуглеводи (1:1(1,2):4) слід зазначити, що у 1990 р. це співвідношення не досягало нормативного значення і складало 1:0,98:3,5; у наступні досліджувані роки даний показник перевищував нормативне (збалансоване) значення.

Таблиця 2. Білково-жиро-вуглеводний баланс у споживанні продовольства, розраховано на основі [17]

Показники	Роки									
	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Білки, г	110	82	73,4	79,7	95	93	93	93	93	92
Жири, г	108	87	71,7	89,7	161	152	153	153	151	150
Вуглеводи, г	386	369	369	386	434	420	409	414	412	401
Співвідношення білки:жири:вуглеводи	1:0,98:3,5	1:1,06:4,5	1:0,98:5,0	1:1,12:4,8	1:1,7:4,6	1:1,6:4,5	1:1,6:4,4	1:1,6:4,5	1:1,6:4,3	1:1,6:4,4

Підсумовуючи здійснений аналіз стану фактичного харчового статусу пересічного українця, можна стверджувати, що харчування населення України

нерациональне, розбалансоване, полідефіцитне за багатьма харчовими нутрієнтами. Постає питання, чи такий стан обумовлений «бідністю» спожитого продовольства на поживні речовини, чи ще й кількісною його нестачею.

Результати аналізу кількісного споживання харчових продуктів свідчать про те, що у 2013 р. перевищене фактичне споживання за такими групами, як хліб і хлібопродукти, картопля, яйця, рослинна олія, овочі та баштанні культури. Проте споживання за рік м'яса та м'ясопродуктів становило 67,5 % від фізіологічної норми споживання, споживання риби у 2013 р. було меншим від фізіологічної норми на 27 %, молока та молокопродуктів — меншим на 35,2 %, а фактичне споживання фруктів у 2013 р. становило 62,2 % від фізіологічної норми споживання. Цілком зрозуміло, що таке нерациональне незбалансоване споживання продовольства не може не позначитися на якості раціону.

Для встановлення існування зв'язку між тривалістю життя (обидві статі) та кількістю споживання продовольства нами здійснений кореляційний аналіз, результати якого наведені у табл.3.

Таблиця 3. Показники зв'язку тривалості життя (обидві статі) від споживання основних продовольчих груп

Продовольчі групи	Значення коефіцієнта кореляції
М'ясо і м'ясопродукти, кг	0,870313
Молоко і молочні продукти, кг	-0,39001
Яйця, кг	0,899599
Риба і рибопродукти, кг	-0,40035
Цукор, кг	-0,37405
Олія та інші рослинні жири, кг	0,11641
Картопля, кг	0,65762
Овочі і баштанні, кг	0,93886
Фрукти, ягоди, горіхи, виноград, кг	0,87575

Існування прямої та оберної залежності тривалості життя (обидві статі) від споживання основних продовольчих груп, про що свідчать дані кореляційної матриці, підтверджує і часовий тренд. Значний обернений зв'язок між тривалістю життя (обидві статі) та хлібом і хлібопродуктами наведено на рис. 2.

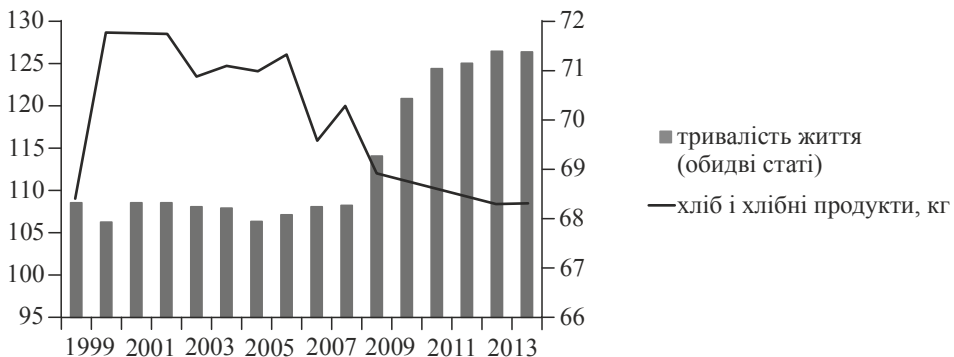


Рис. 2. Динаміка тривалості життя (обидві статі) та обсягів споживання хліба і хлібних продуктів в Україні, побудовано на основі [17]

Значний прямий зв'язок між тривалістю життя (обидві статі) м'ясом і м'ясопродуктами наведено на рис. 3.

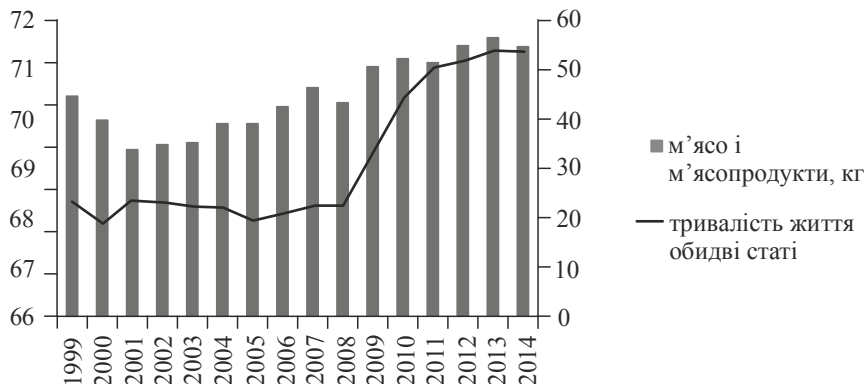


Рис. 3. Динаміка тривалості життя (обидві статі) та обсягів споживання м'яса і м'ясопродуктів в Україні, побудовано на основі [17]

На основі даних кореляційного аналізу нами виконаний регресійний аналіз впливу кількості споживання м'яса та м'ясопродуктів на тривалість життя (обидві статі). Коефіцієнт детермінації дорівнює 0,757.

Функція залежності має такий вид:

$$Y = b_0 + b_1 x_1,$$

де b_0 — оцінка вільного члена регресії; x_1 — кількість спожитого м'яса та м'ясопродуктів.

Відповідно до наших розрахунків отримаємо таке рівняння:

$$Y = 62,08 + 0,16x_1.$$

Використання даної моделі для прогнозу тривалості життя пересічного українця дозволяє визначити її за умов фізіологічної норми (83 кг), що становить 75,25 року та за умов мінімальної норми споживання, яка затверджена у споживчому кошику (52 кг), — 70,33 року. Як свідчать статистичні дані, споживання м'яса та м'ясопродуктів на рівні 52 кг було у 2010 р., тривалість життя (обидві статі) становила тоді 70,44 року.

Висновки

Безпека харчування передбачає встановлення науково обґрунтованих співвідношень між білками, жирами і вуглеводами, а також між білками і жирами рослинного й тваринного походження та жирними кислотами, причому для поповнення енергетичних затрат їжа має бути різноманітна. Виходячи з аналізу фізіологічного аспекту концепції здорового харчування [19] та безпеки харчування, необхідно сформувати такі напрямки розвитку харчової промисловості, як виробництво продуктів зі зменшеним вмістом жирів, цукру, солі, холестерину; лікувально-профілактичних, дієтичних, антианемічних і геронтологічних продуктів. Особливої уваги потребує розробка і впровадження технологій переробки овочів та фруктів з підвищеним вмістом харчових волокон, пектинів і мікронутрієнтів.

Література

1. *Исаев В.А.* Физиологические аспекты пищеварения и питания / В.А. Исаев. — Акад. стандартизации, метрологии и сертификации. — Москва: АСМС, 2011. — 63 с.
2. *Валенкевич Л.Н.* Пищеварительная система / Л.Н. Валенкевич, А.М. Уголев // Биология старения. — Ленинград: Наука, 1982. — С. 343—369.
3. *Самсонов М.А.* Питание людей пожилого возраста / М.А. Самсонов, В.А. Мещерякова. — Москва: Медицина, 1979. — 80 с.
4. *Фролькис В.В.* Старение и увеличение продолжительности жизни. — Ленинград: Наука, 1988. — 237 с.
5. *Тутельян В.А.* Научные основы здорового питания / В.А. Тутельян. — Москва: Издательский дом «Панорама», 2010. — 816 с.
6. *Смоляр В.І.* Фізіологія та гігієна харчування. — Київ: Здоров'я, 2000. — 336 с.
7. *Скидан О.В.* Формування аграрної політики для забезпечення продовольчої безпеки країни / О.В. Скидан // Економіка АПК. — 2003. — № 6. — С. 19—25.
8. *Нерівність в Україні: масштаби та можливості впливу* / за ред. Е.М. Лібанової. — Київ: Ін-т демографії та соціальних досліджень НАН України, 2012. — 404 с.
9. *Рингач Н.О.* Громадське здоров'я як чинник національної безпеки: монографія / Н.О. Рингач. — Київ: НАДУ, 2009. — 296 с.
10. *Купинец Л.* Продовольствие и здоровье нации: риск-анализ, экономическая оценка, управленческие решения / Л. Купинец, С. Харичков // Економіст. — 2011. — № 6. — С. 31—37.
11. *Международный пакт об экономических, социальных и культурных правах* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.fao.org>.
12. *Вайнгертнер Л.* Концептуальна основа неполноценного питания — ЮНИСЕФ [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.fem.znau.edu.ua/courses/agr_pol/files/14/.
13. *Всесвітня декларація і план дій в галузі харчування* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.fao.org/>.
14. *Кісамбунг А.Р.* та ін. (1995 рік). Жінки: Основа продовольчої безпеки. Доповідь ІФПРІ про продовольчу політику [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.fao.org/docrep/meeting/026/MD776R.pdf>.
15. *Шакир О.* Постановка вопросов питания в качестве главных для развития [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://www.fao.org/fsnforum/sites/default/files/file/Terminology/MD776R\(CFS\)](http://www.fao.org/fsnforum/sites/default/files/file/Terminology/MD776R(CFS)).
16. *Оновлена всеосяжна рамкова програма дій* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/cfs/>.
17. *Державна служба статистики України* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
18. *Крупа О.М.* Ключові аспекти формування продовольчої безпеки [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://irbis-nbuv.gov.ua>.
19. *Формування продовольчої безпеки в умовах еко-соціо-економічної моделі суспільного розвитку: комплексний підхід: монографія.* — Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2015. — 240 с.

ПИТАНИЕ КАК СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Т.Л. Мостенская, Г.А. Кундеева

Национальный университет пищевых технологий

В статье рассмотрены вопросы безопасности питания в контексте продовольственной безопасности. Выполнена конкретизация соотношения

понятий «продовольственная безопасность» и «безопасность питания», что позволило рассматривать безопасность питания как надлежащий уровень питания с точки зрения белков, калорий, витаминов и минералов для всех членов домохозяйства в любой время. Осуществлен анализ питания по калорийности и сбалансированности по основным макронутриентам и установлена связь между безопасностью питания и продолжительностью жизни в Украине. Применение регрессионного анализа позволило определить зависимость между продолжительностью жизни и калорийностью продуктов животного происхождения, а также между продолжительностью жизни и потреблением мяса и мясопродуктов.

Ключевые слова: безопасность питания, продовольственная безопасность, сбалансированность питания, продолжительность жизни.

УДК 658. 711

INFORMATION FLOW LOGISTICS OF A TRADE ENTERPRISE

O. Kulinich, Ya. Kovalyova

Kharkiv State University of Food Technology and Trade

Key words:

*Logistics
Trade enterprise
Information flow
Process management
Business processes*

Article history:

Received 05.02.2016
Received in revised form
16.02.2016
Accepted 16.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

Information flow logistics as a necessary component of management and control was described. The specificity of the problems appearing within creating an organization information field was investigated. Main indicators of the efficiency of a trade enterprise were researched. The necessity of using the management system CRM for increasing the efficiency of the trade enterprise activity was proved.

ЛОГІСТИКА ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОТОКІВ ТОРГОВЕЛЬНОГО ПІДПРИЄМСТВА

О.А. Кулініч, Я.Г. Ковальова

Харківський державний університет харчування та торгівлі

У статті розкрито сутність логістики інформаційних потоків торговельного підприємства як необхідної складової управління і контролю. Досліджено специфіку проблем, що виникають у процесі створення інформаційного поля організації. Розглянуто основні показники ефективності діяльності торговельного підприємства. Обґрунтовано використання системи управління CRM для підвищення ефективності діяльності торговельного підприємства.

Ключові слова: логістика, торговельне підприємство, інформаційний потік, процес управління, бізнес-процеси.

Постановка проблеми. Одним із основних напрямків ефективності торговельного процесу залишається поєднання інформаційного й аналітичного забезпечення на підприємстві. Підвищення ефективності комерційної діяльності підприємства можливе тільки в тому випадку, якщо управління процесами на всіх ієрархічних рівнях буде узгоджене, що досягається завдяки використанню логістики інформаційних потоків [1, с. 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вагомий внесок у розвиток теорії логістики в Україні зробили Л.В. Балабанова, М.Ю. Григорак, Є.В. Крикавський, М.А. Окландер, Ю.В. Пономарьова, Л.В. Фролова, Н.І. Чухрай та ін. Серед зарубіжних науковців особливо цікавими є дослідження А. Дайле, Й. Вебера, Е. Майєра, Р. Манна, Д. Хана, П. Хорвата та ін.

Грунтовно розглянуті питання створення систем інформаційного забезпечення та формування якісної інформації для управління в працях Ю.В. Орлова, С.Н. Петренко, Л.А. Сухаревої, А.І. Орлова, В.О. Новака, Л.Г. Макаренко, М.Г. Луцького, М.Г. Твердохліба, В.Л. Плєскач, Ю.В. Рогушиної, Н.П. Кустової, Л.Д. Дідковської та ін.

Проблема створення оптимальної системи інформаційних потоків в управлінні залишається малодослідженою. Напрацювання з даної проблеми мають Л.І. Федулова, І.В. Сокирник, В.В. Стадник, Н.Г. Данілочкіна, Е.А. Ананькіна, С.В. Данілочкін, К. Васеньов, О.В. Матвієнко, Г.О. Швидаренко, В.В. Лаврененко, О.Г. Дерев'янка та ін.

Зважаючи на вищевикладене, завданням дослідження є розвиток теорії логістики щодо організації комплексу логістичної діяльності підприємств торгівлі та менеджменту на засадах інтегрованого управління інформаційними потоками [2, с. 47].

Мета статті. Запропонувати напрямки удосконалення логістичного управління інформаційними потоками торговельного підприємства з урахуванням співвідношення сучасної теорії і практики менеджменту підприємств торгівлі в умовах конкуренції.

Виклад основних результатів дослідження. Створення структури інформаційної системи сучасного торговельного підприємства неможливо почати без якісного аналізу інформаційного поля підприємства, що утворюється з інформаційних потоків. Для досягнення цієї мети слід з'ясувати сутність поняття «інформаційний потік».

Інформаційний потік — це поєднання існуючих у логістичній системі, між нею та зовнішнім середовищем повідомлень, що необхідні для керування й контролю над логістичними операціями. Інформаційний потік складається з матеріальних та електронних документів [3, с. 249].

У логістиці виділяють види інформаційних потоків, що можна згрупувати за видами пов'язаних потоком систем (вертикальний і горизонтальний), за місцем проходження (зовнішній і внутрішній) та за напрямком стосовно логістичної системи (вхідний і вихідний) (рис. 1).

Досліджуючи місце проходження даних, яке поділяється на внутрішнє і зовнішнє, необхідно зазначити, що внутрішній інформаційний потік об'єднує таку інформацію: первинні документи; дані внутрішнього документообігу (паперовий і електронний), включаючи накази і розпорядження керівника та менеджерів усіх ланок; дані бухгалтерського обліку та іншої обов'язкової звітності за поточний і минулі періоди; результати аналізу фінансово-господарської діяльності та інші дані.

На якість внутрішнього інформаційного поля підприємства впливає чіткість організаційної структури управління, раціональність розподілу функціональ-

них обов'язків, надійність обліку, достатність ефективності схеми документо-обігу. Внутрішнє інформаційне поле формується за рахунок власних джерел інформації, які можна перевірити на повноту та достовірність.

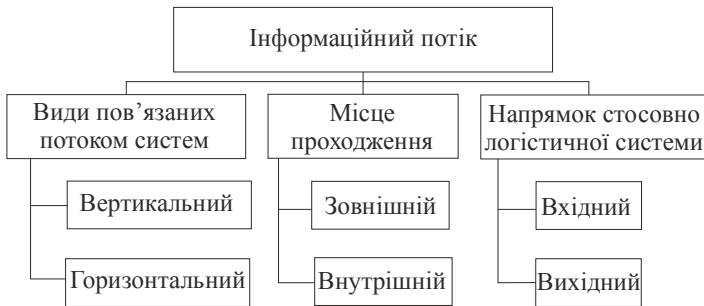


Рис. 1. Види інформаційних потоків у логістиці

Кількість різновидів зовнішньої інформації та її джерел достатньо велика, однак варто виділити такі її види: нормативні акти державного, регіонального, місцевого рівня; галузеві нормативно-довідкові документи; дані про стан галузі, основних ринків збуту і сировини; дані про стан світової економіки; реклама та інформація партнерів, конкурентів; інформація від клієнтів; висновки консультантів, експертів, результати аудиторських перевірок [4, с. 32].

При створенні зовнішнього інформаційного поля в багатьох випадках виникають спільні проблеми, основними з яких є:

1. *Недостовірність інформації.* Окрема частина даних у ЗМІ та Інтернеті може бути сумнівною або й взагалі помилковою.

2. *Неповнота даних.* Джерело інформації з різних причин може не надавати або частково приховувати інформацію.

3. *Суперечливість інформації.* При аналізі інформації з різних джерел аналітик стикається з суперечливими даними.

4. *Надмірність інформації.* Для виокремлення необхідних даних потрібно затратити значні зусилля.

5. *Різноманітність даних.* У більшості випадків після етапу збору даних доводиться обробляти інформацію в різних форматах. Для уніфікації треба її конвертувати в один зручний для подальшого зберігання і використання формат.

Формування і підтримка в належному стані інформаційного поля підприємства — завдання досить складне. Воно вирішується за умови повноцінного функціонування інформаційних потоків підприємства при підтримці сучасних автоматизованих інформаційних систем управління. Найбільш важливими для торговельного підприємства є такі інформаційні потоки:

1. Інформаційний потік, що є невід'ємною частиною матеріального потоку. Матеріальний потік просувається від первинного джерела (наприклад, постачальника товару) через ланцюг виробничих, транспортних, посередницьких ланок до кінцевого споживача. На кожному етапі свого руху матеріальний потік супроводжується певними первинними документами, які фіксують господарські операції і містять інформацію про стан матеріального потоку. Наприклад, прихід товару на склад супроводжується обміном документами

між підприємством і постачальником: договорами, рахунками, рахунками-фактурами, накладними, довіреностями, актами тощо. Контроль над цим інформаційним потоком здійснює відділ матеріально-технічного постачання. Ще більш складний інформаційний потік під час укладання контрактів, митних декларацій, паспортів угод, у процесі імпорتنих поставок товару тощо. Далі цей інформаційний потік супроводжує відпуск товару зі складів (накладні, лімітні відомості). Важливо враховувати, що у виробничий процес включені не тільки основні склади, а й допоміжні та обслуговуючі підприємства. Їхня взаємодія також підкріплюється інформаційними потоками підприємства. Інформаційний потік супроводжує поставку готової продукції покупцям у вигляді рахунків, рахунків-фактур, накладних.

2. Інформаційний потік, що обслуговує процес управління. Цей потік допомагає керувати основними процесами управління торговельним підприємством: прогнозування, планування, регулювання, координація, контроль, прийняття рішень тощо. Для цього формуються дані про рух матеріального потоку, але не у вигляді первинних документів, а у вигляді отриманих на їх основі зведених (агрегованих) показників господарської діяльності підприємства. Надання таких даних в інформаційну систему — це основна функція бухгалтерського (фінансового й управлінського) обліку, а також блоку економічного аналізу [5, с.158].

На основі зазначеної інформації обираються стратегії розвитку підприємства, які разом з іншими даними, такими як дані маркетингового аналізу, прогнозу стану основних ринків збуту продукції підприємства, є базою для планування діяльності підприємства. Виокремлені під час процесу планування (план-графік виробництва, календарний графік поставок продукції підприємства, план закупівель) є керівними документами для формування матеріального потоку. Таким чином, замикається ланцюг управління підприємством.

Побудована модель інформаційних потоків дозволяє виділити логічну структуру модулів комплексної автоматизованої інформаційної системи підприємства. На думку багатьох експертів, вона повинна включати такі логічно відокремлені блоки:

1. *Планування і бюджетування.* Різноманітний набір документів, що дозволяють будувати прогнози продажу, потреби у складському запасі, фінансовому плануванні.

2. *Управління збутом.* Якісне управління процесом збуту товарів досягається завдяки веденню реєстрів договорів, формуванню наказів, управлінню складом готової продукції та багатьох інших облікових операцій за допомогою CRM- системи.

3. *Управління закупками,* що включає в себе ведення реєстрів договорів, складський облік від оформлення прибуткових і видаткових накладних до обліку зношуваних предметів й обладнання.

4. *Управління персоналом* з питань нормування трудовитрат, штатного розкладу і кадрового обліку, підготовку звітності для ПФ.

5. *Бухгалтерський облік.* Ведення головної книги, балансу; підготовка документації з надходження, вибуття та переміщення основних засобів, розрахунок амортизаційних відрахувань, фінансові кошти й розрахунки: взаємо-

залікові, вексельні операції; каса і банк; матеріальний облік запасів; податковий облік; розрахунки за підзвітними сумами; розрахунок заробітної плати, облік кредитів співробітникам; інші бухгалтерські операції; підготовка звітності для ДП [6, с. 189].

Слід зауважити, що корпоративна інформаційна система будується як єдиний комплекс програмно-технічних та організаційних рішень, що охоплюють усі виробничі, технологічні, фінансові та господарські процеси, об'єднуючи всі підрозділи підприємства в єдиний інформаційний простір. Комплексна автоматизована інформаційна система підприємства обов'язково передбачає наявність всередині підприємства єдиної корпоративної мережі передачі даних, що пов'язує всі структурні підрозділи.

Логічні модулі, описані вище, фізично можуть бути розроблені як окремі програмні комплекси, так і входити до складу більших програмних комплексів. Зокрема, розвинена CRM-система може мати функціональність здебільшого з вищевказаних модулів. Ідеальним для підприємства є варіант, коли всі ці логічні модулі входять до складу єдиного програмного комплексу на основі універсального сховища даних, що дозволяє різним відділам підприємства обмінюватися інформацією і взаємодіяти один з одним. У результаті інтеграції всіх підрозділів підприємства в єдиний інформаційний систему кожен її користувач отримує переваги, які обумовлені не тільки його власними діями, але й роботою його колег. Таким чином, досягається синергетичний ефект, який виявляється в тому, що кожен отримує від системи істотно більше інформації, ніж вкладає сам. Отже, віддача від системи істотно підвищується для кожного члена команди.

Важливим кроком процесу управління інформаційними потоками торговельного підприємства є впорядкування документації за допомогою сучасної інформаційної системи, яка є ефективним інструментом автоматизації бізнес-процесів.

Варто зупинитися на системі управління CRM (Customer Relationship Management), що перекладається з англійської як управління взаємовідносинами з клієнтами. Стандартний набір інструментів CRM-системи включає базу даних про товари, послуги, прайси компанії; дані про стан справ на ринку, серед конкурентів; можливість планування діяльності; модулі керування контактами, керування існуючими угодами й операціями, що плануються; має елементи для продажів за допомогою засобів телекомунікацій (телемаркетингу); формування звітів; допомагає в автоматичному режимі формувати комерційні пропозиції; є зручним інструментом для аналізу, сегментації цільової аудиторії, формує списки потенційних покупців; планує процес організації маркетингових кампаній і досліджень, допомагає проводити аналіз їх результатів.

Використання CRM-системи стане в нагоді кожному підприємству, яке хоче відстежувати логістику інформаційних потоків, проте найбільш корисними CRM-системи є для організацій, що мають за основу напрямок продажів товарів і послуг кінцевому споживачеві. CRM-система функціонує на основі централізованої БД, що керує всім процесом взаємовідносин з клієнтами на всіх його етапах. У зв'язку з цим найбільш поширеною версією, що дає змогу досягти максимальної ефективності при управлінні інформацією, є реалізація з використанням клієнт-серверного принципу взаємодії. Основними інстру-

ментами, якими керується технологія CRM, є: впорядкування в одній клієнтській базі всіх накопичених даних про клієнтів; отримання і накопичення історії взаємин з клієнтами, партнерами, постачальниками; інформаційний обмін між підрозділами й співробітниками без втрати даних та їх перекручення; автоматизація плану робіт (бізнес-процесів), впровадження їх у робоче середовище; формування аналітичних звітів; побудова прогнозів продажів; формування планів щодо маркетингових заходів, оцінка їх ефективності; аналіз рівня задоволеності клієнтів; ведення бази здобутих знань підприємства й управління ними [7].

Впровадження CRM-системи на торговельному підприємстві створює такі переваги:

- керівництво має можливість отримати правдиві клієнтські дані, які формуються протягом певного періоду часу з належною історією взаємин;
- CRM забезпечує гарантоване збереження повної, достовірної і впорядкованої інформації, яку з легкістю можна доповнити новими даними;
- кількість помилок співробітників торговельного підприємства зводиться до мінімуму, а прозорість системи дозволяє керівництву спостерігати за навантаженням кожного працівника компанії;
- незалежно від того, чи працює спеціаліст з певного питання у вашій компанії, чи звільнився з посади, всі дані залишаються в компанії і їх легко передати новому працівникові;
- одним з унікальних інструментів CRM є можливість ранжування клієнтів, керуючись принципом Парето, за допомогою якого керівництво розуміє, які з 20 % клієнтів роблять основну частину 80 % продажів;
- CRM — це ефективний помічник для аналізу недоліків у роботі торговельного підприємства, адже система дозволяє аналізувати і робити висновки щодо втрати кожного клієнта;
- правильний план дій у кризовій ситуації, гнучкість під час складної економічної ситуації — це все також заслуга CRM.

На думку експертів з економічного менеджменту, впровадження CRM на підприємстві надасть можливість досягти прямих і непрямих економічних ефектів (рис. 2).

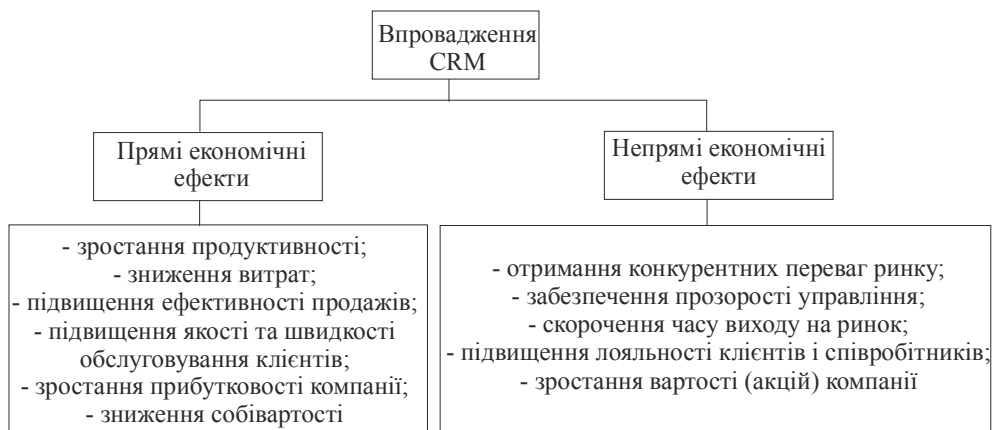


Рис. 2. Прямі і непрямі економічні ефекти від впровадження CRM на підприємстві

Найчастіше керівники відчувають ефективність від впровадження CRM при зростанні продуктивності продажів, задоволеності й утримання клієнтів. Складнощі виникають при спробі точної оцінки співвідношення вкладених інвестицій на отриману віддачу (Return on Investments, ROI), оскільки не існує конкретної універсальної формули для такої оцінки.

Сьогодні вже багато хто розуміє, що ефективність інформаційної системи визначається її наповненням та якістю реалізації — «правильністю» структур, процесів тощо, тобто результат впровадження CRM визначається якістю бізнес-моделі. У той же час на практиці впровадження CRM часто реалізується як автоматизація наявних процесів при наявному персоналі. Якщо існуюча якість бізнес-моделі при цьому влаштовує, то такий підхід цілком усвідомлений. У цьому випадку можна говорити про такі ефекти від впровадження, як зростання продуктивності персоналу, підвищення швидкості обслуговування, виключення втрат, дублювання інформації, коли оцінюється віддача від витрат на покупку прикладної CRM-системи та її впровадження згідно з існуючими процесами. Таким чином, при впровадженні CRM як програмного продукту, автоматизації процесів на його основі компанії отримують прямі ефекти категорії зниження витрат і деякі непрямі ефекти, одержані через підтримку існуючої бізнес-моделі.

Необхідно зазначити, що контроль над інформаційними потоками за допомогою системи CRM має і недоліки. Так, користувачі системи відзначають недоброзичливий інтерфейс системи, що виражений у важкості запам'ятовування тих чи інших функцій, виконуваних певними кнопками; початківці відчувають важкість при побудові звітів за допомогою цієї системи; процес відбору параметрів для побудови нестандартного звіту важкий у зв'язку з необхідністю відбору великої кількості показників. Інша проблема в оцінці ефективності: ті чи інші економічні ефекти від впровадження CRM-системи для кожної конкретної компанії можуть позначатися по-різному. Не маючи готових інструментів, експерти дають приблизні оцінки зі значною розбіжністю, наприклад, «відсоток утримання клієнтів збільшився на 5—10 %, що дало приріст прибутку на 20—30 %, автоматизація маси ручних операцій майже подвоїла продуктивність персоналу» тощо [8, с. 396].

Висновки

У сучасному світі перенасиченість інформацією або її дефіцит може стати серйозним бар'єром на шляху до розвитку і процвітання торговельного підприємства. Саме тому побудова впорядкованої системи логістики інформаційного потоку організації має посідати одне з найважливіших місць у стратегічному плануванні керівництва. На діяльність підприємства впливає чіткість організаційної структури управління, раціональність розподілу функціональних обов'язків, надійність обліку, достатність ефективності схеми документообігу. Одним із раціональних засобів для впорядкування і контролю за інформаційним потоком організації є впровадження системи управління CRM. Спираючись на досвід компаній, які вже мали можливість спробувати цей програмний продукт, можна стверджувати, що якщо бізнес компанії побудований раціонально, але спостерігаються проблеми у продажах або

документообігу, впровадження системи спричинить майже миттєвий ефект. Отже потрібно враховувати деякі труднощі з інтерфейсом і побудовою нестандартних звітів у системі, що потребують подальшого вдосконалення.

Прихід на ринки України зарубіжних компаній, які посідають вагоме місце у системі торговельних мереж, зі своєю культурою, засобами ведення бізнесу, менталітетом зумовив імплементацію нових управлінських та операційних інновацій [9, с. 161].

Перспективами подальших наших досліджень є управління постачанням, яке є критично важливим для торговельних, а також роздрібних компаній, покладене на SRM-рішення та вивчення заходів вдосконалення механізму управління торговельним підприємством на основі досвіду роздрібних компаній, що впровадили BIS-рішення (інформаційно-аналітичні платформи).

Література

1. *Войцеховська Ю.В.* Ефективність використання інформаційних систем в організації діяльності підприємства / Ю.В. Войцеховська, Ю.В. Леміч // Materials of the XII International scientific and practical conference, “Areas of scientific thought”, 2015—2016. — Volume 3. — Economic science. — Sheffield: Science and education LTD. — P. 4—6.

2. *Юденко В.В.* Логистические системы в условиях инновационного развития / В.В. Юденко // Формування інноваційних економічних систем: фінансове забезпечення, комерціалізація інтелектуальної власності, кооперація науки і бізнесу: матеріали VI міжнар. наук.-практ. конф. 15—17 квітня 2015 р. — Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2015. — С. 46—48.

3. *Гаджинский А.М.* Логистика: учебник / А.М. Гаджинский. — Москва: Дашков и К, 2013. — 419 с.

4. *Максимов В.И.* Информационные ресурсы для стратегического планирования развития региона / В.И. Максимов, Н.Р. Маслова, А.Н. Райков, Д.С. Шмерлинг // Информационное общество. — 2000. — Вып. 3. — С. 30—36.

5. *Тридід О.М.* Логістичний менеджмент: Навчальний посібник / О.М. Тридід, К.М. Таньков. — Харків: Інжек, 2005. — 224 с.

6. *Логистика: учебник* / Б.А. Аникин, В.В. Дыбская, А.А. Колобов и др.; Под ред. Б.А. Аникина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: ИНФРА-М, 2002. — 368 с.

7. *Марданов А.З.* Экономические эффекты от внедрения CRM / А.З. Марданов // Научная библиотека диссертаций и статей «Корпоративный менеджмент». — Москва: Корпоративный менеджмент, 2009 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.cfin.ru/itm/crm/effects.shtml>.

8. *Крикавський Є.В.* Логістичне управління: Підручник / Є.В. Крикавський. — Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. — 683 с.

9. *Болонська В.І.* Ефективність впровадження інноваційних технологій у торговельних мережах / В.І. Болонська // Вісник Львівської комерційної академії: зб. наук. праць, серія економічна. — Львів: Видавництво ЛКА, 2011. — Вип. 37. — С. 159—165.

ЛОГИСТИКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

О.А. Кулинич, Я.Г. Ковалёва

Харьковский государственный университет питания и торговли

В статье раскрыта суть логистики информационных потоков торгового предприятия как необходимой составляющей управления и контроля. Иссле-

дована специфика проблем, возникающих в процессе создания информационного поля организации. Рассмотрены основные показатели эффективности деятельности торгового предприятия. Обосновано использование системы управления CRM для повышения эффективности деятельности торгового предприятия.

Ключевые слова: логистика, торговое предприятие, информационный поток, процесс управления, бизнес-процессы.

ASSESSMENT OF ENTERPRISE DEVELOPMENT: THEORETICAL AND PRACTICAL ASPECTS

H. Tarasiuk, L. Protasova

Zhytomyr State Technological University

Key words:

*Development
management
Assessment of the
development
Enterprise
Indicator
System of indexes*

Article history:

Received 24.02.2016

Received in revised form

16.03.2016

Accepted 22.03.2016

Corresponding author:

H. Tarasiuk

E-mail:

galinatar@ukr.net

ABSTRACT

Theoretical and methodical approaches to the assessment of development of an enterprise are generalized, and their advantages and failings are reflected in the article. The necessity of calculating the integral index of development is substantiated. The features of forming the systems of indexes for estimating the enterprise development are considered. The analysis of existing approaches to the assessment of the enterprises of milk-processing branch was conducted. Directions for improving the applied systems of indexes for estimating the enterprise development were defined.

ОЦІНКА РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВА: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ І ЕВРИСТИЧНІ АСПЕКТИ

Г.М. Тарасюк, Л.В. Протасова

Житомирський державний технологічний університет

У статті узагальнено теоретико-методичні підходи до оцінювання розвитку підприємства, визначено їх переваги та недоліки. Обґрунтовано важливість розрахунку та застосування інтегральних показників оцінки рівня розвитку підприємства. Розглянуто особливості формування систем показників оцінки розвитку підприємства. Визначено й розкрито сутність існуючих підходів до оцінки розвитку в умовах досліджуваних молокопереробних підприємств. Узагальнено результати аналізу повноти використання науково обґрунтованих методик формування та впровадження систем показників оцінки розвитку підприємства. Визначено напрями удосконалення систем показників оцінки розвитку підприємства, що використовуються.

Ключові слова: управління розвитком, оцінка розвитку, підприємство, показник, система показників.

Постановка проблеми. Підприємство як відкрита система функціонує у бізнес-просторі, що характеризується високою швидкістю змін і складністю їх

передбачення, вимірювання, оцінки та прогнозування. Це ускладнює процес розробки та контролю реалізації стратегії розвитку, тому одним із важливих питань, що потребує вирішення, є визначення процесів, які продукують зміни і, відповідно, породжують розвиток, та розробка системи його оцінки. Призначення такої системи полягає у забезпеченні кількісного та якісного оцінювання складових процесу розвитку, що формуватиме інформаційний базис стратегічного управління.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій і науково-практичній літературі представлено широкий спектр праць, у яких розкриваються теоретико-методичні засади оцінки розвитку підприємств. Зокрема, результати досліджень Б. Андрушківа, В. Герасимчука, П. Друкера, А. Загороднього, Р. Каплана, М. Коробова, О. Кузьміна, Д. Нортонна, Р. Петухова, Т. Пітерса щодо оцінювання результативності й ефективності фінансово-господарської діяльності формують методологічне підґрунтя оцінки розвитку підприємств. В. Верба, Ю. Погорелов, О. Раєвнева є авторами наукових праць, у яких розкриваються концептуальні положення управління розвитком і вимірювання розвитку. С. Дунда, В. Пономаренко, В. Самуляк, Є. Смирнов, Р. Фещур досліджують методичні підходи до оцінки розвитку підприємств різних сфер діяльності. Проте для розв'язання проблем, що стосуються особливостей формування структури та складу показників оцінки розвитку підприємств різних сфер діяльності, важливим є подальше вивчення та розробка теоретико-методичного базису оцінки розвитку з урахуванням галузевої приналежності підприємств.

Мета дослідження. Узагальнення теоретико-методичного базису оцінки розвитку підприємств, аналіз підходів до формування оціночних систем розвитку підприємств.

Виклад основних результатів дослідження. Розвиток підприємства як відкритої системи — це сукупність взаємоузгоджених і взаємозалежних змін, спрямованих на виявлення й реалізацію внутрішніх компетенцій підприємства для закріплення та зміцнення позицій у зовнішньому середовищі, що конкретизуються в стратегії підприємства.

Необхідність вимірювання розвитку підприємства обумовлюється потребою визначення вихідної позиції підприємства в галузі, ідентифікації процесів, що продукують зміни, з'ясування параметрів таких змін, визначення перспектив розвитку.

За результатами огляду наукових публікацій за проблемою вимірювання розвитку є підстави виділити два підходи до оцінки розвитку підприємства:

- шляхом розрахунку інтегральних показників;
- на основі систем показників.

Важливість розробки та застосування інтегральних показників обумовлена потребою отримання узагальнюючої оцінки рівня розвитку підприємства для розробки оптимальних стратегічних управлінських рішень. Для визначення інтегральних показників широко використовуються моделі рейтингової оцінки розвитку, що ґрунтуються на експертних оцінках, методах суми місць, таксономічних методів, еталонній динаміці показників тощо. У науковій літературі обґрунтовано представлена думка про те, що розвиток підприємства неможливо виміряти на основі єдиного універсального кількісного показника, «оскільки

розвиток — це передусім якісна зміна структури та функціонування компанії, що знаходить прояв у всіх без винятку її складових (підсистемах, підрозділах) та відносинах (зв'язках)» [2]. До основних проблем використання інтегральних показників для оцінки розвитку підприємства відносять: складність доведення чіткої взаємозалежності зміни значень інтегральних показників із реальними заходами щодо розвитку підприємства, виключення дії факторів зовнішнього середовища, виокремлення впливу розвитку окремих елементів системи або зв'язків між ними, які не є очевидними; наявність розривів у часі між здійсненням заходів щодо розвитку підприємства й отриманими результатами і покращенням значень обраних інтегральних показників; можливість виключення окремих заходів у процесі розвитку підприємства внаслідок їх протилежної дії на елементи системи [1, 2, 3].

У науковій літературі представлено ряд методик формування та використання систем показників оцінки розвитку підприємств, зокрема такі, що розроблені:

1. На основі систем показників, побудованих за принципом збалансованої системи показників. Збалансованість показників має багатоплановий характер. Використання зазначеної концепції у процесі розробки системи показників розвитку забезпечує балансування: об'єктивних і суб'єктивних оцінок розвитку; зовнішніх оцінок функціонування і розвитку підприємства із внутрішніми; субоптимальних параметрів і показників; випереджуючих індикаторів, що відбивають бажані результати, і факторів, які впливають на їх досягнення з індикаторами подій, що вже відбулися; кількості внутрішніх і зовнішніх показників; пріоритетів, виділених у межах стратегічних перспектив і відповідних цільових значень показників [4]. Розробляючи систему показників оцінки розвитку слід враховувати визначені науковцями та практиками недоліки збалансованої системи показників і перешкоди на шляху успішного її впровадження, а саме: головною зацікавленою особою розглядаються лише клієнти (постачальники, споживачі), не враховуються інтереси інших зацікавлених осіб (інвесторів, кредиторів, державних органів влади); складність, в окремих випадках неможливість встановлення взаємозв'язку між показниками, що не дозволяє моделювати невизначеність і ризики через прогнозування показників на значний період часу без встановлення певного діапазону коливання цілей [4, 6, 8, 9].

2. Шляхом розробки вимірників розвитку у тріаді «критерії-індикатори-показники». Відповідно до результатів досліджень, висвітлених у [2, 13], критерії відображають найсуттєвіші характеристики процесу та проявів розвитку. Для визначення ступеня прояву критерію і дослідження його параметрів використовується індикатор. Показники відображають ті прояви розвитку, які можна фіксувати та кількісно оцінювати (тому не всі індикатори можна оцінювати за допомогою показників). Загальносистемні (універсальні) критерії розвитку згруповано за двома напрямками: характером змін, що зумовлюють розвиток підприємства та характеристикою стану підприємства як системи. Характер змін визначає динамічну складову вимірності розвитку. Її індикатори та показники розвитку запропоновано відносити до групи забезпечувальних (таких, що відображають підтримуючі розвиток процеси). Характеристика стану системи підприємства має оцінюватися статичними за вимірністю та результуючими за сутнісною ознакою відповідних індикаторів і показників. До

основних вимог щодо системи вимірників розвитку віднесено інформаційну повноту й адекватність представлення взаємопов'язаної тріади «критерії-індикатори-показники», надійність даних та їх значущість для осіб, що приймають рішення щодо розвитку підприємства, а також повторюваність вихідних даних, що надає можливість регулярно поновлювати інформацію за відповідним критерієм розвитку підприємства.

3. На засадах встановлення ступеня реалізації потенціалу (міри відповідності між складовими потенціалу). Оцінювання розвитку підприємства як відповідності ступеня реалізації потенціалу полягає у визначенні рівня потенціалу, яким володіє підприємство. Це оцінювання зводиться до того, щоб визначити потенціал кожної складової підприємства, де рівень розвитку дорівнюватиме ступеню реалізації певної складової потенціалу підприємства — його найнижчому показнику, оскільки низьке значення окремої складової потенціалу не компенсується за рахунок вищого значення іншої складової потенціалу. На відміну від інших методів, даний підхід дає змогу оцінити рівень можливостей розвитку підприємства та виявити можливість збалансованого розвитку [11]. Обмеження у застосуванні запропонованого методичного підходу: не охоплює усіх параметрів під час оцінювання рівня розвитку; в аналітиці часто використовується прогнозна, а не фактична інформація.

4. Шляхом розрахунку показників оцінки ефективності розвитку організації у двох взаємопов'язаних контекстах [12]:

- ефективність організації як механізму перетворення ресурсів (критерії ефективності: рентабельність, продуктивність, трудомісткість, частка ринку, вартість бізнесу тощо);

- ефективність організації як механізму реалізації цілей індивідів і груп (критерії ефективності: величина персонального доходу, рівень мотивації, рівень самореалізації тощо). Складність вирішення питання оцінки ефективності з позицій індивіда (групи) пов'язана з потенційною неможливістю формалізації всіх властивостей і потреб особистості. Вихід з проблеми може бути знайдено шляхом укладання між працівником і роботодавцем добровільних угод щодо співпраці й ведення коректної системи обліку.

5. На основі показників конкурентоспроможності. Використовувані методичні підходи до оцінки конкурентоспроможності підприємства з метою вимірювання його рівня розвитку умовно можна розділити на три групи [5]: оцінювання конкурентоспроможності підприємства (продукції) за величиною комплексного показника конкурентоспроможності конкретних товарів на конкретних ринках на основі середніх і відносних величин; оцінювання конкурентоспроможності підприємства (продукції) за величиною комплексного показника на основі поєднання показника конкурентоспроможності товарів і показника ефективності організаційно-економічного механізму управління підприємством; оцінювання конкурентоспроможності підприємства (продукції) за інтуїтивними характеристиками конкурентного статусу на основі прикладних моделей. Розрахунок показників конкурентоспроможності ґрунтується на «кількісній інтерпретації усіх сфер діяльності підприємства. Частина показників становить комерційну таємницю і не може бути доступною для аналізу чи розрахунків, а застосування на практиці конкретного підприємства окремих

показників доволі ускладнене через описовий характер. Переважає інтуїтивність в агрегуванні показників» [11].

6. За фазою життєвого циклу розвитку підприємства. У [7] зазначено, що фазу життєвого циклу підприємства і, відповідно, фазу його розвитку можна визначити за допомогою показника конкурентного статусу підприємства, під яким розуміють порівняльну характеристику стосовно основних конкурентів, внутрішнього потенціалу, конкурентної позиції в окремих сегментах ринку і спроможності підприємства протистояти впливу факторів зовнішнього середовища. Оцінку конкурентного статусу підприємства запропоновано здійснювати на основі кількісних і якісних критеріїв. Взаємозалежна кількісно-якісна оцінка забезпечує комплексну характеристику конкурентного статусу підприємства та визначає фазу життєвого циклу і, відповідно, рівень розвитку підприємства. Слід враховувати, що зазначена методика надає загальні результати щодо рівня розвитку, тобто високий, достатній, середній, низький.

7. Шляхом розробки пропорцій темпових показників. Важливість використання таких пропорцій у контексті управління розвитком обумовлюється тим, що темпові показники, характеризуючи динаміку діяльності підприємства в часі, надають можливість оцінити темпи зміни визначених показників і з'ясувати тенденції та закономірності розвитку підприємства. Широке застосування отримали парні пропорції, системи парних пропорцій, ланцюги пропорцій і комбіновані системи [10, 14]. Різноманітність запропонованих схем типових пропорцій ускладнює їх вибір і практичне використання, тому в процесі розробки бажаних пропорцій та обґрунтування їх логіки першочергово необхідно враховувати стратегічні цілі розвитку підприємства.

Аналіз особливостей формування та використання оціночних систем розвитку проведено на дванадцяти молокопереробних підприємствах Житомирської області. За результатами аналізу нами визначено три підходи до формування системи показників оцінки розвитку (табл. 1).

Таблиця 1. Особливості формування систем показників оцінки розвитку досліджуваних підприємств

Сутність підходу до розробки системи показників оцінки розвитку	
I	Структурування системи оціночних показників розвитку шляхом виокремлення: - ключових цільових орієнтирів розвитку, що визначаються на рівні топ-менеджерів відповідно до обраної стратегії підприємства; - показників, що мають безпосередній вплив (і виступають як індикатори розвитку) на цільові орієнтири. Такі показники розробляються і розмежовуються у розрізі функціональних підрозділів підприємства
II	Систему показників вимірювання розвитку формують: - результуючі фінансові показники; - оціночні показники у розрізі основних бізнес-процесів (це кількісні показники, що характеризують масштаби та напрям розвитку підприємства з урахуванням галузевих особливостей функціонування й розвитку)
III	Групування показників розвитку у розрізі показників економічної ефективності діяльності підприємства, тенденції зміни яких відслідковуються на основі аналізу динаміки показників ефективності використання фінансових, матеріальних, енергетичних, трудових ресурсів і показників результативності виробничо-господарської діяльності

Запроваджені на досліджуваних підприємствах підходи до структурування систем показників оцінки розвитку підтвердили свою доцільність. Проте показники, що використовуються, надають можливість визначити лише зміну результативності діяльності та загальну траєкторію розвитку підприємства і не повною мірою охоплюють усі особливості розвитку як складного багатогранного процесу. Такий висновок нами зроблено на основі аналізу повноти використання запропонованих науковцями підходів до розробки систем показників оцінки розвитку в умовах досліджуваних підприємств, результати якого узагальнено у табл. 2.

Таблиця 2. Результати аналізу повноти використання методик формування і впровадження систем показників оцінки розвитку в умовах досліджуваних підприємств

Методики	Висновки
На основі систем показників, побудованих за принципом збалансованої системи показників	Балансування забезпечено шляхом узгодження короткострокових і довгострокових цілей та фінансових і нефінансових показників, що розкривають їх зміст, забезпечують можливість оцінки й контролю. Але показники, які використовуються, розраховуються за даними внутрішньої звітності підприємства, що послаблює зв'язок зовнішніх оцінок функціонування і розвитку підприємства з внутрішніми
Шляхом розробки вимірників розвитку у триаді «критерії-індикатори-показники»	Триада дотримана у розрізі ключових для кожного підприємства напрямів розвитку. Але обрані критерії розвитку не розділені за характером змін і характеристикою стану підприємства як системи. У результаті індикатори і показники, що використовуються, визначають результативність діяльності підприємств без урахування оцінки процесів, які підтримують розвиток
На засадах встановлення ступеня реалізації потенціалу	У повній мірі оцінці стану та достатності підлягають лише складові ресурсного потенціалу досліджуваних підприємств, що дає підстави стверджувати про неможливість проведення збалансованої оцінки розвитку
Шляхом розрахунку показників оцінки ефективності розвитку організації	Показники результативності діяльності, що використовуються досліджуваними підприємствами, надають можливість проведення поглибленої оцінки ефективності організації як механізму перетворення ресурсів. Але ефективність організації як механізму реалізації цілей індивідів визначається лише на основі показників результативності програм професійного та соціального розвитку підприємства
На основі показників конкурентоспроможності	Використовується обмежена кількість показників конкурентоспроможності. Це обумовлено складністю отримання інформації та проведення розрахунків. Основою аналізу конкурентоспроможності виступає оцінка співвідношення «ціна-якість»
За фазою життєвого циклу розвитку підприємства	Результати оцінки розвитку не інтерпретуються у контексті ідентифікації фази життєвого розвитку підприємств
Шляхом розробки пропорцій темпових показників	На досліджуваних підприємствах використовуються комплексні системи пропорцій, що розроблені з урахуванням потреб управління. Для розробки пропорцій відібрані показники, що характеризують різні сторони діяльності підприємств, забезпечуючи можливість визначення тенденцій і закономірностей розвитку

Отже, маємо підстави зробити висновок про фрагментарний характер використання розглянутих методик формування оціночних систем розвитку. Складність, а в окремих випадках неможливість запровадження розроблених науковцями підходів в умовах досліджуваних підприємств обумовлені невідповідністю інформаційно-аналітичної системи потребам управління.

Висновки

Розвиток підприємства варто розглядати як сукупність взаємоузгоджених і взаємозалежних змін, спрямованих на виявлення та реалізацію внутрішніх компетенцій підприємства для закріплення й зміцнення позицій у зовнішньому середовищі. Важливість оцінки розвитку підприємства обґрунтовується необхідністю визначення вихідної позиції підприємства в галузі, процесів, що продукують зміни, та параметрів таких змін у процесі розробки стратегії розвитку підприємства.

Підходи до формування системи показників оцінки розвитку, що використовуються в умовах досліджуваних підприємств, різняться за структурою, складом, методикою розрахунку, встановленими взаємозв'язками між показниками. Спільним недоліком для них є те, що як показники оцінки використовуються показники результативності діяльності, що не забезпечують оцінювання всіх складових процесу розвитку. Складність запровадження існуючих наукових підходів до оцінювання складових процесу розвитку в умовах досліджуваних підприємств обумовлюється недосконалістю інформаційно-аналітичної системи управління, що обумовлює важливість подальших досліджень.

Література

1. *Василенко В.А.* Менеджмент устойчивого развития предприятий: монография / В.А. Василенко. — Киев: ЦУЛ, 2005. — 648 с.
2. *Верба В.А.* Концептуальні засади вимірювання розвитку компанії / В.А. Верба // Вісник НУ «Львівська політехніка». «Проблеми економіки та управління». — 2010. — № 668. — С. 17—23.
3. *Дунда С.П.* Методики оцінки розвитку підприємств / С.П. Дунда [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://enuftir.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/8913/1/thesis_2013NUFT.
4. *Кизим М.О.* Збалансована система показників: монографія / М.О. Кизим, А.А. Пилипенко, В.А. Зінченко. — Харків: ВД «ІНЖЕК», 2007. — 192 с.
5. *Павлова В.А.* Конкурентоспроможність підприємства: оцінка та стратегія забезпечення: монографія / А.А. Павлова. — Дніпропетровськ: Вид-во ДУЕП, 2006. — 276 с.
6. *Пан Л.* Збалансована система показників (Balanced Scorecard — BSc) як інструмент ефективного управління стратегією організації / Л. Пан [Електронний ресурс]. — Режим доступу: www.nbuv.gov.ua/portal/soc_gum/naukma/Econ/2003_21/09_pan_lv.pdf.
7. *Пономаренко В.С.* Стратегія розвитку підприємства в умовах кризи: монографія / В.С. Пономаренко, О.М. Тридід, М.О. Кизим. — Харків: Вид. дім «ІНЖЕК», 2003. — 328 с.
8. *Протасова Л.В.* Обґрунтування введення допоміжної перспективи в систему збалансованих показників / Л.В. Протасова // Менеджмент суб'єктів господарювання: проблеми та перспективи розвитку: колективна монографія; за заг. ред. д.е.н., проф. Г.М. Тарасюк. — Житомир: ЖДТУ, 2012. — С. 180—192.
9. *Редченко К.* EVAлюция сбалансированной системы показателей / К. Редченко // [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.management.com.ua/strategy/str046.html>.

10. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятия: Учебное пособие / Г.В. Савицкая. — Минск: Новое знание, 2002. — 704 с.

11. Самуляк В.Ю. Оцінювання рівня розвитку підприємств / В.Ю. Самуляк, Р.В. Фецир [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://vlp.com.ua/files/90.pdf>.

12. Сухов С.В. Развитие организаций: цели и эффективность / С.В. Сухов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.cfin.ru/management/strategy/change/targets_n_effect.shtml.

13. Тарасюк Г.М. Управління плануванням діяльності підприємства: теоретичні та практичні аспекти: монографія / Г.М. Тарасюк. — Житомир: ЖДТУ, 2010. — 292 с.

14. Шеремет А.Д. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: Учебник / А.Д. Шеремет. — Москва: ИНФРА-М, 2008. — 367 с.

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Г.Н. Тарасюк, Л.В. Протасова

Житомирский государственный технологический университет

В статье обобщены теоретико-методические подходы к оценке развития предприятия, определены их преимущества и недостатки. Обоснована важность расчета и применения интегральных показателей оценки уровня развития предприятия. Рассмотрены особенности формирования систем показателей оценки развития предприятия. Раскрыта сущность существующих подходов к оценке развития в условиях исследуемых молокоперерабатывающих предприятий. Обобщены результаты анализа полноты использования научно обоснованных методик формирования систем оценочных показателей развития в условиях исследуемых предприятий. Определены направления совершенствования используемых систем показателей оценки развития предприятия.

Ключевые слова: *управление развитием, оценка развития, предприятие, показатель, система показателей.*

УДК 331.46

ALGORITHM OF TAKING MANAGEMENT DECISIONS BASED ON THE COMBINED OCCUPATIONAL RISK ASSESSMENT METHOD

O. Kruzhilko, O. Bogdanova

National Research Institute of Industrial Safety and Health

Key words:

*Context of risk
management
Risk-relevant information
Combined risk assessment
method
Algorithm of taking
management decisions
Occupational health and
safety management
system*

Article history:

Received 15.02.2016
Received in revised form
12.03.2016
Accepted 21.03.2016

Corresponding author:

O. Kruzhilko

E-mail:

olkruzhilko@ukr.net

ABSTRACT

The combined method of assessing the risk of traumatic events for the manufacturing has been shown. It is created on the basis of risk-relevant information, namely, the characteristics of the context of risk management. Based on experimental data, it is proven that the combination of techniques enables to determine the risk levels more accurately. The method allows defining the average risk assessment for traumatic events and the degree of risk acceptability. It is proposed to conduct the risk management based on the expert evaluation of risk reduction measures with the use of risk reduction hierarchy. It leads to taking valid management decisions for risk reduction. Thus, the performance of health and safety management system can be significantly improved. The algorithm can be the basis for the creation of information and analytical programs.

АЛГОРИТМ ПІДГОТОВКИ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ ОЦІНКИ РИЗИКУ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ

О.Є. Кружилко, О.В. Богданова

Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони праці

У статті запропоновано комбінований метод оцінки ризиків настання травматичних подій на виробництві на основі ризик-значущої інформації — характеристики контексту ризик-менеджменту. На підставі експериментальних даних встановлено, що комбінацією методів можливо визначити рівні ризиків з більшою ймовірністю. Розроблено метод знаходження середньозваженого ризику настання травматичних подій і ступеня прийнятності ризиків. Визначення методів управління запропоновано здійснювати на підставі експертної оцінки заходів за ієрархією зниження ризиків. Алгоритм може бути основою для створення інформаційно-аналітичної програми.

Ключові слова: контекст ризик-менеджменту, ризик-значуща інформація, комбінований метод оцінки ризиків, алгоритм прийняття управлінських рішень, система управління гігієною та безпекою праці.

Постановка проблеми. У відповідь на сучасні виклики євроінтеграції, що на теперішній час актуальні для України [1], необхідним є розроблення практичних інструментів, які б дозволяли імплементувати норми чинного в ЄС законодавчого права. В системі управління гігієною та безпекою праці це насамперед стосується методів впровадження ризик-орієнтованого підходу, що вимагається директивою ЄС № 89/391/ЄЕС [2] для проведення оцінки ризиків на робочих місцях.

На сьогодні першочерговим є питання визначення оцінки ризиків у нормативно-правових актах України, але швидкість практичного застосування оцінки ризиків буде залежати від наявності структурованої науково-методичної бази, системи навчання та контролю впровадження оцінки ризиків. З метою формування бази практичного інструментарію оцінювання та з урахуванням шестирічного досвіду проведення оцінки ризиків на підприємстві харчової галузі пропонується алгоритм прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризиків виробничого травматизму, що сприяє залученню персоналу підприємства до оцінки ризиків, а також збільшує результативність системи управління гігієною та безпекою праці.

Мета статті. Розробити алгоритм прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризиків, що надасть можливість реалізувати в конкретному робочому середовищі класичні етапи оцінювання ризиків, такі як ідентифікація, аналіз і порівняльна оцінки ризиків.

Матеріали і методи дослідження. Для того, щоб обрати методи оцінювання, ідентифікувати ризики настання травматичних подій на підприємстві на основі ризик-значущої інформації, застосувати комбінацію декількох методів оцінки ризиків, визначити прийнятність ризиків, обґрунтовано обрати заходи щодо зниження рівня ризиків для подальшого управління, були використані вимоги та рекомендації з оцінки ризиків, викладені у міжнародних і британських стандартах, наукові дослідження з оцінки ризиків вітчизняних та зарубіжних авторів, розміщені для загального доступу у фахових виданнях на сторінках Інтернет-ресурсів. Результати дослідження були апробовані на базі українського промислового підприємства тютюнової галузі (КВЕД ДК 009:2010 12.00), що має сертифіковану систему управління гігієною та безпекою праці згідно зі стандартом BS OHSAS 18001:2007 (2009 р.).

Викладення основних результатів дослідження. Аналіз вимог міжнародних стандартів ризик-менеджменту у сфері гігієни та безпеки праці [3, 4, 5], досліджень українських і зарубіжних вчених з питань прикладної оцінки ризиків [6, 7, 8] надав можливість побудувати алгоритм прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризиків травматизму (рис.).

Опис етапів алгоритму та принципи викладені нижче. Особлива увага приділяється першим двом етапам. Підготовчі, початкові етапи є одними з найважливіших в алгоритмі, оскільки визначають подальшу конфігурацію й об'ємність процесу. На цих етапах визначається контекст ризик-менеджменту

та його характеристика у вигляді ризик-значущої інформації, обираються методи оцінки ризику.



Рис. Алгоритм прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризику виробничого травматизму

Етап 1. Початковий етап визначення контексту ризик-менеджменту й обрання методів оцінки ризиків. Під контекстом ризик-менеджменту слід розуміти сукупність внутрішніх і зовнішніх факторів (умов), у рамках яких здійснюється управління ризиками [4] (англ. context — середовище організації). Практика ризик-менеджменту [7] доводить, що не існує універсального або оптимального методу оцінки ризику, тому обрання методів оцінки ризиків має бути пристосованим до контексту ризик-менеджменту конкретної організації.

Обрання методів оцінювання часто викликає складність. Найчастіше вибір здійснюють із 31 методу (стандарт ISO/IEC 31010:2009), що розділені на п'ять груп [5]: креативні методи, методи аналізу сценаріїв, методи аналізу індикаторів, методи функціонального аналізу, статистичні криві. Стандарт містить описи методів, їх недоліки та переваги, але саме обрання методу не є стандартизованим процесом і здійснюється на розсуд організації.

Найпоширенішим і найбільш раціональним серед стандартних методів оцінки ризику для промислових підприємств є метод «матриця наслідків та

імовірностей» [6]. Численні європейські методики оцінки ризику також засновані на матричному методі [7]. У базовому методі «Матриця наслідків та імовірностей» ризик визначений як добуток імовірності виникнення й серйозності наслідків [8]. Незважаючи на його поширеність, метод дає приблизні результати, адже призначений для попередньої оцінки ризику [5], тому існує необхідність у залученні додаткових методів для оцінки ризику відповідно до характеристик контексту ризик-менеджменту. Охарактеризувати контекст пропонується за допомогою ризик-значущої інформації.

Етап 2. Формування масиву початкових даних на основі ризик-значущої інформації. Для характеристики контексту ризик-менеджменту організації пропонується оперувати поняттям «ризик-значущої інформації». Це достовірні кількісні дані, отримані емпіричним шляхом, що характеризують імовірність настання наслідків подій, які створюють загрозу життю й здоров'ю людей. Методи адекватної оцінки кількісних даних ризик-значущої інформації і є методами оцінки ризиків у контексті ризик-менеджменту.

Пропонується такий принцип відбору ризик-значущої інформації:

- інформація, що характеризує настання травматичних подій у минулому часі (статистика травматизму);
- інформація, що характеризує сучасний стан загроз життю та здоров'ю людей (поточні невідповідності вимогам безпеки);
- інформація, що характеризує майбутній стан загроз виробничого середовища (прогнозування та моделювання).

Таким чином формується масив початкових даних — показників ризик-значущої інформації, що оброблюються комбінацією обраних методів оцінки ризику.

На підприємстві, що досліджується, накопичений значний масив інформації, що кількісно збирається й оцінюється. Так, здійснюється оцінка ризиків модифікованим матричним методом «імовірність-шкода», впроваджений профілактичний принцип виявлення потенційно небезпечних випадків (Near Miss — англ. «майже втрата») та реагування на них на базі трикутника травматизму, ведеться розслідування не тільки нещасних випадків, але й потенційно небезпечних випадків, мікротравм тощо. Враховуючи широкий спектр показників ризик-значущої інформації, для її оброблення підібрані відповідні стандартні методи оцінки ризиків:

- кількість травм із втратою працездатності за кожним видом травматичних подій;
- кількість фатальних випадків за кожним видом травматичних подій;
- кількість повідомлень працівників щодо потенційно небезпечних випадків;
- кількість невідповідностей за результатами зовнішніх і внутрішніх перевірок, які можуть спричинити настання травматичних подій;
- кількість небезпечних факторів із високим рівнем ризику.

На більшості українських підприємств найчастіше база показників ризик-значущої інформації невелика, але перевага запропонованого комбінованого методу оцінки ризику полягає саме в тому, що він стимулює збір необхідних даних, їх аналіз та управління ризиками.

Набір показників ризик-значущої інформації може бути збільшений або зменшений залежно від можливостей підприємства. Чим більше доступних

для аналізу показників, тим більш адекватним буде процес оцінки ризику реальним небезпечним факторам на виробництві.

Період, за який формується масив даних для аналізу, та джерела надходження визначаються окремо для кожного показника ризик-значущої інформації. Необхідна умова — створення репрезентативної вибірки даних, що мають цінність з точки зору отримання інформації щодо ризиків у даному контексті ризик-менеджменту.

Привівши результати оцінки до єдиного виду, наприклад, розклавши результати оцінки за видами травматичних подій, їх можна комп'ювати та адекватно визначити ризик їх настання. На підслідному підприємстві було оброблено ризик-значущу інформацію за 2009—2014 роки. Для можливості подальшого зіставлення результати оцінок були приведені до єдиного вигляду за допомогою розкладання за 18 видами травматичних подій.

Етап 3. Знаходження масового розподілення ризику за видами травматичних подій для кожного показника ризик-значущої інформації. Масив даних має вигляд таблиці (табл.), де по горизонталі вказані види травматичних подій (m), по вертикалі — види показників ризик-значущої інформації (n). На перетинах вказане число зафіксованих травматичних подій за кожним із показників R_{nm} , де $n = 1...5$, $m = 1...18$, загальна кількість подій для кожного показника розраховується як сума елементів рядка:

$$R_n = \sum_{m=1}^{18} R_{nm} , \quad (1)$$

де $n = 1...5$; $m = 1...18$.

Дольовий розподіл ризику за видами травматичних подій обчислюється як відношення кількості кожної травматичної події до загальній кількості травматичних подій для кожного показника ризик-значущої інформації, взяте у відсотках:

$$R'_{nm} = \frac{R_{nm}}{R_n} \cdot 100\% . \quad (2)$$

Для кожного виду травматичних подій обчислюється середнє арифметичне значення масового розподілення ризику за п'ятьма показниками ризик-значущої інформації у відсотках:

$$\bar{R}_{nm} = \frac{1}{5} \sum_{m=1}^{18} R_{nm} . \quad (3)$$

Обчислення розподілення ризику настання травматичних подій на підставі ризик-значущої інформації представлено у табл.

Встановлено, що процентне розподілення ризиків для різних показників ризик-значущої інформації відрізняється одне від одного. Це свідчить про відмінність найбільш травмонебезпечних випадків, виявлених при аналізі ризик-значущої інформації різними методами.

Отже, загальна оцінка ризику підприємства буде неповною, якщо врахувати лише частину ризик-значущої інформації або застосовувати один метод. За рахунок акумуляції, обробки різними методами та зіставлення ризик-значу-

щої інформації відбувається удосконалення базового методу оцінки ризику, що застосовується в організації, визначення найбільш небезпечних факторів проходить з більшою ймовірністю і призводить до більш результативного спрямованого зниження ступеня ризику.

Етап 5. Визначення прийнятності ризиків. Залежно від величини середньозваженого ризику настання травматичних подій пропонується механізм віднесення ризику до однієї з груп: неприйнятний, середній і припустимий. Відповідно до загального підходу управління ризик поділяється на три групи [9]:

1. Найвищий, неприйнятний рівень ризику безвідносно переваг прийняття ризику. Управління ризиком є необхідним незалежно від затрат.

2. Середній рівень ризику, для якого прийняття ризику можна рахувати у співвідношенні до витрат.

3. Припустимий рівень ризику, тобто незначний, при якому не має необхідності у зниженні рівня ризику, адже витрати на зниження ризику перевищують переваги, рівень ризику знижений настільки, наскільки це реально можливо (ALARP — «as low as really possible»).

У представленому методі пропонується розділити отриману шкалу процентного значення рівня ризику $[0...R_{nm}^{max}]$ настання травматичних подій на три рівні частини. До вищої (неприйнятної) групи ризику відносяться травматичні події з рівнем ризику $[\frac{2}{3}R_{nm}^{max}...R_{nm}^{max}]$, до середньої групи ризику: $[\frac{1}{3}R_{nm}^{max}... \frac{2}{3}R_{nm}^{max}]$, до найнижчої (прийнятної) групи ризику: $[0... \frac{1}{3}R_{nm}^{max}]$.

За даними дослідження визначена прийнятність ризиків при $R_{nm}^{max} = 11,9\%$ (табл.).

Таблиця. Визначення ризику настання травматичної події на підставі усереднення масових розподілень ризику за показниками ризик-значущої інформації

Види травматичних подій	Показники ризик-значущої інформації	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	m1 Контакт із рухомих обладнанням або матеріалом		18,75	7,54	4,04	4,60	11,58	8,82	2,21	0,74	9,74	0,37	0,74	0,00	0,00	2,39	0,92	2,94	1,10	23,53
	m2 Удар предметом, що рухається, летить або падає																			
	m3 Згнічення із рухомих транспортним засобом																			
	m4 Згнічення із нерухомих або стаціонарним об'єктом																			
	m5 Травмування при підйманні або перенесенні																			
	m6 Сковзання, спотикання або падіння на одному рівні																			
	m7 Падіння з висоти																			
	m8 Затискання при обваленні																			
	m9 Контакт з обладнанням, що не працює																			
	m10 Дія або контакт з небезпечними речовинами																			
	m11 Контакт з відкритим вогнем, гарячою речовиною або поверхнею																			
	m12 Дія вибуху																			
	m13 Контакт з електрострумом або електророзряд																			
	m14 Використання переносного обладнання або ручного інструменту																			
	m15 Фізична дія зі сторони іншої особи																			
	m16 Інші види випадків (утоплення, асфіксія, тощо)																			
	m17 ДТП під час роботи																			
	m18 ДТП під час дороги з/на роботі																			

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Частка смертельних випадків за кожним видом травматичних подій n2, %	0	0	11,11	0	0	0	44,44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44,44	0
Частка повідомлень працівників щодо потенційно небезпечних випадків n3, %	13,77	8,50	3,24	10,53	3,24	17,81	1,62	0,40	2,02	10,53	12,55	2,43	8,50	0,40	0,00	3,24	0,40	0,81
Частка невідповідностей, які можуть призвести до настання травматичних подій за результатами зовнішніх і внутрішніх перевірок n4, %	11,54	3,85	7,69	3,85	0,00	7,69	7,69	0,00	11,54	15,38	23,08	0,00	3,85	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00
Кількість небезпечних факторів із високим рівнем ризику настання травматичних подій, за оцінкою ризику матричним методом «імовірність-шкода» n5, %	6,25	8,33	14,58	2,08	2,08	4,17	2,08	0,00	0,00	33,33	2,08	4,17	6,25	2,08	0,00	2,08	8,33	2,08
Середнє арифметичне значення масового розподілення ризику за показниками для кожного виду травматичних подій	10,06	5,64	8,13	4,21	3,38	7,70	11,61	0,23	4,66	11,92	7,69	1,32	3,72	1,74	0,18	1,65	10,86	5,28
Рівень ризику: неприйнятний — н; середній — с; припустимий — п	н	с	н	с	п	с	н	п	с	н	с	п	п	п	п	п	н	с

Етап 6. Визначення необхідності й умов зниження ризиків настання травмонебезпечних подій. Для неприйнятних та середнього рівнів ризиків необхідне запровадження заходів управління. Умовами для зниження рівня ризику є виконання послідовності ієрархії зниження ризиків, як це зазначено у [3]: усунення→заміна→технічний контроль→адміністративний контроль→засоби захисту. Для неприйнятних ризиків умовою є застосування заходів

трьох вищих щаблів ієрархії як найбільш результативних. Якщо рівень ризику відноситься до припустимого, у застосуванні заходів для його зниження немає потреби, доки не зміняться фактори впливу даний ризик, умови оцінювання ризиків тощо.

Етап 7. Визначення масиву заходів для зниження ризиків настання травматичних подій. Масив заходів для зниження ризиків настання травматичних подій неприйнятної та середнього рівня за ієрархією зниження формується відповідальними особами підприємства, найчастіше представниками відділу охорони праці, експертно-технічною радою тощо для подальшої експертної оцінки.

Етап 8. Підбір експертної групи та критеріїв для визначення заходів із зниження рівня ризиків. Для методів управління ризиками пропонується використати експертний метод оцінок (модифікований метод Делфі), коли експертна група за визначеними критеріями обирає найбільш результативні методи зниження ризиків.

Для застосування методу експертних оцінок до вибору заходів зниження ризиків настання травматичних подій необхідним етапом є обрання експертної групи та визначення критеріїв вибору.

Етап 9. Забезпечення експертів інформацією, постановка завдання для визначення заходів із зниження рівня ризику. Для кожного з експертів визначається завдання, повідомляються умови та критерії вибору, надається масив заходів для оцінювання. Для даного підприємства було визначено 55 заходів, по 5 для кожного з 11 факторів ризику неприйнятної та середнього рівнів. Група з чотирьох експертів приймала рішення щодо прийнятності заходів за п'ятьма критеріями: результативність заходу, стабільність результату, ефективність заходу, швидкість впровадження, легкість впровадження.

Етап 10. Оброблення результатів експертної оцінки. Визначається сума оцінок експертів для кожного із заходів. За отриманими балами заходи ранжуються, починаючи із найбільших балів, таким чином визначається їх пріоритетність.

Етап 11. Підготовка проекту управлінських рішень на основі експертної оцінки. На основі визначених експертами пріоритетних заходів готується проект програми виконання заходів для зниження рівня ризиків настання травматичних подій на підприємстві. Планування заходів здійснюється циклічно із періодичністю, визначеною підприємством, у даному випадку — 1 рік.

Висновки

Запропонований алгоритм прийняття управлінських рішень з використанням комбінованого методу оцінки ризиків виробничого травматизму на основі ризик-значущої інформації та вибору заходів зниження рівня ризику при практичному застосуванні дає змогу кількісно оцінити контекст ризик-менеджменту конкретного підприємства за допомогою показників ризик-значущої інформації, реалізувати сукупність методів оцінки ризиків, які сприятимуть залученню персоналу до питань охорони праці, підвищенню рівня культури безпеки на підприємстві. Реалізація запропонованого алгоритму дозволяє підвищити достовірність оцінювання ризиків, провести зіставлення ризик-значущої інформації шляхом знаходження середньозваженого ризику, що надає

можливість визначення найбільш небезпечних факторів з більшою ймовірністю, а отже, й більш результативно знижувати ступінь ризику. Алгоритмом передбачено використання методів експертних оцінок при обґрунтуванні заходів щодо зниження ризику, що дозволяє ефективно й цілеспрямовано витратити кошти, підвищувати результативність системи управління гігієною та безпекою праці підприємства. Як свідчить практичний досвід, для реалізації алгоритму прийняття управлінських рішень на основі комбінованого методу оцінки ризиків виробничого травматизму необхідно створити інформаційно-аналітичну комп'ютерну систему, яка надасть можливість обробляти й аналізувати бази даних оцінки ризиків на промисловому підприємстві.

Література

1. *Угода* про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, ратифікована Законом № 1678-VII від 16.09.2014 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1678-18>.
2. *Директива* № 89/391/ЕЭС Совета о введении мер, содействующих улучшению безопасности и гигиены труда работников на производстве. — Официальный журнал ЕС L 183. — 29.06.1989. — С. 1.
3. *Системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда. Руководящие указания по внедрению BS OHSAS 18001:2007* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://tmc.tm/upload/iso18001.pdf>.
4. *ISO 31000:2009 «Риск менеджмент. Принципы и руководства»* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.pqm-online.com/assets/files/lib/std/iso_31000-2009%28r%29.pdf.
5. *ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010:2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» (ISO/IEC 31010:2009 «Risk management — Risk assessment techniques»)* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://ivan-shamaev.ru/wp-content/uploads/2013/05/31010-2011_Russia.pdf.
6. *Раджаб М.* Инструментарий выбора рационального метода оценки риска при разработке, внедрении и улучшении интегрированной системы управления / М. Раджаб, В.А. Залогова, А.В. Ивченко, Н.В. Сущенко // Сборники научных работ НТУ «ХПИ»: Сучасні технології в машинобудуванні № 8. — НТУ «ХПИ», 2013. — ISSN 2078-7499.
7. *Marhavilas P.K., Koulouriotis D., Gemeni V.* Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: On a review, Classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000—2009 // Journal of Loss Prevention in the Process Industries. — 2011. — # 24. — P. 477—523.
8. *Elmontsri M.* Review of the strengths and weaknesses of risk matrices // Journal of Risk Analysis and Crisis Response. — 2014. — Vol. 4, #. 1. — P. 49—57.

АЛГОРИТМ ПОДГОТОВКИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ РИСКА ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ТРАВМАТИЗМА

О.Е. Кружилко, О.В. Богданова

Национальный научно-исследовательский институт промышленной безопасности и охраны труда

В статье предложен комбинированный метод оценки рисков наступления травматических событий на производстве на основе риск-значимой информации — характеристики контекста риск-менеджмента. На основании экспе-

риментальных данных установлено, что комбинацией методов можно определить уровни рисков с большей вероятностью. Разработан метод нахождения средневзвешенного риска наступления травматических событий и степени приемлемости рисков. Определение методов управления предлагается осуществлять на основании экспертной оценки мероприятий по иерархии снижения рисков. Алгоритм может быть основой для создания информационно-аналитической программы.

Ключевые слова: *контекст риск-менеджмента, риск-значимая информация, комбинированный метод оценки рисков, алгоритм принятия управленческих решений, система управления гигиеной и безопасностью труда.*

FILM THICKNESS IN DOWNSTREAM RING FILM FLOWS WITH INTERFACIAL INTERACTION

V. Petrenko, M. Pryadko, O. Riabchuk

National University of Food Technologies

Key words:

Film

Turbulence

Interfacial friction

Velocity profile

Liquid flow rate

Article history:

Received 17.02.2016

Received in revised form

12.03.2016

Accepted 23.03.2016

Corresponding author:

V. Petrenko

E-mail:

npuht@ukr.net

ABSTRACT

The results of hydrodynamic processes analysis in the stable ring downstream flows with the interfacial tangential tensions as a result of differential equation solution of impulse conservation in the liquid film flowing down on vertical surface were represented. Modeling of transfer processes in the turbulent mode of film motion was performed on the base of M.D. Millionshchikov turbulence model modified by replacing the constant coefficient at the vertex of parabola onto the exponential function of the flow rate characteristics establishing the compliance of experimental data to the calculation results of respectively adopted turbulence model. The study presents correlations for calculating the average film thickness in the laminar and turbulent modes of water flow and viscous fluids having a viscosity being changed by two orders both in free flow mode and in presence of interfacial friction between the film's surface and the gas stream.

ТОВЩИНА ПЛІВКИ В НИЗХІДНИХ КІЛЬЦЕВИХ ПОТОКАХ З МІЖФАЗОВОЮ ВЗАЄМОДІЄЮ

В.П. Петренко, М.О. Прядко, О.М. Рябчук

Національний університет харчових технологій

У статті наведено результати аналізу гідродинамічних процесів в усталених низхідних кільцевих потоках з міжфазовою дотичною напругою, отримані при розв'язку диференціального рівняння збереження імпульсу в плівці рідини, що стікає по вертикальній поверхні. Моделювання процесів перенесення в турбулентному режимі руху плівки здійснено на основі моделі турбулентності М.Д. Мілліоніщикова, модифікованої заміною постійного коефіцієнта при вершині параболи на експоненціальну функцію від витратних характеристик потоку, що встановлює відповідність експериментальним даним результатів розрахунку за прийнятою моделлю турбулентності. Наведено співвідношення для розрахунку середньої товщини плівки в ламінарному та турбулентному режимах руху води та в'язких рідин, в'язкість яких змінювалась на два порядки як у режимі вільного стікання, так і за наявності міжфазового тертя між поверхнею плівки та газовим потоком.

Ключові слова: плівка, турбулентність, міжфазове тертя, профіль швидкості, щільність зрошення.

Постановка проблеми. Характерною особливістю плівкових течій у трубах випарних апаратів є наявність рухомого парового ядра і, відповідно, міжфазового тертя, яке змінює як саму товщину плівки, так і її хвильову структуру. Відомо, що в довгих каналах за умови вільного стікання переважає режим розвинутого хвильового руху, за якого по поверхні плівки скочуються великі хвилі [1]. За наявності міжфазової дотичної напруги великі хвилі деформуються, їх амплітуда зменшується, довжина зростає, тому середня товщина плівки суттєво відрізняється від умов вільного стікання.

Іншою характерною особливістю плівкових течій є те, що міжфазова поверхня, як і поверхня стінки труби, пригнічує турбулентність, тому в рівняннях перенесення імпульсу й теплоти коректним є застосування лише тих моделей турбулентності, які враховують демпфувальний вплив поверхні плівки на турбулентність.

Мета дослідження. Отримання співвідношень для розрахунку товщини стікаючої по вертикальній поверхні плівки рідини за наявності міжфазового тертя між поверхнею плівки та газовим ядром потоку в усталених низхідних кільцевих потоках.

Матеріали і методи. Математичне моделювання поля швидкостей в плівці виконано на основі аналітичного розв'язання диференціального рівняння збереження імпульсу, а середніх швидкостей — в результаті чисельного інтегрування отриманих співвідношень з розподілу швидкостей у системі Mathcad.

Фізичне моделювання здійснене на експериментальних стендах для дослідження гідродинаміки стікаючих плівок води та водо-гліцеринових сумішей у вертикальних трубах довжиною 2,4 м, діаметром 25 мм [2], а також цукрових розчинів концентрацією до 70 % в трубі довжиною 1,8 м, діаметром 20 мм [3]. Детальний опис експериментальної установки для моделювання низхідних паро-рідинних потоків цукрових розчинів можна знайти в [4].

Результати і обговорення. Моделювання процесів перенесення за умов наявності міжфазового тертя зручно здійснювати на основі моделі турбулентності М.Д. Мілліонщикова [5], згідно з якою існує ламінарний прошарок товщиною $\delta_{\text{л}}^+ = 7,8$, в межах якого $\frac{v_t}{v} = 0$, і турбулентний з параболічний профілем турбулентної в'язкості в діапазоні $\frac{7,8}{\delta^+} \leq \eta \leq 1$:

$$\frac{v_t}{v} = \varepsilon (\eta \delta^+ - \delta_o^+) (1 - \eta), \quad (1)$$

де $\eta = \frac{y}{\delta}$; $\eta_{\text{л}} = \frac{\delta_{\text{л}}}{\delta} = \frac{\delta_{\text{л}}^+}{\delta^+}$; $\delta_{\text{л}} = \frac{7,8 v}{u^*}$; $\delta^+ = \frac{\delta u^*}{v}$; $u^* = \sqrt{\frac{\tau_i + \rho g \delta}{\rho}}$; τ_i — дотична напруга на міжфазовій поверхні, н/м²; v — кінематична в'язкість

рідини, м²/с; δ — середня товщина плівки, м; u^* — динамічна швидкість, м²/с; ρ — густина рідини, кг/м³; y — відстань від стінки, м.

В оригінальному рівнянні (1) [5] коефіцієнт $\varepsilon = 0,39$ при вершині параболи залишається постійним незалежно від зміни витратних і режимних параметрів потоку. Для усталеного режиму руху за наявності міжфазового тертя рівняння збереження імпульсу турбулентної плівки має вигляд:

$$\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} (1 - \eta) = \left[1 + \left(\frac{v_i}{v} \right) \right] \frac{du}{d\eta}. \quad (2)$$

Інтегрування (2) для внутрішнього ламінарного прошарку $\eta \leq \frac{7,8}{\delta^+}$, де $v_i / v = 0$, дає

$$u_n = \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) \eta - \frac{g \delta^2}{v} \frac{\eta^2}{2}, \quad (3)$$

а для турбулентної частини $\frac{7,8}{\delta^+} \leq \eta \leq 1$ з розподілом турбулентної в'язкості (1) профіль швидкості розраховується як

$$u_t = \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) \int_{\eta_n}^{\eta} \frac{d\eta}{1 + \varepsilon (\eta \delta^+ - \delta_n^+) (1 - \eta)} - \frac{g \delta^2}{v} \int_{\eta_n}^{\eta} \frac{\eta d\eta}{1 + \varepsilon (\eta \delta^+ - \delta_n^+) (1 - \eta)}. \quad (4)$$

Інтегруючи (4) за граничних умов $\eta = \eta_n$, $u = u_{n,гр}$, $u_{n,гр} = \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) \eta_n - \frac{g \delta^2}{v} \frac{\eta_n^2}{2}$, отримуємо:

$$\begin{aligned} u_t(\eta) = & \left[\frac{2}{R} \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) - \frac{g \delta^2}{R v} \left(1 + \frac{\delta_n^+}{\delta^+} \right) \right] \times \\ & \times \left\{ \operatorname{arctg} \left[\frac{\varepsilon}{R} (2\eta_n \delta^+ - \delta^+ - \delta_n^+) \right] - \operatorname{arctg} \left[\frac{\varepsilon (2\eta \delta^+ - \delta^+ - \delta_n^+)}{R} \right] \right\} + \\ & + \left(\frac{g \delta^2}{v} \right) \left\{ \frac{1}{2\delta^+ \varepsilon} \ln \left| \frac{\varepsilon \delta^+ (\eta^2 - \eta) - \varepsilon \delta_n^+ (\eta - 1) - 1}{\varepsilon \delta^+ (\eta_n^2 - \eta_n) - \varepsilon \delta_n^+ (\eta_n - 1) - 1} \right| \right\} + \\ & + \left(\frac{\tau_i \delta}{\rho v} + \frac{g \delta^2}{v} \right) \eta_n - \frac{g \delta^2}{v} \frac{\eta_n^2}{2}, \end{aligned} \quad (5)$$

де $R = \sqrt{2\varepsilon^2 \delta^+ \delta_n^+ - \varepsilon^2 \delta^{+2} - \varepsilon^2 \delta_n^{+2} - 4\varepsilon \delta^+}$.

У разі вільного стікання по вертикальній поверхні у рівняннях (3), (5) приймається $\tau_i = 0$.

Графічна інтерпретація профілю швидкості в плівці, що відповідає рівнянню (5) за умови різної дотичної напруги на міжфазовій поверхні при постійному ступені турбулізації потоку, наведена на рис. 1.

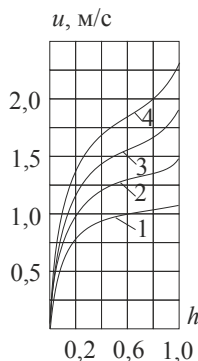


Рис. 1. Розрахункові за співвідношенням (5) профілі швидкості в плівці води при: $t = 100\text{ }^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 0,39$; $Re = 6000$; 1 – $\tau_i = 0\text{ Н/м}^2$; 2 – 1; 3 – 2; 4 – 3

Середня швидкість рідини в плівці визначається як

$$\bar{u} = U_l \eta_l + U_t (1 - \eta_l) = \int_0^{\eta_l} u_l(\eta) d\eta + \int_{\eta_l}^1 u_t(\eta) d\eta, \quad (6)$$

де $U_l = \frac{1}{\eta_l} \int_0^{\eta_l} u_l(\eta) d\eta$; $U_t = \frac{1}{1 - \eta_l} \int_{\eta_l}^1 u_t(\eta) d\eta$ — середні швидкості в ламінарному й турбулентному прошарках відповідно.

Товщина плівки зв'язана з об'ємною щільністю зрошення Γ_v балансовим співвідношенням

$$\delta = \Gamma_v / \bar{u}. \quad (7)$$

Оскільки в (5) фігурує товщина плівки, рівняння (5), (6), (7) розв'язують графічно або методом ітерації. Інтегрування (6) зручно здійснювати в прикладному пакеті Mathcad.

Основна маса експериментальних даних з товщини плівки отримана за умов вільного стікання модельних рідин різної в'язкості [2] (рис. 2).

Порівнюючи розраховані з (5), (6), (7) значення товщин плівки з експериментальними, наведеними на рис. 2, отримаємо значення невідомої функції ε в рівнянні (1), за якої має місце їх відповідність. Виявлено, що зі зростанням витрати рідини значення ε не залишається постійним, а змінюється за законом експоненти від 0 в ламінарному режимі до максимального 0,328 в режимі розвинутої турбулентності. При нескінченному зростанні щільності зрошення величина ε асимптотично наближується до 0,39, як у рівнянні М.Д. Мілліонщикова.

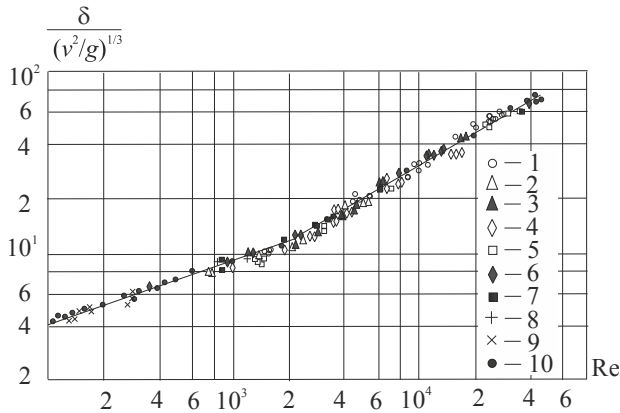


Рис. 2. Залежність середньої товщини плівки δ від числа Re при вільному стіканні води й водо-гліцеринових сумішей по вертикальній поверхні: 1 — $v = 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; 2 — $1,73 \cdot 10^{-6}$; 3 — $1,97 \cdot 10^{-6}$; 4 — $3,0 \cdot 10^{-6}$; 5 — $3,8 \cdot 10^{-6}$; 6 — $7,24 \cdot 10^{-6}$; 7 — $8,76 \cdot 10^{-6}$; 8 — $11,51 \cdot 10^{-6}$; 9 — $32,0 \cdot 10^{-6}$; 10 — вода, гас, толуол ($v = 0,6 \cdot 10^{-6} \dots 32,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$)

Отримана функція для ϵ має такий вигляд:

$$\epsilon = 0,328 \left[1 - 2,3 \exp\left(-5 \cdot 10^{-4} Re^{0,98}\right) \right] \text{ при } Re \geq 1940 \quad (8)$$

$$\epsilon = 0 \text{ при } Re \leq 1940,$$

де $Re = \frac{4\Gamma_v}{v}$.

Виникає питання адекватності отриманого в умовах вільного стікання співвідношення (8) умовам руху плівки з міжфазовою дотичною напругою.

Розрахунок коефіцієнта міжфазового тертя можна виконати, скориставшись отриманим авторами співвідношенням для ξ [3], яке узагальнює результати досліджень втрат тиску від тертя в паро- і газо-рідинних потоках води та цукрових розчинів у трубах діаметрами від 13 до 55 мм:

$$\xi = \xi_1 + 627 \left(\frac{d_o}{d} \right) \left[Fr_2^{1,26} \exp \left(1,25 \cdot 10^{-2} K_\delta^{1,5} \left(Fr_2 - H^{1,1} \sqrt{\frac{d}{d_o}} \right) \right)^{-1} - Fr_2^{1,26} \right]^{-1}, \quad (9)$$

де $\xi_1 = \xi_c + 3 \cdot 10^{-3} + 4 \cdot 10^{-2} K_\delta$ — коефіцієнт гідравлічного тертя для першої зони — режиму слабкої взаємодії; $\xi_c = \frac{0,316}{Re_2^{0,25}}$ — коефіцієнт гідравлічного

тертя на суху стінку; $K_\delta = \sqrt[6]{\frac{\Gamma_v^3 v}{g^2}} \sqrt{\frac{g \rho}{\sigma}}$; $H = \sqrt{\frac{\rho \sigma}{g d^2 \rho_2^2}}$; $Fr_2 = \frac{u_2^2}{g d}$;

$Re_2 = \frac{u_2 d \rho_2}{\mu_2}$; $d_o = 0,013 \text{ м}$; u_2 — приведена до перерізу труби швидкість

пари; ρ_2 — густина пари; μ_2 — в'язкість пари; d — діаметр труби; σ — поверхневий натяг.

Перехід з першої до другої зони здійснюється за умови:

$$Fr_2 - H^{1,1} \sqrt{\frac{d}{d_0}} \geq 0.$$

Дотична міжфазова напруга розраховується як $\tau_i = \xi \rho_2 \frac{u_2^2}{8}$.

Порівняння результатів розрахованої за співвідношеннями (5), (6), (7), (8), (9) середньої товщини плівки з експериментальними даними [2] при зміні швидкості повітря від 0 до 40 м/с наведено на рис. 3.

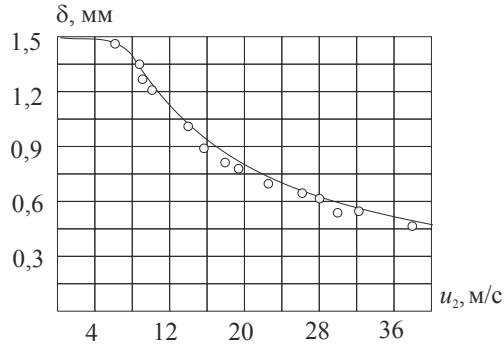


Рис. 3. Порівняння розрахункової товщини плівки води з експериментальними даними залежно від швидкості повітря в режимі розвинутої турбулентності: точки — дані [2] для води температурою 25 °С, $d = 25$ мм; витрата води $\Gamma_v = 3 \cdot 10^{-3}$ м³/с, $Re = 13200$; лінія — розрахунок за співвідношеннями (5), (6), (7), (8), (9)

Як видно з рис. 3, співвідношення (5), (6), (7), (8), (9) універсальні як для режиму вільного стікання (при $\tau_i = 0$), так і за наявності міжфазової дотичної напруги, викликаного рухомим газовим ядром потоку.

За відсутності міжфазового тертя ($\tau_i = 0$) середня товщина турбулентної плівки в області $Re \geq 2060$ достатньо точно відповідає закону $1/7$ профілю швидкості і дорівнює

$$\delta = 0,135 \left(\frac{v^2}{g} \right)^{1/3} Re^{7/12}.$$

При $Re \leq 2060$ та $\tau_i = 0$ відповідність експериментальним даним досягається при використанні параболічного профілю швидкості, згідно з яким товщина плівки визначається як

$$\delta = \left(\frac{3\Gamma_v v}{g} \right)^{1/3}.$$

Висновки

Процеси перенесення імпульсу в турбулентних гравітаційно стікаючих плівках відповідають моделі турбулентності М.Д. Мілліонщикова з коефіцієнтом

при вершині параболи 0,39 лише в області витрат рідини, що на порядок вище витрат, характерних для роботи випарних апаратів цукрової промисловості.

Відповідність розрахунковим експериментальних значень середньої товщини плівки в діапазоні витрат рідини, характерних для роботи випарних апаратів, досягається введенням в рівняння М.Д. Милліонщикова додаткової функції (8), яка корегує чисельне значення коефіцієнта при вершині параболи таким чином, щоб розрахункові значення середньої товщини плівки відповідали експериментальним.

Отримані співвідношення для товщини плівки справедливі як в умовах вільного стікання, так і в разі наявності міжфазового тертя в дослідженому діапазоні зміни витратних параметрів в усталених низхідних кільцевих потоках.

Література

1. Ганчев Б.Г. Охлаждение элементов ядерных реакторов стекающими пленками [Текст] / Б.Г. Ганчев. — Москва: Энергоатомиздат, 1987. — 192 с.
2. Кулов Н.Н. Гидродинамика и массообмен в нисходящих двухфазных пленочно-дисперсных потоках: дис. ... докт. техн. наук / Н.Н. Кулов. — Москва, 1984. — 409 с.
3. Петренко В.П. Міжфазне тертя на поверхні пристінної плівки води та киплячих цукрових розчинів в режимі стікання по вертикальній поверхні / В.П. Петренко, М.О. Прядко, О.М. Рябчук // Цукор України. — 2013. — № 7—8(91—92). — С. 21—24.
4. Рябчук О.М. Теплогідродинамічні процеси пароутворення в низхідних кільцевих потоках цукрових розчинів [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / О.М. Рябчук. — Київ, 2013. — 162 с.
5. Миллионщиков М.Д. Основные закономерности турбулентного течения в пристенных слоях / М.Д. Миллионщиков // Атомная энергия. — 1970. — Т. 28, вып. 4. — С. 317—320.

ТОЛЩИНА ПЛЕНКИ В НИСХОДЯЩИХ КОЛЬЦЕВЫХ ПОТОКАХ С МЕЖФАЗНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ

В.П. Петренко, Н.А. Прядко, А.Н. Рябчук

Национальный университет пищевых технологий

В статье представлены результаты анализа гидродинамических процессов в стабильных нисходящих кольцевых потоках с межфазным касательным напряжением, полученные при решении дифференциального уравнения сохранения импульса в пленке жидкости, стекающей по вертикальной поверхности. Моделирование процессов переноса в турбулентном режиме движения пленки осуществлено на основе модели турбулентности М.Д. Миллионщикова, модифицированной заменой постоянного коэффициента при вершине параболы на экспоненциальную функцию от расходных характеристик потока, устанавливающей соответствие экспериментальным данным результатов расчета согласно принятой модели турбулентности. Приведены соотношения для расчета средней толщины пленки в ламинарном и турбулентном режимах движения воды и вязких жидкостей, вязкость которых изменялась на два порядка как в режиме свободного течения, так и при наличии межфазного трения между поверхностью пленки и газовым потоком.

Ключевые слова: *пленка, турбулентность, межфазное трение, профиль скорости, плотность орошения.*

INFLUENCE OF INSTANTANEOUS DEPRESSURIZATION ON PROPERTIES OF WATER. HIGH-FREQUENCY HYDRODYNAMIC VIBRATIONS

A. Dolinsky, A. Konyk, N. Radchenko

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

Key words:

*Discrete-pulse input of energy
High-frequency hydrodynamic vibrations
Properties of water
The pH value
Rotary-pulsating device*

Article history:

Received 18.02.2016
Received in revised form 06.03.2016
Accepted 16.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article analyzes the problem of low energy devices operating with an external power supply, and suggests the use of rotary-pulsating devices to address it. For this purpose we have developed a technique and performed the experiments to investigate the effect of discrete pulse input mechanisms on the properties of water energy at different processing modes. The results of investigations are presented, on the basis of which a degree of influence of an instantaneous release of pressure is determined, namely the influence of hydrodynamic high-frequency vibrations on the physico-chemical and organoleptic parameters of water. In addition, the results of microstructural analysis of solid residue are presented, on which the range of particle size distribution obtained by different modes of treatment is established.

ВЛИЯНИЕ МГНОВЕННОГО СБРОСА ДАВЛЕНИЯ НА СВОЙСТВА ВОДЫ. ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

А.А. Долинский, А.В. Конык, Н.Л. Радченко

Институт технической теплофизики НАН Украины

В статье проанализирована проблема низкой энергоэффективности аппаратов, работающих с внешним подводом энергии, а также предложено применение роторно-пульсационных аппаратов для ее решения. Разработана методика и проведен комплекс экспериментальных исследований влияния механизмов дискретно-импульсного ввода энергии на свойства воды при различных режимах обработки. Приведены результаты исследований, на основании которых установлена степень влияния мгновенного сброса давления, а именно: высокочастотных гидродинамических колебаний на физико-химические и органолептические параметры воды. Представлены результаты микроструктурного анализа образцов сухого остатка, на основании которого установлен диапазон распределения размеров частиц, полученных при различных режимах обработки.

Ключевые слова: дискретно-импульсный ввод энергии, высокочастотные гидродинамические колебания (ВЧГДК), свойства воды, водородный показатель, роторно-пульсационный аппарат.

Постановка проблемы. На сегодняшний день в различных отраслях промышленности существует проблема низкой энергоэффективности аппаратов, работающих с внешним подводом энергии. Одним из путей решения данной проблемы является использование механизмов дискретно-импульсного ввода энергии, в частности предложено применение роторно-пульсационных аппаратов с целью коррекции свойств воды.

Цель исследования. Установить степень влияния высокочастотных гидродинамических колебаний на свойства воды.

Материалы и методы. Для реализации цели разработана методика и проведен комплекс экспериментальных исследований влияния механизмов дискретно-импульсного ввода энергии на свойства воды при различных режимах обработки.

В Институте технической теплофизики НАН Украины в рамках научного направления дискретно-импульсный ввод энергии в гетерогенные среды проводятся работы по исследованию влияния высокочастотных гидродинамических колебаний на физико-химические и органолептические свойства воды, дисперсность и микроструктуру сухого остатка.

Суть метода состоит в создании условий, которые обеспечивают при локальном введении энергии в технологическую систему, ее дискретное распределение в пространстве и импульсное действие во времени (технология дискретно-импульсного введения энергии, далее ДИВЭ). Энергия, которая вводится в систему, может быть в разнообразных формах (тепловая, механическая, электрическая, электромагнитная и др.). Что касается дискретности, то суть технологии ДИВЭ заключается в распределении сжимаемой фазы за счетным числом точек технологического объема, суть импульсности состоит в реализации условий, при которых вокруг этих точек возникают градиенты или разрывы значений технологических параметров (давления, скорости, температуры, концентрации и т.п.). Следовательно, технология ДИВЭ может реализовываться как в многофазных системах, так и в однофазных, что дополнительно позволяет трансформироваться под действием ДИВЭ в многофазные. При этом одна из исходных фаз должна быть существенно более сжимаемой по сравнению с другой.

подавляющее большинство существующих на сегодняшний день технологий требуют повышенных энергозатрат и реализуются в аппаратах с внешним подведением энергии. При этом КПД этой энергии достаточно мал и, как правило, не превышает 10 %. Этот факт объясняется тем, что основное сопротивление тепломасопереносу сосредоточено именно вокруг межфазной поверхности, поэтому энергию необходимо вводить именно в эту зону. В традиционных аппаратах энергия, как правило, равномерно распределена в объеме, поэтому основная ее полезная часть затрачивается на технологическую циркуляцию компонентов. Применение аппаратов, основанных на принципах ДИВЭ, лишено этих недостатков и позволяет значительно повысить технологический КПД процесса [1—3, 6]. Для достижения и реализации принципов

ДИВЭ используются следующие механизмы: сброс давления, адиабатическое закипание, гидравлический удар, напряжения сдвига, локальная турбулентность, кавитация и др.

Изложение основного материала исследования. В рамках этого направления были проведены исследования комплексного влияния высокочастотных гидродинамических колебаний в сочетании со значительным воздействием напряжений сдвига на свойства воды. В качестве генератора высокочастотных гидродинамических колебаний использованы роторно-пульсационные аппараты (РПА) проточного типа с движением жидкости от периферии к центру с подачей воды в общий патрубок [4, 5]. Принцип работы роторно-пульсационных аппаратов основан на вращении двух коаксиальных цилиндров, имеющих щелевые отверстия, при перекрытии которых происходит резкий сброс давления от 0,2 МПа до 0,001 МПа и величиной сброса давления за секунду составляющей $dP/d\tau = 0,6$ ГПа/с. Особое значение для интенсификации процессов тепло- и массообмена, гидродинамики потока имеют размеры зазоров между цилиндрами роторов и статоров, в связи с этим следует рассмотреть влияние именно этого параметра на свойства воды.

В ходе исследований использованы однокамерные РПА с горизонтальным расположением вала, на котором вращаются коаксиальные цилиндры с прямыми радиальными щелями на гладких поверхностях. Технические характеристики аппаратов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение технических характеристик

Параметр	РПА 1	РПА 2	
Технические характеристики			
Конструкция рабочего узла	статор-ротор-статор	ротор-статор-ротор	
Межцилиндровый зазор, мкм	500	100	
Количество щелей, шт	60	60	
Установленная мощность, кВт	3,0	3,0	
Количество оборотов, об/с	50	50	
Производительность, т/ч	1 ÷ 10		
Частота гидродинамических колебаний f , кГц	3	3	
Угловая скорость ω , с ⁻¹	314	314	
Линейная скорость v , м/с	19,63	21,98	23,55
Скорость сдвига s , с ⁻¹	$0,4 \cdot 10^3$	$2,2 \cdot 10^3$	$2,35 \cdot 10^3$
Напряжение сдвига σ , Па	39,29	219,8	235,5
Технологические характеристики			
Объём рабочего узла V , м ³	$1,14 \cdot 10^{-4}$	$1,114 \cdot 10^{-4}$	
Объёмная скорость потока $s_{\text{п}}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$
Время пребывания эл. об. в рабочем узле τ , с	$71 \cdot 10^{-3}$	$69 \cdot 10^{-3}$	$56 \cdot 10^{-3}$
Количество колебаний которые приходятся на эл. объём N_f			
- однократное прохождение N_o	215	210	200
- время рециркуляции 3 мин. N_3	615	600	605
- время рециркуляции 5 мин. N_5	1025	995	1100

Примечание: эл. объём (элементарный объём) — условная величина, применяемая в расчёте

Методика проведення експериментів: вода поступає в робочий вузол РПА, где піддається впливу інтенсивної механічної обробки в зоні високих кутових швидкостей і інтенсивних пульсаційних сил, які виникають в результаті перекриття каналів при вращенні коаксіальних циліндрів (ротор-статор-ротор). Ця особливість конструкції обладнання визначила режими обробки води: зразки відбирались після однократного проходження через робочий вузол РПА (режим 1) і багаторазового проходження води в теченні 5 мин (режим 2). В отриманих зразках визначали: зміну водородного показателя і його стійкість во времени; органолептичні властивості; фізико-хімічні параметри; дисперсність і мікроструктуру сухого залишку.

Для визначення ступеня впливу високочастотних гідродинамічних коливань на водородний показатель проведені експерименти на РПА 1 з міжциліндровим зазором 500 мкм. В ході експериментів були відібрані три зразки води: вихідної з початковим показателем рН = 7,19, обробленої в режимі 1 і отриманої після обробки рН = 7,38, а також в режимі 2 і отриманої після обробки рН = 7,56. По истеченні 5 днів значення рН в зразках обробленої води підвищилось до 7,5 (режим 1). Аналогічний експеримент проведено на РПА 2, в якому розмір міжциліндрового зазору становить 100 мкм. Для дослідження використана артезіанська вода Київського регіону і дистиллят (табл. 2).

Таблиця 2. Вплив високочастотних гідродинамічних коливань на водородний показатель води

Режим обробки	РПА 1 міжциліндровий зазор до 500 мкм			РПА 2 міжциліндровий зазор до 100 мкм				
	N_f	рН	↑рН, %	N_f	рН	↑рН, %	рН	↑рН, %
Тип води	артезіанська вода			артезіанська вода			дистилльована вода	
Вихідна		7,19			7,56		5,37	
Режим 1	215	7,38	2,7	200	7,83	3,57	5,85	8,9
Режим 2	1025	7,56	5,1	1100	8,31	9,9	5,96	10,9

В результаті досліджень встановлено підвищення водородного показателя в межах від 2,7 % до 10,9 % в залежності від ступеня обробки (кількості коливань приходящих на елементарний об'єм). Необхідно відзначити, що за результатами досліджень найбільш суттєві зміни відбуваються при обробці на РПА 2, тому подальші дослідження впливу ВЧГДК проводились з використанням саме цього апарату. Дослідження стійкості водородного показателя проводили во времени в теченні 8 місяців, результати досліджень представлені на рис. 1.

Аналіз даних показав, що підвищення водородного показателя відбувається внаслідок дії жорсткої механічної обробки, супроводжується високими значеннями напружень сдвига, а також виникаючих кавітаційних ефектів, що призводить до прискорення хімічних реакцій, в частині до зміни буферних властивостей води.

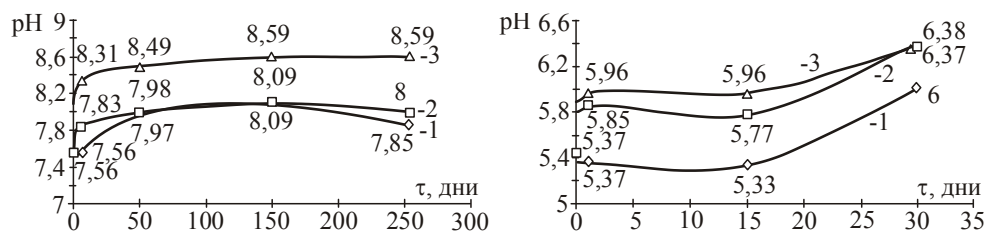


Рис. 1. Динамика изменения водородного показателя артезианской (1 а) и дистиллированной (1 б) воды: 1 — исходная вода; 2 — обработанная на РПА 2 в режиме 1; 3 — вода обработанная на РПА 2 в режиме 2 в течении 5 мин

Исследования органолептических и физико-химических свойств проводились согласно действующим государственным нормативам, результаты представлены в табл. 3. Было установлено повышение показателей окрашенности и мутности в результате разрушения примесей, которые содержались в исходной артезианской воде. Дальнейшие исследования дисперсности сухого остатка подтверждают это предположение.

Таблица 3. Результаты исследований органолептических параметров и химических показателей воды, обработанной на РПА 2

Показатель НД и единица измерения	Исходная вода	Вода обработанная (режим 1)	Вода обработанная (режим 2)	НД ГОСТ 2874-82. «Вода питьевая»	Директива ЕС 98/83/ЕС
Органолептические свойства					
Запах при 293 К и при нагреве до 333 К, балл	0	0	0	2	отвечает
Вкус и привкус при 293 К, балл	1	1	0	2	отвечает
Окрашенность, градус	13,8	30	20	20	отвечает
Мутность, мг/дм ³	0,6	2,1	1,0	1,5	отвечает
Физико-химические показатели					
Общая твердость, ммоль/дм ³	4,45	4,3	4,25	7,0	
Общая щёлочность, ммоль/дм ³	5,45	5,45	5,39	-	
Свободная щёлочность, ммоль/дм ³	>0,02	>0,02	0,29	-	-
Окисление перманганата, мгО ₂ /дм ³	1,3	1,2	1,3	-	5,0
м.к. натрия и калия, ммоль/дм ³	70,5	74,5	74,5	-	200
м.к. железа, ммоль/дм ³	0,1	0,22	0,1	0,3	0,2
м.к. хлоридов, ммоль/дм ³	19,6	18,8	19,2	350	250
м.к. полифосфатов ост., ммоль/дм ³	0,02	0,02	0,02	3,5	-
м.к. аммиака, ммоль/дм ³	0,26	0,31	0,26	0,5	0,2
м.к. нитритов, ммоль/дм ³	>0,002	0,02	>0,002	0,1	0,5
м.к. нитратов, ммоль/дм ³	0,11	0,11	0,11	45	50
м.к. силикатов, ммоль/дм ³	10	10,3	11,7	-	-
м.к. фтора, моль/дм ³	0,39	0,44	0,44	-	-
м.к. сульфатов, ммоль/дм ³	34,7	34,7	34,7	500	250
Сухой остаток, ммоль/дм ³	465	465	450	1000	-
Водородный показатель, рН	7,56	7,83	8,31	6,0-9,0	6,5-9,5
м.к. гидрокарбонатов, ммоль/дм ³	333	333	294	-	-
м.к. карбонатов, ммоль/дм ³	>0,1	>0,1	17,4	-	-

Примечание: показатель не нормируется по указанным в гр. 5 и 6 документам; м.к. — массовая концентрация; Н.Д. — нормативный документ.

Исследования влияния ВЧГДК на химические свойства воды свидетельствуют о том, что:

- при обработке воды в режиме 1 снизились показатели общей твердости на 3,4 %, окисление перманганата — на 7,7 % массовая концентрация хлоридов — на 4,1 %. Возросли значения водородного показателя на 3,57 %, массовой концентрации натрия и калия — на 5,67 %, аммиака — на 19,2 %, фтора — на 12,82 %. Значительно увеличилось содержание ионов железа (в 2,2 раза), а нитратов — в 10 раз. При этом не изменились показатели общей и свободной щелочности, содержание полифосфатов, нитратов, сульфатов, карбонатов, гидрокарбонатов и содержание сухого остатка;

- при обработке воды в режиме 2 снизились показатели общей твердости воды на 4,5 %, количество сухого остатка — на 3,3 %. Повысился уровень водородного показателя на 10 %, массовая концентрация натрия и калия — на 5,67 %, силикатов — на 17 %, фтора — на 12,82 %, гидрокарбонатов — на 11,72 %. Значительно увеличилась свободная щелочность (в 14,5 раза) и содержание карбонатов — в 174 раз. Не изменился показатель окисления перманганата, содержание ионов железа, массовые концентрации аммиака, сульфатов, нитратов и нитритов.

Анализ многочисленных работ по исследованию механизмов дискретно-импульсного введения энергии свидетельствуют о том, что при обработке в РПА изменяется дисперсность обрабатываемой среды на примере паст, многокомпонентных жидкостей [1—2, 7]. На основании этих данных были проведены исследования влияния высокочастотных гидродинамических колебаний на микроструктуру сухого остатка воды. В ходе экспериментов исходную артезианскую воду обработали в РПА 2, с отбором трех образцов: до обработки, при режиме 1 и режиме 2. Полученные образцы воды сушили в первом случае в сушильном шкафу при температуре 423 К, а во втором — естественным путем, после чего исследовалась микроструктура сухого остатка капли воды (с помощью микроскопа при увеличении $\times 80$, 160, 640, 1600). Для дальнейшего анализа были отобраны образцы, высушенные принудительным путём (при 423 К), с увеличением в $\times 80$ и $\times 1600$. При первом увеличении получено целостное изображение и расположение сухих веществ по периметру капли, а при втором — исследованы размеры и форма сухих кристаллов (рис. 2—6).

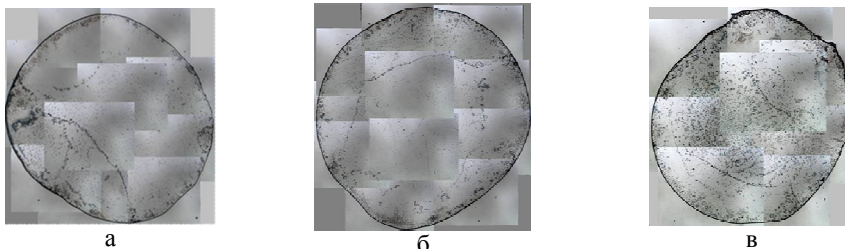


Рис. 2. Целая капля при увеличении в $\times 80$ раз: а — исходная артезианская вода; б — обработанная в режиме 1; в — обработанная в режиме 2

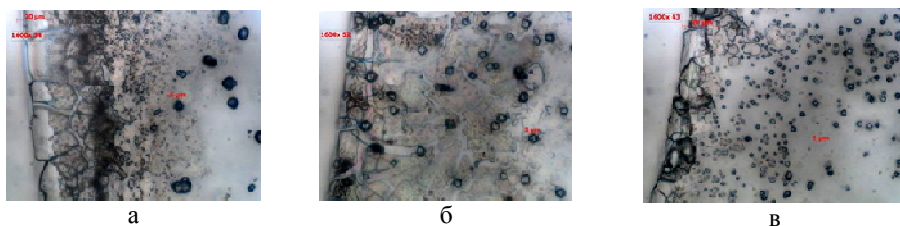


Рис. 3. Край капли при увеличении в $\times 1600$ раз: а — исходная артезианская вода; б — обработанная в режиме 1; в — обработанная в режиме 2

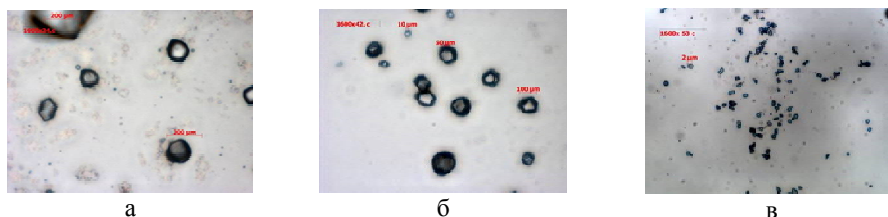


Рис. 4. Центр капли при увеличении в $\times 1600$ раз: а — исходная артезианская вода; б — обработанная в режиме 1; в — обработанная в режиме 2

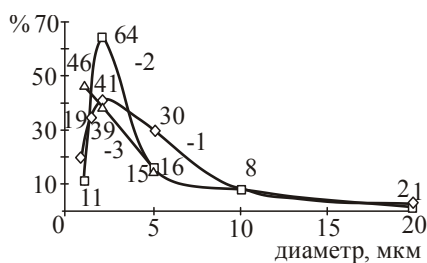


Рис. 5. Соотношение диаметра частиц сухих веществ исходной (1), обработанной в режиме 1 (2) и обработанной в режиме 2 (3)

Анализ размеров частиц исследуемых образцов свидетельствует о том, что в исходной воде диапазон размеров частиц составляет от 1 до 20 мкм, в преобладающем большинстве встречаются частицы с размерам 2 мкм (41 %) и 5 мкм (30 %). После обработки в РПА в режиме 1 наблюдается незначительное измельчение. Средний размер частиц в таком же диапазоне от 1 до 5 мкм и имеет соотношения 11 %, 64 %, 16 % соответственно. При обработке в режиме рециркуляции частицы достигают размеров от 1 до 5 мкм, при этом преобладают фракции с размером 1 мкм (46 %) и 2 мкм (39 %). Изменение дисперсности объясняется действием глубокой механической обработки и количеством колебаний, которые приходится на элементарный объем (табл. 1). В результате проведенных исследований установлено, что при наложении ВЧГДК происходит изменение микроструктуры сухого остатка воды, в частности уменьшение среднего размера кристаллов сухого вещества и равномерное распределение частиц по всему периметру.

Выводи

В результаті експериментальних досліджень встановлена ступінь впливу високочастотних гідродинамічних коливань в діапазоні від 0,2 МПа до 0,001 МПа від 168 до 1025 раз на основні властивості води, а саме:

- встановлено стабільне во часі підвищення рН (до 10,9 %);
- змінення хімічних параметрів загальної жорсткості, щелочності, кількості сухого залишку, карбонатів і гідрокарбонатів (буферних властивостей);
- змінення органолептичних характеристик, доведено поліпшення смакових характеристик обробленої артезіанської води;
- доведено, що змінюється мікроструктура сухого залишку води, зменшується середній розмір кристалів сухого речовини.

Література

1. *Дискретно-імпульсний ввід енергії в теплотехнологіях* / Долинський А.А., Басок Б.И., Накорчевський А.И. і др. — Київ: ІТТФ НАНУ, 1996. — 196 с.
2. *Долинський А.А.* Теоретичне обґрунтування принципу ДИВЭ. II Дослідження поведінки ансамблю парових бульбашок / А.А. Долинський, Г.К. Іваницький // *Промислова теплотехніка*. — 1996. — Т. 18, № 1. — С. 3—20.
3. *Долинський А.А.* Тепломасообмін і гідродинаміка в парожидкісних дисперсних середовищах. Теплофізичні основи дискретно-імпульсного вводу енергії / А.А. Долинський, Г.К. Іваницький. — Київ: Наукова думка, 2008. — 381 с.
4. *Балабудкін М.А.* Роторно-пульсаційні апарати в хіміко-фармацевтичній промисловості / М.А. Балабудкін. — Москва: Медицина, 1983. — 160 с.
5. *Давыденко Б.В.* Чисельна модель теплопереносу в зазорі між обертовим внутрішнім і нерухомим зовнішнім коаксіальними циліндрами / Б.В. Давыденко // *Промислова теплотехніка*. — 2010. — Т. 32, № 14. — С. 16—24.
6. *Витенько Т.Н.* Механізм активуючого дії гідродинамічної кавітації на воду / Т.Н. Витенько, Я.М. Гумницький // *Хімія і технологія води*. — 2007. — Т. 29, № 5. — С. 422—432.
7. *Витенько Т.Н.* Використання кавітаційних пристроїв в масообмінних процесах хімічної технології / Т.Н. Витенько, Я.М. Гумницький // *Промислова теплотехніка*. — 2007. — Т. 29, № 7. — С. 148—154.

ВПЛИВ МИТТЄВОГО ЗНИЖЕННЯ ТИСКУ НА ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ. ВИСОКОЧАСТОТНІ ГІДРОДИНАМІЧНІ КОЛИВАННЯ

А.А. Долінський, А.В. Коник, Н.Л. Радченко
Інститут технічної теплофізики НАН України

У статті проаналізовано проблему низької енергоефективності апаратів, що працюють із зовнішнім підводом енергії, та запропоновано застосування роторно-пульсаційних апаратів для її вирішення. Розроблено методіку та проведено комплекс експериментальних досліджень впливу механізмів дискретно-імпульсного введення енергії на властивості води при різних режимах обробки. Наведено результати досліджень, на основі яких встановлено ступінь впливу миттєвого скидання тиску, а саме: високочастотних гідро-

динамічних коливань на фізико-хімічні й органолептичні параметри води. Представлено результати мікроструктурного аналізу зразків сухого залишку, на основі яких встановлено діапазон розподілу розмірів частинок, отриманих при різних режимах обробки.

Ключові слова: дискретно-імпульсний ввід енергії, високочастотні гідродинамічні коливання (ВЧГДК), властивості води, водневий показник, роторно-пульсаційний апарат.

TESTING HIGH-VOLTAGE INSULATOR FOR THE PERMISSIBLE LEVEL OF RADIOINTERFERENCE

V. Brzhezytskyi, Y. Haran, N. Laposha, I. Maslyuchenko
National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"
S. Oleksandrenko
Lviv Insulator Company, LLC

Key words: <i>Radiointerference Insulator Reinforcement Testing Aerial line Selective microvoltmeter</i>	ABSTRACT
Article history: Received 02.02.2016 Received in revised form 09.02.2016 Accepted 08.03.2016	Commissioning of the new specialised high-voltage installation allowed to carry out the experimental research on optimisation of the performance influence of constructive devices of high-voltage disk insulators on their radiointerference level. Series of measuring the radiointerference level for 60 technological samples of PSV120B type insulator in laboratory conditions (temperature 14—16 °C, relative humidity up to 70 %) were executed. The depth of reinforcement of the insulator core varied at various modifications of polymeric coat of the surface of insulator elements. It is shown that the minimum radiointerference level of insulator corresponds to the depth of reinforcement of 13—14 mm rod in the absence of polymeric coat of surface elements of the insulator. The application of the polymeric coat of the mirror of cement-sandy intermixture practically does not influence the level of radiointerference for operating voltages of the insulator. It also increases the radiointerference level by 28 % over the range of its test voltages that is admissible according to the normalised values of radiointerference of insulators. It is stated that additional studies of the influence of polymeric coat of the units on radiointerference level of insulator are necessary for the conditions of high humidity (in case of rain or fog).
Corresponding author: V. Brzhezytskyi E-mail: brzhezitsky@mail.ru	

ВИПРОБУВАННЯ ВИСОКОВОЛЬТНИХ ІЗОЛЯТОРІВ НА ДОПУСТИМИЙ РІВЕНЬ РАДІОПЕРЕШКОД

В.О. Бржезицький, Я.О. Гаран, М.Ю. Лапоша, І.М. Маслюченко
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»
С.І. Олександренко
Товариство з обмеженою відповідальністю «Львівська ізоляторна компанія»

Уведення в дію нової спеціалізованої високовольтної установки дозволило проводити експериментальні дослідження з оптимізації впливу виконання конструктивних елементів високовольтних тарілчастих ізоляторів на їх рівень радіоперешкод. Проведено серію вимірювань рівня радіоперешкод для 60 технологічних зразків ізолятора типу ПСВ120Б у лабораторних умовах (температура 14—16 °C, відносна вологість до 70 %). Варіювалася глибина

армування стрижня ізолятора при різних модифікаціях полімерного покриття поверхні елементів ізолятора. Показано, що мінімальний рівень радіоперешкод ізолятора відповідає глибині армування стрижня 13—14 мм за відсутності полімерного покриття елементів поверхні ізолятора. Застосування полімерного покриття дзеркала цементно-піщаної суміші практично не впливає на рівень радіоперешкод для робочих напруг ізолятора та збільшує на 28 % рівень радіоперешкод у діапазоні його випробувальних напруг, що є допустимим відповідно до нормованих значень радіоперешкод ізоляторів. Для умов підвищеної вологості (дощ, туман) необхідні додаткові дослідження впливу полімерного покриття елементів на рівень радіоперешкод ізолятора.

Ключові слова: рівень радіоперешкод, ізолятор, армування, випробування, повітряна лінія, селективний мікрвольтметр.

Постановка проблеми. Ізолятори є одними з основних елементів повітряних ліній, тому повинні відповідати особливим вимогам, які стосуються їх відносної доступності, надійності й економічності. Щоб ізолятор був надійним протягом багатьох років, потрібно детально відпрацювати технологічні процеси виготовлення і провести його електричні та механічні випробування. У даному дослідженні увага приділяється електричним випробуванням, а саме: випробуванню високовольтних ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод [1, 2, 3].

Перешкоди від ізоляторів можуть бути викликані різними причинами, більшість з яких пов'язані з розрядами при збільшенні локальних градієнтів, які виникають за рахунок неоднорідностей у вигляді нальотів сухих речовин, крапель води або іскріння на сухих ділянках, що викликані струмами витoku на забруднених ізоляторах, а також унаслідок дії коронних розрядів. При несправних ізоляторах перешкоди можуть бути обумовлені явищами, що відбуваються всередині ізолятора (іскріння у внутрішніх раковинах або тріщинах). Радіоперешкоди можуть виникати в результаті розрядів між бетоном і порцеляною або склом, якщо на стиках між ними є повітряні проміжки [4], тому при переході до виробництва високовольтних ізоляторів за сучасними стандартами [5, 6] значну увагу приділяють випробуванню ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод.

У зв'язку з цим виникає завдання експериментального дослідження рівня радіоперешкод тарілчастих підвісних ізоляторів повітряних ліній.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Випробування ізоляторів на радіоперешкоди є особливо відповідальними з огляду на їх важливість відповідно до вимог сучасних національних і міжнародних стандартів [5, 6]. Радіоперешкоди безпосередньо пов'язані з електричним полем, яке суттєво залежить від умов експлуатації. Практично складно моделювати реальні конструкції повітряних ліній у закритих лабораторіях, особливо з обмеженою висотою випробувальної установки, впливом стін та об'єктів. Випробування є складними і в зовнішніх умовах, оскільки необхідні протяжні з'єднання та великі випробувальні конструкції, які застосовуються для вимірювання напруги радіоперешкод гірлянд ізоляторів [7].

У [8] були проведені лабораторні випробування ізоляторів на рівень радіоперешкод, результати яких показують, що напруга формування корони та по-

чаткова напруга радіоперешкод для сухого й чистого ізолятора є однаковими. Автори [8] пропонують засоби для зниження радіоперешкод.

Дослідження показали [9], що при кількості елементів у гірлянді більше одного схема з конденсатором зв'язку систематично дає менші значення радіоперешкод, оскільки наявні паразитні ємності, за якими відгалужується частина високочастотного струму радіоперешкод, що генерується ізоляторами. У [9] запропоновано модернізацію схеми, яка полягає в створенні протяжної металевої противаги, ізольованої від землі, та включенні вимірювального опору і приладу між противагою й землею. Дослідження за модернізованою схемою показали істотно наближені значення струму до отриманих раніше результатів.

У [10] описано лабораторне дослідження рівня радіоперешкод, які виникають від електричних розрядів на штирових ізоляторах та елементах гірлянди ізоляторів тарілчастого типу при високій постійній напрузі. Були вивчені вплив величини та полярності прикладеної напруги, стану поверхні ізолятора і відносної вологості повітря, а також особливості досліджуваних явищ порівняно з умовами змінної напруги. Авторами [10] було виявлено, що радіоперешкоди від ізолятора значно нижчі при постійній напрузі, ніж при змінній при однаковому піковому значенні.

У [11] описано дослідження рівня радіоперешкод гірлянд ізоляторів при нормальних лабораторних умовах, у ході якого було отримано результати для двох видів гірлянд ізоляторів при різних обставинах, а саме: а) в першому випадку як гірлянди використовувався ряд дискових ізоляторів; б) в другому випадку використовувався ряд дискових ізоляторів з електродом ослаблення поля, який був прикріплений на контактний перехід ізолятора.

Огляд праць [7—11] показує, що в цих дослідженнях не приділено достатньої уваги випробуванням високовольтних ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод відповідно до сучасних стандартів [1, 2, 3]. У зв'язку з цим питання дослідження рівня радіоперешкод тарілчастих підвісних ізоляторів повітряних ліній у лабораторних умовах є актуальним, оскільки тільки при таких випробуваннях досягається усунення перешкоджаючої дії поля сторонніх радіоперешкод, які впливають на достовірність результату вимірювання рівня радіоперешкод випробуваних ізоляторів.

Метою дослідження є експериментальне визначення характеристик зразків високовольтних ізоляторів за допомогою спеціалізованої установки для випробувань ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод.

Для досягнення мети вирішувались такі завдання:

- відпрацювання методики випробування ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод;

- вимірювання рівня радіоперешкод окремих технологічних зразків типового ізолятора повітряних ліній (залежно від їх виконання).

Матеріали і методи. Для проведення експериментальних досліджень було використано установку для випробування ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод № 1 (м. Львів, ТЗОВ «Львівська ізоляторна компанія»), принципова схема якої представлена на рис. 1 [12].

Особливостями установки [12] є досягнення високої чутливості при випробуванні ізоляторів та її атестація Державним підприємством «Укрметртест-

стандарт», що дозволило забезпечити мінімальний рівень власних радіоперешкод установки в діапазоні випробувальної напруги 10...40 кВ не більше (-1 дБ). Це дозволяє по-новому визначати характеристики високих ізоляторів та обирати умови проведення технологічного процесу їх виробництва.

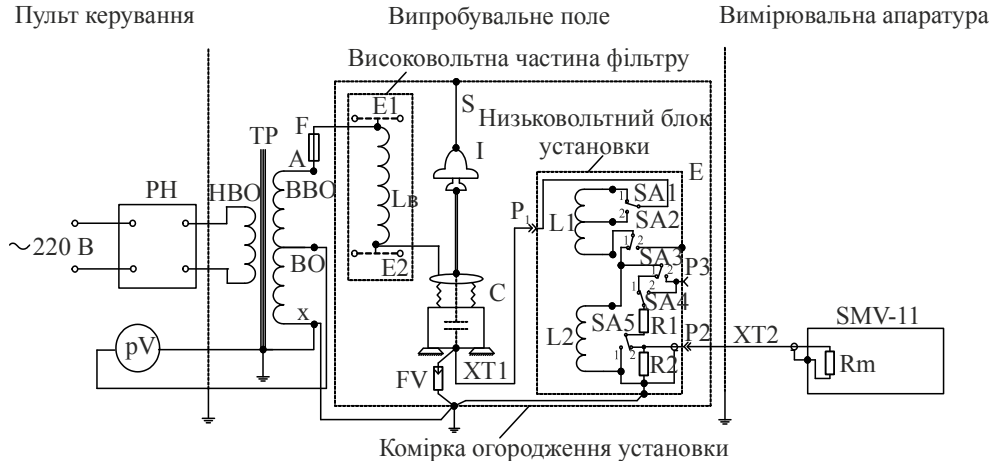


Рис. 1. Принципова схема установки для випробування ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод:

PH — регулятор напруги; TP — високовольтний трансформатор; HBO — низьковольтна обмотка TP; BBO — високовольтна обмотка TP; F — високовольтний запобіжник; BO — вимірювальна обмотка TP; pV — вольтметр вимірювальної обмотки; L_в — котушка високовольтної частини фільтру; E1, E2 — електростатичні екрани високовольтної частини фільтру; S — монтажний стрижень; I — випробуваний ізолятор; C — високовольтний конденсатор зв'язку; FV — низьковольтний розрядник; XT1 — з'єднувальний провід; P1 — вхідний роз'єм низьковольтного блока установки; E — внутрішній екран низьковольтного блока установки; L1 — компенсуюча котушка; L2 — котушка низьковольтної частини фільтру; SA1 — перемикач компенсуючої котушки; SA2 — перемикач; SA3 — перемикач; SA4 — перемикач; SA5 — перемикач; R1, R2 — подільник напруги; P2 — вихідний роз'єм низьковольтного блока установки; P3 — допоміжний роз'єм; XT2 — з'єднувальний коаксіальний кабель; SMV-11 — селективний мікровольтметр з діапазоном вимірювань 9 кГц — 30 МГц; R_m — вхідний опір SMV-11

Методика випробування ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод, випробувальна напруга та відповідні допустимі рівні радіоперешкод обрані відповідно до технічних вимог замовника ізоляторів.

Висока напруга з високовольтної обмотки трансформатора живлення поступає в схему на випробуваний об'єкт — ізолятор. Плавню повертаючи регулятор напруги пульта керування та контролюючи високу напругу за показом вольтметра pV, встановлюють випробувальну напругу на 10 % більше за максимально нормоване значення напруги ізолятора і витримують її не менше 5 хв. Далі дискретними ступенями (до 10 %) напругу зменшують до 30 % максимального нормованого значення напруги ізолятора.

Потім напругу збільшують до початкового значення (також ступенями), витримують протягом 1 хв і остаточно зменшують (ступенями) до 30 % максимального нормованого значення напруги ізолятора. Кожен ступінь зміни напруги приблизно становить 10 % від максимального нормованого значення

напруги ізолятора. На кожному ступені напруги фіксують рівень радіо-перешкод V_m за допомогою селективного мікровольтметра SMV-11.

Рівень радіоперешкод ізолятора V в дБ/мкВ/300 Ом обчислюють за формулою [12]:

$$V = V_m + K + A, \quad (1)$$

де V_m — показник напруги, що фіксується вимірювальним приладом SMV-11 при подачі на ізолятор випробувальної напруги частоти 50 Гц; K та A — параметри установки, які визначені Державним підприємством «Укрметртест-стандарт» при її атестації. Для частоти 1 МГц параметри становлять: $K+A=21$ дБ.

Дослідження впливу конструктивного виконання ізолятора ПСВ120Б (глибини армування і нанесення захисного покриття) на рівень радіо-перешкод. Для проведення дослідження було обрано 15 серій ізоляторів типу ПСВ120Б (з будівельною висотою $H = 127$ мм), з них:

- 5 серій з глибиною армування $h = 11$ мм, нумерація серії ізоляторів 1—5;
- 5 серій з глибиною армування $h = 4$ мм, нумерація серії ізоляторів 6—10;
- 5 серій з глибиною армування $h = 8$ мм, нумерація серії ізоляторів 11—15.

Фактична глибина армування, яка вимірювалася від краю гільзи до дзеркала цементно-піщаної суміші (ЦПС), вказана в табл. 1—3 на кожен номер ізолятора.

Вимірювання проводилися в такій послідовності (при чотирьох модифікаціях виконання ізоляторів):

- I — вимірювання радіоперешкод для ізоляторів без покриття ЦПС;
- II — полімерне покриття нанесене лише на дзеркало ЦПС;
- III — полімерне покриття нанесене на дзеркало ЦПС і стінки гільзи склодеталі;
- IV — полімерне покриття нанесене на дзеркало ЦПС та гільзу склодеталі в цілому.

Випробування проводились в умовах лабораторії при $t = 14—16$ °С та відносній вологості повітря до 70 %.

Результати і обговорення. Результати вимірювань рівня радіоперешкод ізоляторів типу ПСВ120Б з урахуванням глибини армування стрижня h за різних модифікацій виконання полімерного покриття представлені в табл. 1—3 та на рис. 2—4.

Таблиця 1. Рівень радіоперешкод ізоляторів типу ПСВ120Б при різних значеннях глибини армування стрижня і модифікаціях виконання полімерного покриття

Нумерація серії ізоляторів	1				2				3				4				5							
Фактична глибина армування h , мм	11,0—12,0 мм				12,0—12,5 мм				12,8 мм				13,0—14,0 мм				11,5—12,5 мм							
Модифікація виконання полімерного покриття	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV				
Наскрізна нумерація ізоляторів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20				
U , кВ	$V_{доп}$, дБ				Рівень радіоперешкод ізолятора V , дБ																			

Продовження табл. 1

33	73	65	79	92	92	56	64	88	89	69	66	96	91	50	64	90	91	59	79	88	91
30	67	62	72	91	89	54	63	84	85	56	64	94	84	39	64	86	82	58	69	86	85
28	65	62	64	89	86	52	62	83	84	51	63	91	73	36	61	86	66	55	63	85	81
26	62	59	63	89	81	49	62	82	82	48	63	90	62	34	57	84	61	47	55	83	74
20	55	31	56	80	59	35	54	74	78	22	51	85	44	22	42	83	34	23	46	78	54
10	34	22	22	62	22	22	22	22	64	22	22	23	22	22	22	62	22	23	22	22	22

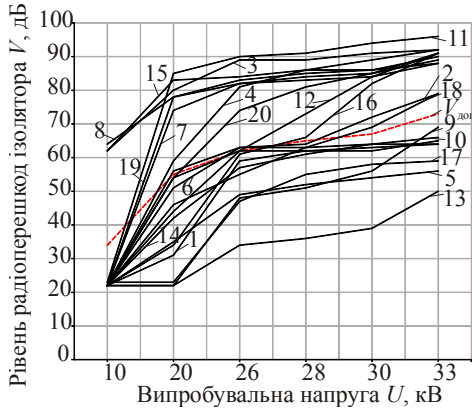


Рис. 2. Залежність рівня радіоперешкод ізолятора V (дБ) від випробувальної напруги U (кВ) при різних значеннях глибини армування стрижня та модифікаціях виконання полімерного покриття, де 1...20 — наскрізна нумерація ізоляторів згідно з табл. 1; $V_{\text{доп}}$ — допустимий рівень радіоперешкод

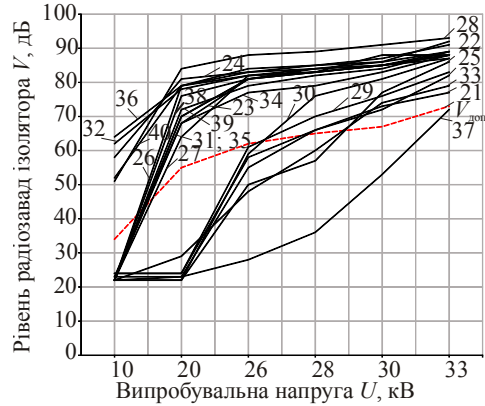


Рис. 3. Залежність рівня радіоперешкод ізолятора V (дБ) від випробувальної напруги U (кВ) при різних значеннях глибини армування стрижня і модифікаціях виконання полімерного покриття, де 21...40 — наскрізна нумерація ізоляторів згідно з табл. 2; $V_{\text{доп}}$ — допустимий рівень радіоперешкод

Таблиця 2. Рівень радіоперешкод ізоляторів типу ПСВ120В при різних значеннях глибини армування стрижня і модифікаціях виконання полімерного покриття

Нумерація серії ізоляторів		6				7				8				9				10			
Фактична глибина армування h , мм		5,0—6,0 мм				3,5—4,0 мм				4,0—5,0 мм				3,0—5,0 мм				5,5—6,5 мм			
Модифікація виконання полімерного покриття		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Наскрізна нумерація ізоляторів		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
U , кВ	$V_{\text{доп}}$, дБ	Рівень радіоперешкод ізолятора V , дБ																			
33	73	77	86	87	92	82	91	88	93	83	87	88	88	79	88	88	88	72	89	89	89
30	67	73	77	85	86	72	87	85	91	76	81	85	88	74	83	85	85	53	85	84	86
28	65	66	57	83	84	66	85	83	89	70	76	83	83	60	79	83	84	36	84	82	85
26	62	55	50	81	83	58	84	82	88	61	59	81	82	48	77	81	82	28	81	79	83
20	55	23	22	68	81	24	79	64	84	24	22	70	78	29	68	70	79	23	76	72	79
10	34	23	22	23	58	24	22	22	51	24	22	22	62	22	22	22	64	22	22	22	52

Таблиця 3. Рівень радіоперешкод ізоляторів типу ПСВ120Б при різних значеннях глибини армування стрижня і модифікаціях виконання полімерного покриття

Нумерація серії ізоляторів	11				12				13				14				15				
Фактична глибина армування h мм	6,5—7,5 мм				7,8—8,0 мм				6,0—7,0 мм				8,0—8,5 мм				6,5—7,5 мм				
Модифікація виконання полімерного покриття	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
Наскрізна нумерація ізоляторів	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
U , кВ	$V_{\text{доп}}$, дБ	Рівень радіоперешкод ізолятора V , дБ																			
33	73	63	85	92	91	77	87	90	91	77	89	93	91	53	85	93	91	60	86	89	91
30	67	49	81	88	87	70	85	88	89	72	85	89	86	48	81	88	87	52	83	88	89
28	65	36	79	87	82	64	81	88	87	68	81	87	83	44	80	86	87	47	82	86	86
26	62	33	72	85	77	60	79	85	85	52	80	87	78	41	76	85	66	38	79	86	82
20	55	22	59	81	50	31	69	81	61	23	73	83	59	22	68	81	44	22	71	83	56
10	34	22	23	22	22	22	22	54	22	22	22	64	22	22	22	50	22	22	23	55	22

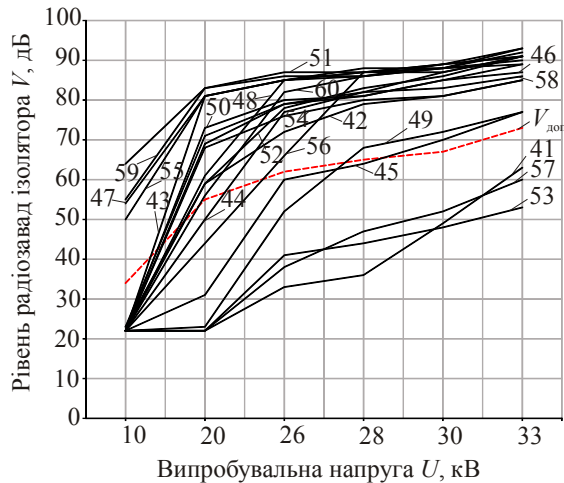


Рис. 4. Залежність рівня радіоперешкод ізолятора V (дБ) від випробувальної напруги U (кВ) при різних значеннях глибини армування стрижня та модифікаціях виконання полімерного покриття, де 41...60 — наскрізна нумерація ізоляторів згідно з табл. 3; $V_{\text{доп}}$ — допустимий рівень радіоперешкод

Аналіз результатів проводився окремо для діапазону робочих напруг (10—15 кВ) та для діапазону випробувальних напруг ізоляторів (20—33 кВ).

Як впливає з рис. 2, мінімальний рівень радіоперешкод (~23 дБ) у діапазоні робочих напруг мають ізолятори з номерами 9, 13, 17. На 25 % підвищений рівень радіоперешкод (стосовно попередньо названих ізоляторів) мають ізолятори з номерами 1, 5, 16. Ще на 23 % вищий рівень радіоперешкод мають ізолятори з номерами 12, 14, 18. Максимально допустимий рівень радіоперешкод

у діапазоні 37—41 дБ мають ізолятори з номерами 2, 4, 6, 10, 20. Інші ізолятори з 1—5 серій (з номерами 3, 7, 8, 11, 15, 19) перевищують допустимий рівень радіоперешкод для області робочих напруг ізоляторів.

Аналіз даних табл. 2 та рис. 3 показує, що для серій ізоляторів 6—10 тільки невелика група ізоляторів має мінімальний рівень радіоперешкод 22—24 дБ (ізолятори з номерами 21, 22, 25, 29, 30, 33, 37) в діапазоні робочих напруг 10—15 кВ. Усі інші ізолятори (з номерами 23, 24, 26, 27, 28, 31, 32, 34, 35, 36, 38, 39, 40) фактично перевищують допустимий нормований рівень радіоперешкод.

Аналіз даних табл. 3 та рис. 4 показує, що для серій ізоляторів 11—15 мінімальний рівень радіоперешкод (~23 дБ) мають ізолятори з номерами 41, 49, 53, 57. На 18 % підвищений рівень (порівняно з попереднім) має ізолятор з номером 45. Ще на 43% вищий рівень радіоперешкод мають ізолятори з номерами 44, 56. Максимально допустимий рівень радіоперешкод у діапазоні 38—42 дБ мають ізолятори з номерами 42, 48, 52, 60. Інші ізолятори з 11—15 серій (з номерами 43, 46, 47, 50, 51, 54, 56, 58, 59) перевищують допустимий рівень радіоперешкод для області робочих напруг ізоляторів.

Для області випробувальних напруг 20—33 кВ найбільша кількість ізоляторів, що відповідають допустимому рівню радіоперешкод, відноситься до серій 1—5 (ізолятори з номерами 1, 5, 9, 10, 13, 14, 17). Для серій 6—10 тільки один ізолятор (номер 37) відповідає допустимому рівню радіоперешкод. Для серій 11—15 допустимий рівень радіоперешкод при випробувальних напругах мають ізолятори з номерами 41, 53, 57.

Детальний аналіз одержаних результатів показує, що мінімальний рівень радіоперешкод як у робочому, так і випробувальному діапазоні напруг має ізолятор без застосування полімерного покриття дзеркала цементно-піщаної суміші та гільзи ізолятора з глибиною армування $h = 13—14$ мм.

Застосування полімерного покриття дзеркала цементно-піщаної суміші (модифікація II) практично не впливає на рівень радіоперешкод для робочих напруг ізолятора та збільшує на 28 % рівень радіоперешкод у діапазоні його випробувальних напруг, що є допустимим відповідно до нормованих значень радіоперешкод ізоляторів. Застосування полімерного покриття елементів ізолятора для умов сухої погоди, які моделювались в лабораторії, не забезпечує покращення характеристик ізоляторів для нормованих значень їх радіоперешкод. Для умов підвищеної вологості (дощ, туман) необхідні додаткові дослідження впливу полімерного покриття елементів на характеристики ізолятора.

Висновки

1. Використання якісної спеціалізованої установки дозволило виявити суттєвий вплив технологічних параметрів на характеристики зразків висковольтних ізоляторів. Одержані результати дають змогу встановити оптимальні співвідношення елементів конструктивного виконання висковольтних ізоляторів з огляду їх впливу на рівень радіоперешкод.

2. Для діапазону робочих напруг (10—15 кВ) при глибині армування $h = 13—14$ мм для зразків ізолятора ПСВ120Б без полімерного покриття дзеркала цементно-піщаної суміші (модифікація I) рівень радіоперешкод ізоляторів V є мінімальним і не перевищує допустиме значення. Максимальний

рівень радіоперешкод спостерігається при полімерному покритті дзеркала цементно-піщаної суміші та стінки гільзи складеталі ізолятора (модифікація ІІІ).

3. Для діапазону випробувальних напруг (20—33 кВ) ізолятора вплив полімерного покриття його елементів є аналогічним діапазону робочих напруг ізолятора.

Для визначення впливу полімерного покриття елементів ізолятора в умовах підвищеної вологості (дощ, туман) необхідно провести додаткові дослідження.

Література

1. IEC 60437. Radio interference test on high-voltage insulators. — 1998. — 36 p.
2. CISPR/TR 18-2. Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment. Methods of measurement and procedure for determining limits. — The British Standards Institution, 2010. — 76 p.
3. ГОСТ 26196. Изоляторы. Метод измерения промышленных радиопомех. — Москва: Изд-во стандартов, 1997. — 4 с.
4. Бургсдорф В.В. Линии электропередачи 345 кВ и выше / пер. с англ. Е.П. Никифорова, Д.С. Савваитова, М.Б. Шлейфмана; под ред. В.В. Бургсдорфа. — Москва: Энергия, 1980. — 408 с.
5. ДСТУ 2203-93. Ізолятори лінійні підвісні тарілчасті. Загальні технічні умови. — Київ: Держстандарт України, 1993. — 29 с.
6. IEC 60383-1. Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V. Ceramic or glass insulator units for a. c. systems. Definitions, test methods and acceptance criteria. — The British Standards Institution, 1998. — 111 p.
7. Pignini A. Aspects related to design and testing of UHV insulator strings with cap and pin insulators / A. Pignini, N.V. Ramkumar // Second International Symposium on Standards for Ultra High Voltage Transmission. — 2009. — P. 188—200.
8. McMillan F.O. Radio interference from insulator corona / F.O. McMillan // Electrical Engineering. — 1932. — Vol. 51, # 1. — P. 3—9.
9. Allan R.N. Methods of measuring radio interference from high voltage insulators / R.N. Allan, E. Kuffel // Proceedings of the Institution of Electrical Engineers (Power Record). — 1965. — Vol. 112, # 5. — P. 919—924.
10. Kakoti G.C. Radio interference from high-voltage insulators under direct-voltage conditions / G.C. Kakoti, B. Salvage, R.B. Turner // Proceedings of the Institution of Electrical Engineers. — 1969. — Vol. 116, # 3, — P. 415—421.
11. Reddy B. S. Radio interference measurements on a ceramic disc insulator string with field reduction electrode / B.S. Reddy, U. Kumar // Journal of Instrumentation. — 2010. — Vol. 5, # 07. — P. T07001—T07001.
12. Бржезицький В.О. Розробка установки для випробування високовольтних ізоляторів на допустимий рівень радіоперешкод / В.О. Бржезицький, Я.О. Гаран, М.Ю. Лапоша // Журнал «Технологічний аудит та резерви виробництва» — Харків, 2016. — № 1 (27). — С. 37 — 41.

ТЕСТИРОВАНИЕ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ НА ДОПУСТИМЫЙ УРОВЕНЬ РАДИОПОМЕХ

В.А. Бржезицкий, Я.А. Гаран, Н.Ю. Лапоша, И.Н. Маслюченко

*Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»*

С.И. Александренко

Общество с ограниченной ответственностью «Львовская изоляторная компания»

Ввод в действие новой специализированной высоковольтной установки позволил проводить экспериментальные исследования по оптимизации влияния конструк-

тивных элементов высоковольтных тарельчатых изоляторов на их уровень радиопомех. Проведена серия измерений уровня радиопомех для 60 технологических образцов изолятора типа ПСВ120Б в лабораторных условиях (температура 14—16 °С, относительная влажность до 70 %). Варьировалась глубина армирования стержня изолятора при различных модификациях полимерного покрытия поверхности элементов изолятора. Показано, что минимальный уровень радиопомех изолятора соответствует глубине армирования стержня 13—14 мм при отсутствии полимерного покрытия элементов поверхности изолятора. Применение полимерного покрытия зеркала цементно-песчаной смеси практически не влияет на уровень радиопомех для рабочих напряжений изолятора и увеличивает на 28 % уровень радиопомех в диапазоне его испытательных напряжений, что является допустимым в соответствии с нормированными значениями радиопомех изоляторов. Для условий повышенной влажности (дождь, туман) необходимы дополнительные исследования влияния полимерного покрытия элементов на уровень радиопомех изолятора.

Ключевые слова: уровень радиопомех, изолятор, армирование, испытание, воздушная линия, селективный микровольтметр.

УДК 538.3

DETERMINING THE ATTITUDE OF THE HARMONIC FIELD BY ITS PREPLANNED FLOW IN THE SPHERICAL SEGMENT

M. Martynenko

National University of Food Technologies

<p>Key words: <i>Harmonic function</i> <i>Dual equation</i> <i>Fredholm equation</i></p> <p>Article history: Received 15.02.2016 Received in revised form 04.03.2016 Accepted 18.03.2016</p> <p>Corresponding author: M. Martynenko E-mail: npnuht@ukr.net</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>The article presents the axisymmetric harmonic function that is generated by its known flow on the area of a spherical surface. After decomposition of the potential function and its flow as a series in Legendre polynomials and subordination of physical fields to the correct boundary conditions, the task has been carried into the dual system of equations. This system is solved using the integrated operator of unknown auxiliary function. It is shown that it satisfies the integral-differential equation of Fredholm of the second kind. It is proved that all the characteristics of harmonic fields are obtained in explicit analytic form through the solution of this equation. It is found that the potential field flow near the boundary line of the spherical segment has a root singularity.</p>
--	---

ЗНАХОДЖЕННЯ ГАРМОНІЧНОГО ПОЛЯ В ПРОСТОРИ ЗА ЙОГО ЗАДАНИМ ПОТОКОМ НА СФЕРИЧНОМУ СЕГМЕНТІ

М.А. Мартиненко

Національний університет харчових технологій

У статті знайдено осесиметричну гармонічну функцію, яка породжена її потоком на частині сферичної поверхні. Після розкладу потенціальної функції і її потоку у вигляді рядів по поліномам Лежандра і підпорядкування фізичних полів коректним граничним умовам задачу приведено до системи дуальних суматорних рівнянь. Її розв'язок шукається через інтегральний оператор від допоміжної невідомої функції. Показано, що функція задовольняє інтегро-диференціальне рівняння Фредгольма другого роду. Доведено, що всі характеристики гармонічного поля розраховуються через отриманий розв'язок цього рівняння в явному аналітичному вигляді. Виявлено, що потік потенціального поля в околі граничної лінії сферичного сегмента має кореневу сингулярність.

Ключові слова: гармонічна функція, дуальні рівняння, рівняння Фредгольма.

Постановка проблеми. Класична математична фізика розглядає три основні задачі: задачу Діріхле, задачу Неймана і мішану задачу. Об'єднує їх те, що в них розшукується гармонічна функція в області G за відомими її значенням або потоком на повній (замкненій) поверхні S , яка обмежує область G . У

пропонованій статті шукається потенціальна функція за її потоком на незамкненій криволінійній поверхні S . Суттєва відмінність цієї задачі від класичних полягає в тому, що в ній граничні значення гармонічного поля задаються лише на поверхневому сегменті.

Знаходження гармонічної функції здійснюється на основі останніх досліджень задач математичної фізики [1] і на розвинутому методі розв'язання системи дуальних інтегральних (суматорних) рівнянь [2].

Метою дослідження є побудова аналітичних методів для знаходження потенціального поля в просторі за відомим його потоком на поверхневому криволінійному сегменті. Результати розв'язання цієї проблеми складають основу для аналізу фізичних процесів, наприклад, у задачах гідроакустики, теплопровідності, електростатики.

Виклад основних результатів дослідження. Розв'язана задача про знаходження осесиметричної потенціальної функції в просторі за заданим її потоком на поверхневому сферичному сегменті. Розв'язок задачі отримано в явному аналітичному вигляді.

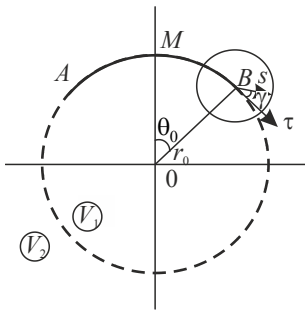


Рис. 1. Геометрія сферичного сегмента

Постановка задачі. Нехай тривимірне тіло V містить сферичний сегмент S ($r = r_0, 0 \leq \theta \leq \theta_0$, $\varphi = \varphi; r, \theta, \varphi$ — сферичні координати) і на ньому заданий осесиметричний потік $\Pi(\theta)$ потенціального поля. У випадку осової симетрії гармонічна функція задовольняє рівняння Лапласа [1]:

$$\Delta F(r, \theta) = \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial F}{\partial r} \right) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial F}{\partial \theta} \right) = 0. \quad (1)$$

Розіб'ємо простір на зовнішню область $V_1 (r > r_0)$ і внутрішню $V_2 (r < r_0)$ так, як показано на рис.1. Розв'язок рівняння Лапласа (1) в областях V_1 і V_2 запишемо у вигляді рядів по поліномам Лежандра [1]:

$$F_1(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n r^n P_n(\cos \theta), \quad (0 \leq r \leq r_0); \quad (2)$$

$$F_2(r, \theta) = \sum_{n=0}^{\infty} \beta_n r^{-n-1} P_n(\cos \theta), \quad (r \geq r_0),$$

де $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}$ — послідовність невідомих коефіцієнтів; $P_n(\cos \theta)$ — поліноми Лежандра [3].

Потік гармонічного поля знаходиться через його похідну по нормалі до сферичної поверхні і має такий вигляд:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_1}{\partial n} &= \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n n r^{n-1} P_n(\cos \theta), \quad (0 \leq r \leq r_0); \\ \frac{\partial F_2}{\partial n} &= - \sum_{n=0}^{\infty} \beta_n (n+1) r^{-n-2} P_n(\cos \theta), \quad (r > r_0). \end{aligned} \quad (3)$$

Таким чином, проблема зведена до знаходження послідовності невідомих коефіцієнтів $\{\alpha_n\}, \{\beta_n\}$.

Розв'язування задачі. З умови неперервності гармонічної функції і її потоку на поверхні сфери поза розрізом ($r = r_0; \theta_0 < \theta \leq \pi$) і властивості ортогональності поліномів Лежандра на проміжку $[0, \pi]$ була отримана така залежність між коефіцієнтами:

$$\beta_n = -\frac{n}{n+1} \alpha_n r_0^{2n+1}. \quad (4)$$

Якщо врахувати, що потік на поверхні S дорівнює $\Pi(\theta)$, то прийдемо до такої системи дуальних суматорних рівнянь:

$$\begin{cases} \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n n r_0^n P_n(\cos \theta) = \Pi(\theta); (0 \leq \theta < \theta_0) \\ \sum_{n=0}^{\infty} \frac{2n+1}{n+1} \alpha_n r_0^n P_n(\cos \theta) = 0; (\theta_0 \leq \theta \leq \pi). \end{cases} \quad (5)$$

Розв'язок системи (5) шукаємо у вигляді спеціально підібраного інтегрального оператора [2]:

$$\alpha_n r_0^n \frac{2n+1}{n+1} = \int_0^{\theta_0} f(t) \sin\left(n + \frac{1}{2}\right) t dt = A_n, \quad (6)$$

де $f(t)$ — нова, невідома допоміжна функція, неперервна разом зі своєю похідною при $0 \leq t \leq \theta_0$.

Якщо скористатися розривною сумою [3]

$$\sum_{n=0}^{\infty} P_n(\cos \theta) \sin\left(n + \frac{1}{2}\right) t = \frac{H(t-0)}{\sqrt{2 \cos \theta - 2 \cos t}}, \quad (7)$$

де $H(t-0)$ — функція Хевісайда [3], то переконаємося, що друге рівняння системи (5) підстановкою (6) задовольняється тотожно. Підставляючи в перше рівняння системи (5) замість поліномів Лежандра їх інтегральне представлення [3]

$$P_n(\cos \theta) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\theta} \frac{\cos(n+0,5)x}{\sqrt{2 \cos x - 2 \cos \theta}} \quad (8)$$

і змінюючи порядки інтегрування, прийдемо до такого рівняння Абеля [4]:

$$\int_0^{\theta} \frac{1}{\sqrt{2 \cos x - 2 \cos \theta}} \left\{ \int_0^{\theta_0} f(t) K(t, x) dt \right\} dx = \Pi(\theta), \quad (9)$$

де

$$K(t, x) = -\frac{1}{2} \delta'_t(t-x) - \frac{1}{8} H(t-x). \quad (10)$$

При отриманні виразу (10) буди використані відомі і знайдені суми в класі узагальнених функцій [5]:

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{\sin(n+0,5)t \cos(n+0,5)x}{n+0,5} = \frac{\pi}{2} H(t-x);$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} (n+0,5) \sin(n+0,5)t \cos(n+0,5)x = -\frac{\pi}{2} \delta'_t(t-x),$$
(11)

де $\delta(t-x)$ — дельта-функція Дірака [5].

Узагальнюючи розв'язок рівняння Абеля до рівності (9), отримаємо [2]:

$$\int_0^{\theta} \frac{\varphi(x) dx}{\sqrt{2 \cos x - 2 \cos \theta}} = f(\theta); \varphi(x) = \frac{2}{\pi} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{f(s) \sin s ds}{\sqrt{2 \cos s - 2 \cos x}}.$$
(12)

На підставі (12), (11) із (9) одержано таке інтегро-диференціальне рівняння:

$$f'(x) - \frac{1}{4} \int_x^{\theta_0} f(t) dt = G(x);$$

$$G(x) = \frac{4}{\pi} \frac{d}{dx} \int_0^x \frac{\Pi(s) \sin s ds}{2 \cos s - 2 \cos x}.$$
(13)

Диференціюючи рівняння (13), отримаємо:

$$f''(x) + \frac{1}{4} f(x) = G'(x); f(0) = 0; f'(\theta_0) = G(\theta_0).$$
(14)

Розв'язок рівняння (14) знаходиться в явному аналітичному вигляді, а коефіцієнти α_n, β_n визначаються рівностями (6) і (4).

Лекальний аналіз гармонічного поля.

Аналіз потоку показує, що в околі граничного кола поверхні S він приймає сингулярне значення, тому безпосереднє обчислення числових даних фізичних характеристик в околі лінії сингулярності неможливе і тільки їх асимптотичний аналіз дає змогу прогнозувати поведінку потенціального поля біля особливої лінії.

Введемо полярну систему координат s, γ так, як показано на рис. 1. Для малих значень s мають місце такі наближення:

$$r - r_0 \approx s \sin \gamma; r_0(\theta - \theta_0) \approx s \cos \gamma; \frac{r_0}{r^{-1}} = h \approx sr_0^{-1} \cdot \sin \gamma;$$

$$(1+h^2) \cos \theta_0 - 2h \cos \theta \pm i(1-h^2) \sin \theta_0 \approx 2sr_0^{-1} \sin \theta_0 e^{\pm i\gamma}$$

$$(1+h^2) \sin \theta_0 \pm i(1-h^2) \cos \theta_0 \approx 2 \sin \theta_0.$$
(15)

На основі точних значень сум [3]

$$\sum_{n=0}^{\infty} h^{n+1/2} P_n(\cos \theta) \cos(n+0,5)t = \frac{1}{2} h^{0,5} (q^{-0,5} + \bar{q}^{-0,5});$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} h^{n+0,5} P_n(\cos \theta) e^{i(n+0,5)\theta_0} \approx \frac{e^{0,5i\gamma}}{\sqrt{2s \sin \theta_0}};$$

$$\sum_{n=0}^{\infty} h^{n+\gamma_2} P_n(\cos \theta) \sin(n+0,5)t = \frac{1}{2i} h^{0,5} (q^{-0,5} - \bar{q}^{-0,5}); \quad (16)$$

$$q = (1 + h^2) \cos t - 2h \cos \theta - i(1 - h^2) \sin t$$

$$\bar{q} = (1 + h^2) \cos t - 2h \cos \theta + i(1 - h^2) \sin t$$

і асимптотичних формул (15) було показано, що в околі граничного кола сферичного сегмента мають місце такі наближення:

$$\sum_{n=0}^{\infty} h^{n+0,5} P_n(\cos \theta) e^{i(n+0,5)\theta_0} \approx \frac{e^{0,5i\gamma}}{\sqrt{2s \sin \theta_0}}. \quad (17)$$

Інтегральний оператор (6) запишемо у такому вигляді:

$$A_n = -\frac{f(\theta_0)}{n+0,5} \cos(n+0,5)\theta_0 + \int_0^{\theta_0} f'(t) \frac{\cos(n+0,5)t}{n+0,5} dt. \quad (18)$$

Зважаючи на умову, що функція $f(x)$ неперервна й обмежена, перший доданок при $n \rightarrow \infty$ має порядок $0(n^{-1})$, а другий — $0(n^{-2})$. Цей фактор враховуватимемо при асимптотичному аналізі характеристик гармонічного поля.

Із (3), (6) отримаємо:

$$\frac{\partial F_2}{\partial n} = \frac{1}{r} \sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{r_0}{r}\right)^{n+1} \frac{n(n+1)}{2n+1} A_n P_n(\cos \theta); r > r_0. \quad (19)$$

Аналіз (19) показує, що він є розбіжним при $\theta \sim \theta_0, r \sim r_0$. Для знаходження асимптотичного виразу ряду (19) скористаємося (16), (17), (18) і після відповідних аналітичних перетворень отримаємо:

$$\sum_{n=0}^{\infty} h^n P_n(\cos \theta) \cos(n+0,5)\theta_0 \approx \frac{\sqrt{r_0}}{\sqrt{2s \sin \theta_0}} \cos \frac{\gamma}{2}. \quad (20)$$

Наближення (20) надає можливість знайти асимптотичну поведінку потоку (19) в області V_2 :

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_2}{\partial n} &\approx -\frac{f(\theta_0)}{2r} \frac{r_0}{r} \sum_{n=0}^{\infty} h^n \frac{(n+0,5)^2 - 0,25}{(n+0,5)^2} P_n(\cos \theta) \cos(n+0,5)\theta_0 \approx \\ &\approx -\frac{f(\theta_0)}{2\sqrt{r_0}} \frac{\cos 0,5\gamma}{\sqrt{2 \sin \theta_0}}. \end{aligned} \quad (21)$$

Отже, тепловий потік в околі граничного кола сферичного розрізу має кореневу особливість. За аналогією, наприклад, із задачами теорії пружності для тіл із тріщинами введемо коефіцієнт інтенсивності теплового потоку K_{II} :

$$K_{II} = -\frac{f(\theta_0)}{2\sqrt{r_0} \sin \theta_0}. \quad (22)$$

З урахуванням (22) асимптотична формула для потоку матиме вигляд:

$$\frac{\partial F_2}{\partial n} \approx K_{II} \frac{\cos 0.5\gamma}{\sqrt{2s}}. \quad (23)$$

Формула (23) показує, що максимальне асимптотичне значення потоку досягається при $\gamma = 0$, а мінімальне — на поверхні сферичного сегмента ($\gamma = \pi$). Це відповідає фізичній суті задачі. Коефіцієнт K_{II} є визначальним, наприклад, при аналізі температури в тілі, яке містить термоізолюваний поверхневий криволінійний сегмент.

Приклад. Нехай потік температурного поля на сферичному сегменті $S(r = r_0; 0 \leq \theta \leq \theta_0)$ дорівнює $[\varepsilon]$:

$$\Pi(0) = \frac{q}{\lambda} \cos \theta \quad (0 \leq \theta \leq \theta_0), \quad (24)$$

де q — характеристика теплового потоку; λ — коефіцієнт теплопровідності тіла.

Розв'язок рівняння (14) знаходиться через тригонометричні функції:

$$f(x) = -\frac{q}{\pi\lambda} \left(3 \sin \frac{3}{2}x - \cos \frac{3}{2}\theta_0 \sec \frac{\theta_0}{2} \sin \frac{x}{2} \right). \quad (25)$$

Шляхом елементарного інтегрування оператора (ε) знаходиться система коефіцієнтів $\{\alpha_n\}$, а з рівності (4) — $\{\beta_n\}$. Гармонічна функція і її потік в областях V_1 і V_2 визначається формулами (2), (3).

Зауважимо, що в тому випадку, якщо сферичний сегмент продовжити до повної сфери ($\theta_0 = \pi$), то із розглянутої задачі отримаємо розв'язок зовнішньої і внутрішньої задачі Неймана для поверхні сфери.

Висновки

1. У статті запропонований аналітичний метод знаходження гармонічної функції в просторі за відомим її потоком на поверхневому сферичному сегменті.

2. Відмічено, що зовнішня і внутрішня задача Неймана для поверхні сфери є частинним випадком розглянутої задачі.

3. Задача зведена до інтегро-диференціального рівняння Фредгольма другого роду. Показано, що всі характеристики потенціального поля знаходяться через його аналітичний розв'язок.

4. Проаналізовано локальне гармонічне поле в околі граничної лінії поверхневого сегмента і показано, що потік при наближенні до неї має кореневу сингулярність.

5. Запропонований метод може бути використаний при дослідженні динамічних гармонічних полів.

Література

1. *Мартиненко М.А.* Математична фізика: підручник / М.А. Мартиненко, В.П. Легеза, Ю.І. Іванова. — Київ: тов. ФОП Колісник К.І., 2009. — 480 с.
2. *Мартиненко М.А.* Мішані просторові задачі математичної теорії пружності: монографія / М.А. Мартиненко. — Київ: Освіта України, 2012. — 376 с.
3. *Гобсон Е.В.* Теория сферических и эллипсоидальных функций / Е.В. Гобсон. — Москва: Издательство иностранной литературы, 1952. — 472 с.
4. *Забрайко П.П.* Интегральные уравнения / П.П. Забрайко. — Москва: Наука, 1968. — 488 с.
5. *Гельфанд И.М.* Обобщенные функции и действия над ними / И.М. Гельфанд, Г.Е. Шиллов. — Москва: Физматгиз, 1968. — 439 с.
6. *Коваленко А.Д.* Термоупругость / А.Д. Коваленко. — Киев: Высшая школа, 1975. — 216 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ПО ЕГО ЗАДАННОМУ ПОТОКУ НА СФЕРИЧЕСКОМ СЕГМЕНТЕ

М.А. Мартыненко

Национальный университет пищевых технологий

В статье определена осесимметрическая гармоническая функция, которая порождена ее потоком на части сферической поверхности. После разложения потенциальной функции и ее потока в виде рядов по полиномам Лежандра и подчинения физических полей корректным граничным условиям задача приведена к системе дуальных сумматорных уравнений. Ее решение находится через интегральный оператор от вспомогательной неизвестной функции. Показано, что функция удовлетворяет интегро-дифференциальному уравнению Фредгольма второго рода. Доказано, что все характеристики гармонического поля находятся из полученного решения этого уравнения в явном аналитическом виде. Выявлено, что поток потенциального поля в окрестности граничной линии сферического сегмента имеет корневую сингулярность.

Ключевые слова: *гармоническая функция, дуальные уравнения, уравнения Фредгольма.*

УДК 538.9

EFFECT OF FERMI VELOCITY ON THE TRANSMISSION OF THE DIRAC-WEYL QUASI-ELECTRONS IN A SINGLE-BARRIER GRAPHENE STRUCTURE

A. Korol, V. Vyshniak, S. Litvynchuk, I. Hutsalo
National University of Food Technologies

<p>Key words: <i>Graphene</i> <i>Nanostructures</i> <i>Fermi velocity</i> <i>Dirac-Weyl equation</i> <i>Transmission coefficient</i></p> <p>Article history: Received 18.02.2016 Received in revised form 03.03.2016 Accepted 20.03.2016</p> <p>Corresponding author: A. Korol E-mail: korolam@ukr.net</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>We consider the single-barrier nanostructure based on the monolayer gapless graphene with various values of the Fermi velocity in the barrier region. The coefficient of the quasi-electron transmission through the given structure T is calculated with the help of the relativistic Dirac-Weyl equation which does not contain the mass term within the framework of the continuum model. We use the transfer-matrix method to obtain the numerical values of the quantum transparency of this system T. The dependence of the quantity T on the parameters of the considered structure is analyzed — first of all on the Fermi velocity magnitude, as well as on the external electrostatic potential, on the barrier width and on the angle of the charge carrier incidence on the SL.</p>
--	--

ВПЛИВ ШВИДКОСТІ ФЕРМІ НА КОЕФІЦІЄНТ ТРАНСМІСІЇ КВАЗІЕЛЕКТРОНІВ ДІРАКА-ВЕЙЛЯ В ОДНОБАР'ЄРНІЙ ГРАФЕНОВІЙ СТРУКТУРІ

А.М. Король, В.В. Вишняк, С.І. Літвинчук, І.В. Гуцало
Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто однобар'єрну наноструктуру, створену на базі одношарового безщільового графена з різними значеннями швидкості Фермі в бар'єрній області. В рамках континуальної моделі за допомогою релятивістського рівняння Дірака-Вейля, яке не містить масового члена, розраховано коефіцієнт проходження квазіелектронів T крізь дану структуру. Для одержання кількісних значень коефіцієнта квантової прозорості системи T використано метод трансферних матриць. Проаналізовано залежність величини T від параметрів даної структури, передусім від значення швидкості Фермі, а також від зовнішнього електростатичного потенціалу, товщини бар'єру і кута падіння носіїв заряду на бар'єр.

Ключові слова: графен, наноструктури, швидкість Фермі, рівняння Дірака-Вейля, коефіцієнт трансмісії.

Постановка проблеми. Останніми роками увага дослідників прикута до вивчення різних структур на основі графена, що пояснюється його нетривіальними властивостями, в тому числі електронними. Достатньо назвати аналогію π -електронів графена з безмасовими діраківськими ферміонами при низьких енергіях (що формально описуються безмасовим рівнянням Дірака), лінійний закон дисперсії, властивість кіральності, клейнівське тунелювання, високу рухливість, балістичний транспорт, незвичайний квантовий ефект Холла тощо (див., наприклад, [1—13]). Слід також мати на увазі, що графен є перспективним матеріалом у сучасній електроніці в контексті заміни кремнієвої технології на графенову.

Балістичний транспорт квазіелектронів Дірака-Вейля крізь області графена з різними швидкостями Фермі (бар'єри швидкості) розглядався в низці праць [6—13], у яких було виявлено ряд нових важливих закономірностей. Зокрема, показано, що трансмісія крізь бар'єр швидкості є сильно анізотропною, при нормальному падінні квазічастинок на бар'єр вона є ідеальною (аналог парадокса Клейна), за умови $v_F > v_0$ (v_F, v_0 — швидкості Фермі в бар'єрі і в звичайному графені відповідно) існує критичний кут трансмісії (аналог кута Брюстера в оптиці) для безмасових діраківських електронів, спостерігаються сильні резонансні ефекти, сильний вплив магнітного поля на зв'язані стани тощо.

З метою регулювання транспортних властивостей графенових структур використовуються різні методи та прийоми, зокрема вивчався вплив на динаміку квазіелектронів зовнішніх електричного та магнітного полів. Ці поля можуть створювати потенціальні бар'єри для носіїв заряду, а змінюючи величину бар'єрів, можна зручно регулювати поведінку електронів або дірок. Недавно було запропоновано ще один шлях для керування електронними властивостями графенових структур, а саме: за допомогою просторової зміни швидкості Фермі [6]. Також розроблено декілька методів одержання структур, в яких швидкість Фермі квазічастинок є просторово залежною. Це досягнення технології відкриває нові можливості для створення наноелектронних приладів з бажаними транспортними властивостями. Але оскільки не всі властивості й характеристики зазначених структур вивчені і відомі, їх дослідження триває.

Метою дослідження є розрахунок і аналіз коефіцієнта трансмісії T (як функції енергії носіїв заряду E) крізь графенову структуру, в якій квазіелектрони зі швидкостями Фермі v_0 (як у звичайному графені) долають область графена з іншою швидкістю Фермі $v_F \neq v_0$; таку область прийнято називати бар'єрною, її ширина позначається літерою d .

Виклад основних результатів дослідження. Вважатимемо, що до бар'єрної області прикладено зовнішній електростатичний потенціал U — фактично йдеться про бар'єри подвійної природи. Як відомо, за допомогою електростатичного потенціалу зручно регулювати транспорт носіїв заряду в бар'єрних системах, і нижче буде доведено, що наявність потенціалу U справді істотно впливає на рух носіїв заряду в структурі, яка розглядається.

Оскільки розглядається графен, в якому швидкості Фермі квазічастинок залежать від просторової координати \vec{r} , тобто $\vec{v}_F = \vec{v}_F(\vec{r})$, рух квазіелектронів підпорядковується такому безмасовому рівнянню Дірака-Вейля:

$$i\hbar\bar{\sigma}\nabla[\sqrt{\bar{v}(\vec{r})}\phi(\vec{r})]\sqrt{\bar{v}(\vec{r})} = E\phi(\vec{r}), \quad (1)$$

де $\bar{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y)$ — двовимірні матриці Паулі; $\phi(\vec{r}) = [\phi_A(\vec{r}), \phi_B(\vec{r})]^T$ — двокомпонентний спіно́р; T — символ транспонування. Вводячи допоміжний спіно́р $\varphi(r) = \sqrt{\bar{v}(\vec{r})}\phi(\vec{r})$, можна записати рівняння (1) у такій формі:

$$\ddot{\epsilon} - i\hbar\bar{v}(\vec{r})\bar{\sigma}\nabla\varphi(\vec{r}) = E\varphi(\vec{r}). \quad (2)$$

Припустимо, що зовнішній потенціал являє собою прямокутний бар'єр, розташований вздовж осі ОХ. Тоді із рівняння (2) можна одержати:

$$\frac{d^2\varphi_{A,B}}{dx^2} + (k^2 - k_y^2)\varphi_{A,B} = 0, \quad (3)$$

де A, B відносяться до графенових підґраток A і B ; квазіімпульс k дорівнює $k = (E - U)$ поза бар'єром і $k = \frac{E - U}{v_F}$ всередині бар'єру; одиниці вимірювання $\hbar = v_0 = 1$. Якщо представити розв'язок для власних функцій у вигляді плоских хвиль, що рухаються вздовж осі ОХ у прямому і зворотному напрямках, то одержимо:

$$\phi(x) = \left[a^{iqx} \begin{pmatrix} 1 \\ g^+ \end{pmatrix} + b^{-iqx} \begin{pmatrix} 1 \\ g^- \end{pmatrix} \right], \quad (4)$$

де $q = \sqrt{k^2 - k_y^2}$ для $k^2 > k_y^2$; $q = i\sqrt{k_y^2 - k^2}$ для $k^2 < k_y^2$; $g_{\pm}^{\pm} = \frac{(\pm q + ik_y)v_F}{E - U}$.

Верхній рядок у (4) стосується підґратки A , нижній — B .

Використовуючи далі граничні умови у вигляді

$$\sqrt{v_F}\phi(x_b^-) = \sqrt{v_0}\phi(x_b^+), \quad (5)$$

де індекс b відноситься до бар'єру, x_b — координата межі: бар'єр — позабар'єрна область, можна одержати вираз для коефіцієнта відбивання електронної хвилі від бар'єра:

$$R = \frac{e^{i\varphi} \sin(qd)(\sin\varphi - \sin\theta)}{\cos(qd)\cos\theta\cos\varphi + i\sin(qd)(\sin\theta\sin\varphi - 1)}, \quad (6)$$

де φ — кут падіння хвилі; $\theta = \arctg \frac{k_y}{q}$. Коефіцієнт проходження квазіелектронів крізь бар'єр T виражається через R таким чином:

$$T = 1 - |R|^2. \quad (7)$$

Зауважимо властивість симетрії стосовно кута падіння φ : $T(\varphi) = T(-\varphi)$, що дозволяє розглянути діапазон кутів падіння $\varphi = [0^\circ, 90^\circ]$.

На рис. 1 представлено залежність коефіцієнта трансмісії T від енергії квазіелектронів E для однобар'єрної графенової структури з параметрами: $d = 2$, $k_y = 0,12$; $U = 0$, для рисунків 1.1, 1.2, 1.3 величина швидкості Фермі дорівнює $v_F = 2, 3, 4$ відповідно.

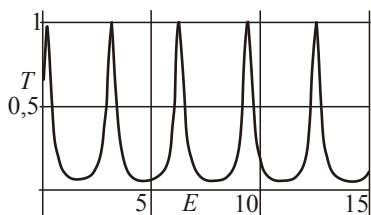


Рис. 1.1. Залежність коефіцієнта трансмісії T від енергії квазіелектронів E для одnobар'єрної графенової структури. Параметри: $d = 2$, $k_y = 0,12$, $U = 0$, $v_F = 2$

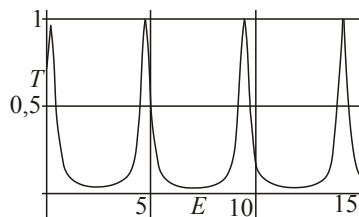


Рис. 1.2. Залежність коефіцієнта трансмісії T від енергії квазіелектронів E для одnobар'єрної графенової структури. Параметри: $d = 2$, $k_y = 0,12$, $U = 0$, $v_F = 3$

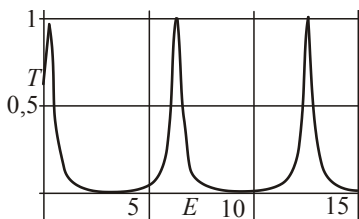


Рис. 1.3. Залежність коефіцієнта трансмісії T від енергії квазіелектронів E для одnobар'єрної графенової структури. Параметри: $d = 2$, $k_y = 0,12$, $U = 0$, $v_F = 4$

Аналізуючи наведені спектри, насамперед слід зазначити, що вони виявляють яскраво виражену періодичність по осі енергій. Ця періодичність є однією з найбільш характерних рис спектрів графенових структур з бар'єрами швидкості Фермі. Вона кардинально відрізняє дані спектри від спектрів трансмісії інших графенових структур (з бар'єрами іншої природи), в яких коефіцієнт проходження T асимптотично прямує до одиниці із зростанням енергії квазіелектронів E . Періодичність по енергії пояснюється тим, що бар'єри швидкості є залежними від енергії [9]. Якщо провести аналогію між тунелюванням у графені крізь прямокутний електростатичний бар'єр і тунелюванням крізь бар'єр швидкості Фермі, для потенціалу останнього потрібно записати:

$$U(E) = E - \frac{E}{v_F}. \quad (8)$$

Іншими словами, вирази для коефіцієнта пропускання в цих випадках збігаються, якщо задовольняється умова (8). Ця формула пояснює той факт, що спектри $T(E)$ для надгратки із бар'єрами швидкості періодичні по всій шкалі енергій.

Спектри демонструють також яскраво виражену резонансну структуру, тобто являють собою набір близьких до одиниці значень коефіцієнта трансмісії T для певних резонансних значень енергії E (для інших енергій значення T істотно менші). Із збільшенням величини v_F спостерігається зменшення мінімальних значень коефіцієнта T , що природно відповідає зростанню величини бар'єрів; резонансні значення T при цьому залишаються високими (близькими до одиниці). Важливо, що збільшення швидкості Фермі призводить також до істотного зростання періодів спектрів. Так, зокрема, зміна величини v_F від 2 до 3 приводить до збільшення періоду спектрів приблизно вдвічі.

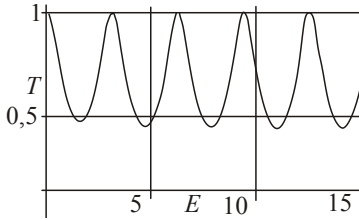


Рис. 2. Залежність коефіцієнта трансмісії T від енергії квазіелектронів E для однопар’єрної графенової структури. Параметри: $d = 2$, $k_y = 0,07$, $U = 0$, $v_F = 2$

Рис. 2 дає змогу побачити, як досліджувані спектри залежать від кута падіння квазіелектронів на бар’єр, тобто від величини k_y . Для цього рисунка параметри є такими: $d = 2$, $v_F = 2$, $U = 0$, $k_y = 0,07$. Порівнюючи рисунки 1.1 і 2, бачимо, що на резонансні значення коефіцієнта трансмісії T кут падіння не впливає — вони залишаються близькими до одиниці; водночас мінімальні значення T помітно зменшуються із зростанням кута падіння. Крім того, суттєво зменшується і напівширина спектральних ліній.

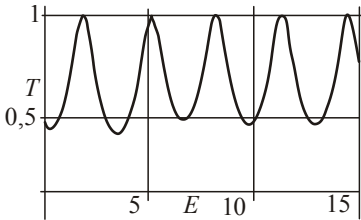


Рис. 3.1. Залежність коефіцієнта трансмісії T від енергії квазіелектронів E для однопар’єрної графенової структури. Параметри: $d = 2$, $k_y = 0,07$, $U = 5$, $v_F = 2$

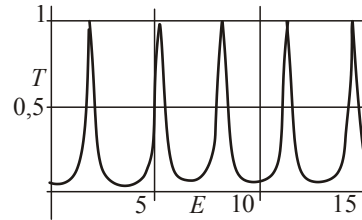


Рис. 3.2. Залежність коефіцієнта трансмісії T від енергії квазіелектронів E для однопар’єрної графенової структури. Параметри: $d = 2$, $k_y = 0,12$, $U = 5$, $v_F = 2$

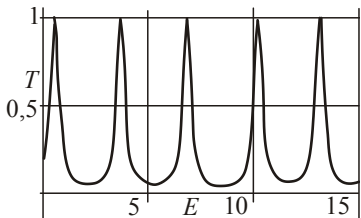


Рис. 3.3. Залежність коефіцієнта трансмісії T від енергії квазіелектронів E для однопар’єрної графенової структури. Параметри: $d = 2$, $k_y = 0,12$, $U = 10$, $v_F = 2$

Як відомо, транспортні характеристики бар’єрних структур зручно регулювати за допомогою зовнішнього електростатичного потенціалу U . Його вплив на функцію $T(E)$ для досліджуваної структури показано на рис. 3. Для рис. 3.1 і 3.2 параметри є такими: $d = 2$, $v_F = 2$, $U = 5$ і $k_y = 0,07$, $k_y = 0,12$ (тобто представлено залежність $T(E)$ для двох кутів падіння). Порівнюючи рисунки 3.1, 3.2 із попередніми, для яких $U = 0$, можна зробити такий висновок: головним результатом впливу зовнішнього електростатичного потенціалу U на досліджувані спектри є те, що наявність U призводить до зміщення положень екстремумів по осі енергій, тобто положення екстремумів залежить від U . Підкреслимо, що ця залежність є вельми істотною. Як випливає із виразів (1—6), при значеннях енергії $E \approx U$ мають реалізовуватись

максимальні значення коефіцієнта трансмісії T . Фізично це пояснюється тим, що саме для цих значень енергії коефіцієнт згасання квазіелектронної хвилі в бар'єрі є мінімальним. Очевидно також, що із збільшенням кута падіння хвилі на бар'єр коефіцієнт згасання зростає і максимум величини T зменшується. Представлені на рис. 3 розрахунки повністю підтверджують дані висновки: справді, в точці $E \approx U = 5$ утворюється саме максимальне значення коефіцієнта T (в ідеальному випадку нормального падіння квазіелектронів на бар'єр $T(E=U)=1$). Утворення максимуму T в точці $E \approx U$ супроводжується збільшенням мінімального значення величини T в околі цієї точки; цей ефект для взятих параметрів є незначним, але для іншого набору параметрів задачі він може бути суттєво більшим. Зауважимо також, що значення максимуму в зазначеній точці при кутах падіння менших від нормального є дещо меншим від одиниці, тоді як в інших точках максимумів він дорівнює одиниці. На рис. 3.3 наведено залежність коефіцієнта T від енергії E для випадку більшого значення зовнішнього потенціалу $U = 10$, інші значення параметрів, як для рис. 3.2.

Зазначимо окремо, що точки розміщення екстремумів на осі енергій є періодичними функціями потенціалу U . Значення даного періоду залежить від параметрів структури, що розглядається.

Висновки

Отже, у пропонованому дослідженні розглянуто процес квантового проходження (розраховано коефіцієнт квантової прозорості) релятивістських квазіелектронів Дірака-Вейля крізь однобар'єрну графенову структуру. Показано, що значення швидкості Фермі носіїв заряду чинить вельми істотний вплив на досліджуваний процес. Результати дослідження є корисними для встановлення оптимальних параметрів наноелектронних пристроїв на основі графена.

Література

1. Geim A.K., Novoselov K.S. The rise of graphene // Nat. Materials. — 2007. — Vol. 6. — P. 183—188.
2. Castro Neto A. N., Guinea F., Peres N. M. R., Novoselov K.S., Geim A.K. The electronic properties of graphene // Reviews of Modern Physics. — 2009. — Vol. 81. — P. 109—121.
3. Pereira J.M., Peeters F.M., Chaves A., Barbier M., Vasilopoulos P. Klein tunneling in single and multiple barriers in graphene // Semiconductor Science and Technology. — 2010. — Vol. 25. — P. 033002—033009.
4. Cheianov V.V., Falko V.I. Selective transmission of Dirac electrons and ballistic magnetoresistance of n-p junctions in graphene // Physical Review B. — 2006. — Vol. 74. — P. 041403—041408.
6. Raoux A., Polini M., Asgari R., Hamilton A.R., Fazio R., MacDonald A.H. Velocity-modulation control of electron-wave propagation in graphene // Physical Review B. — 2010. — Vol. 81. — P. 073407—073412.
7. Krstajic P.M., Vasilopoulos P. Ballistic transport through graphene nanostructures of velocity and potential barriers // Journal of Physics: Condensed Matter. — 2011. — Vol. 23. — P. 135302—135312.
8. Lei Liu, Yu-Xian Li, Jian-Jun Liu. Transport properties of Dirac electrons in graphene based double velocity-barrier structures in electric and magnetic fields // Physics Letters A. — 2012. — Vol. 376. — P. 3342—3350.
9. Concha A., Tesanovic Z. Effect of a velocity barrier on the ballistic transport of Dirac fermions // Physical Review B. — 2010. — Vol. 82. — P. 033413—033418.

10. Wang Y., Liu Y., Wang B. Resonant tunnelling and enhanced Goos-Hänchen shift in graphene double velocity barrier structure // *Physica E*. — 2013. — Vol. 53. — P. 186—192.
11. Zhao P., Chen X. Electronic band gap and transport in Fibonacci quasi-periodic graphene superlattice // *Applied Physics Letters*. — 2011. — Vol. 99. — P. 182108—182113.
12. Korol A.M., Medvid N.V., Litvynchuk S.I. Transport properties of the Dirac-Weyl electrons through the graphene-based superlattice modulated by the Fermi velocity barrier // *Springer Proceedings in Physics*. — 2015. — Vol. 167. — P. 215—221.
13. Korol A.M., Litvynchuk S.I., Bagliuk S.V., Isai V.M. Energy spectra of the graphene-based Fibonacci superlattice modulated by the Fermi velocity barrier // *Physical Science International Journal*. — 2016. — Vol. 9(3). — P. 1—8.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ ФЕРМИ НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСМИССИИ КВАЗИЭЛЕКТРОНОВ ДИРАКА-ВЕЙЛЯ В ОДНОБАРЬЕРНОЙ ГРАФЕНОВОЙ СТРУКТУРЕ

А.М. Король, В.В. Вишняк, С.И. Литвинчук, И.В. Гуцало
Национальный университет пищевых технологий

В статье рассматривается однобарьерная наноструктура, созданная на базе однослойного бесцелевого графена с разными значениями скорости Ферми в барьерной области. В рамках континуальной модели с помощью релятивистского уравнения Дирака-Вейля, не содержащего массового члена, рассчитывается коэффициент прохождения квазиэлектронов T через данную структуру. Для получения численных значений коэффициента квантовой прозрачности рассматриваемой системы T использован метод трансферных матриц. Проанализирована зависимость величины T от параметров данной структуры, прежде всего от значения скорости Ферми, а также от внешнего электростатического потенциала, толщины барьера и угла падения носителей заряда на барьер.

Ключевые слова: *графен, наноструктуры, скорость Ферми, уравнение Дирака-Вейля, коэффициент трансмиссии.*

УДК 517(07)

CALCULATION OF THE SECOND-ORDER NON-LINEAR REGRESSION FUNCTION AT THE CENTRAL COMPOSITE ROTATABLE DESIGN OF EXPERIMENT WITH ANY FACTOR QUANTITY

T. Zinchenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Central composite design
Rotatability experiment
Factors
Coefficients
Determinants*

Article history:

Received 05.02.2016
Received in revised form
10.03.2016
Accepted 20.03.2016

Corresponding author:

T. Zinchenko

E-mail:

zin.val@gmail.com

ABSTRACT

The central composite rotatable design of experiments (CCRD) is used to get the independent statistical data for the calculation of the multifactor functions of regression and the mutual influence of the several factors on the qualitative characteristics of the studied process. The solution of the sparse linear algebraic equations system is necessary to be included to the problem of the regression analysis to find a general algorithm (in terms of the factors) of the coefficients computation of the multifactor regression functions in accordance with the minimum squares method. The method of mathematical induction is applied to find the recurrence formulae for the calculation of determinants of special form of a random order. The algorithm for getting the coefficients of multifactor regression functions of the second order with any fixed number of factors has been obtained.

РОЗРАХУНОК НЕЛІНІЙНИХ ФУНКЦІЙ РЕГРЕСІЇ ДРУГОГО ПОРЯДКУ ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОМУ КОМПОЗИЦІЙНОМУ РОТАТАБЕЛЬНОМУ ПЛАНУВАННІ ЕКСПЕРИМЕНТУ З ДОВІЛЬНОЮ КІЛЬКІСТЮ ФАКТОРІВ

Т.В. Зінченко

Національний університет харчових технологій

Центральне ротатабельне композиційне планування експерименту (ЦРКП) використовується для одержання незалежних статистичних даних дослідів для розрахунку багатофакторних функцій регресії та встановлення взаємного впливу декількох факторів на якісну характеристику досліджуваного процесу. В задачах регресійного аналізу для знаходження загального (по кількості факторів) алгоритму розрахунку коефіцієнтів багатофакторних функцій регресії згідно з методом мінімальних квадратів необхідно знайти розв'язок системи лінійних розріджених алгебраїчних рівнянь. З цією метою було використано метод математичної індукції для знаходження рекурентних формул обчислення визначників спеціального виду довільного порядку. Отримано алгоритм обчислення коефіцієнтів багатофакторних функцій регресії другого порядку для довільної фіксованої кількості факторів.

Ключові слова: експеримент, фактори, множинна регресія, коефіцієнти, визначники.

Постановка проблеми. Розглядається загальний випадок — факторного центрального композиційного планування експерименту (ЦКП) для дослідження зв'язку між кількома змінними факторами та їх впливу на певну якісну ознаку досліджуваного процесу. При цьому використовується рівняння множинної регресії першого, другого, рідше — третього порядку, параметри яких оцінюють за даними певної кількості експериментів.

Метою дослідження є розв'язання задачі обчислення коефіцієнтів функції регресії другого порядку для m -факторного ротатабельного експерименту для довільного числа факторів m [1, 2].

Матеріали і методи. Для математичного моделювання багатфакторних досліджень центрального композиційного планування експерименту використовуються методи математичної статистики (теорія кореляції), методи лінійної алгебри (знаходження розв'язків систем лінійних рівнянь). Крім того, було використано метод математичної індукції для знаходження рекурентних формул обчислення визначників спеціального виду довільного (сталого) порядку.

Розрізняють дві моделі ЦКП — ортогональну та ротатабельну (рис. 1 та рис. 2 для двофакторного експерименту з координатами точок в кодованому вигляді) [1, 3, 4].

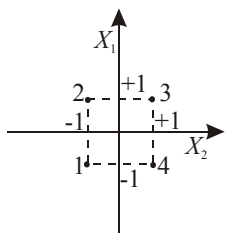


Рис. 1. Схема двофакторного ортогонального ЦКП

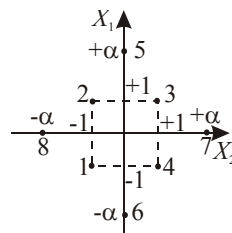


Рис. 2. Схема двофакторного ротатабельного ЦКП (α — величина «плеча»)

Для аналізу результатів частіше всього застосовують методи математичної статистики. Рівняння регресії представляють у вигляді многочлена першого чи другого порядку (іноді — третього).

Рівняння множинної регресії першого порядку (лінійне) має такий вигляд:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m, \quad (1)$$

де X_i — змінна i -го фактора, $i = \overline{1, m}$; m — кількість факторів.

Оцінка параметрів цього рівняння — коефіцієнтів $b_0, b_1, b_2, \dots, b_m$ — виконується за даними вибірки (за результатами N дослідів) за методом мінімальних квадратів. У загальному випадку коефіцієнти рівняння регресії (1) обчислюються за формулою в матричній формі [5]:

$$\bar{b} = (X^T X)^{-1} \cdot X^T \cdot \bar{y}, \quad (2)$$

де $\bar{b} = (b_0, b_1, b_2, \dots, b_m)^T$ — вектор оцінок параметрів-коефіцієнтів; $\bar{y} = (y_1, y_2, \dots, y_N)^T$ — вектор значень критерію в N дослідях,

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{N1} & x_{N2} & \dots & x_{Nm} \end{pmatrix} \text{ — матриця розміром } N \times (m+1). \quad (3)$$

Виклад основних результатів дослідження. Функція регресії другого порядку в повній формі для m факторів має вигляд:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_m X_m + b_{12} X_1 X_2 + \dots + b_{(m-1)m} X_{m-1} X_m + b_{11} X_1^2 + \dots + b_{mm} X_m^2,$$

$$\text{або } y = b_0 + \sum_{i=1}^m b_i X_i + \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{k=i+1}^m b_{ik} X_i X_k + \sum_{i=1}^m b_{ii} X_i^2, \quad (4)$$

де X_i — змінна i -го фактора, $i = \overline{1, m}$; $b_0, b_1, \dots, b_m, b_{12}, \dots, b_{(m-1)m}, b_{11}, \dots, b_{mm}$ — коефіцієнти рівняння регресії, які інакше можна описати так: $b_0, b_i, b_{ik}, i = \overline{1, m}, k = \overline{2, m}, i < k$ ($b_{ik} = b_{ki}$).

Якщо в рівнянні (4) зробити заміну змінних:

$$Z_1 = X_1; Z_2 = X_2; \dots Z_m = X_m; Z_{m+1} = X_1 \cdot X_1; Z_{m+2} = X_1 \cdot X_2; \dots Z_r = X_m \cdot X_m,$$

де кількість нових змінних дорівнює:

$$r = m + \frac{m(m-1)}{2} + m = 2m + \frac{m^2}{2} - \frac{m}{2} = \frac{m^2 + 3m}{2}, \quad (5)$$

то функція регресії (4) трансформується в лінійну функцію:

$$y = a_0 + a_1 \cdot Z_1 + \dots + a_m \cdot Z_m + a_{m+1} \cdot Z_{m+1} + \dots + a_r \cdot Z_r =$$

$$= a_0 + \sum_{j=1}^m a_j \cdot Z_j + \sum_{j=m+1}^{r-m} a_j \cdot Z_j + \sum_{j=r-m+1}^r a_j \cdot Z_j, \quad (6)$$

де a_j — невідомі коефіцієнти.

Для $j = \overline{1, m}$ вектор Z_j дорівнює:

$$Z_j = (z_{1j} \ z_{2j} \ \dots \ z_{rj})^T = (x_{1j} \ x_{2j} \ \dots \ x_{rj})^T.$$

Для $j: m < j \leq r$ вектор Z_j визначається за правилом добутку відповідних координат:

$$Z_j = X_i X_k = (x_{1i} x_{1k} \ x_{2i} x_{2k} \ \dots \ x_{ri} x_{rk})^T = (z_{1j} \ z_{2j} \ \dots \ z_{rj})^T.$$

Наприклад, у випадку *трифакторного* ротатбельного ЦКП число дослідів факторного планування та дослідів у «зіркових точках» з розміром «зіркового плеча» α разом становить чотирнадцять [3, 4]. Матриця кодovаних значень факторів експерименту має вигляд:

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & +1 & -1 & +1 & -1 & +1 & -1 & +1 & -\alpha & +\alpha & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & +1 & +1 & -1 & -1 & +1 & +1 & 0 & 0 & -\alpha & +\alpha & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 & -1 & +1 & +1 & +1 & +1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -\alpha & +\alpha \end{pmatrix}^T$$

Для повного статистичного дослідження математичної моделі додатково виконують певну кількість дослідів у точці центру факторного плану, так що загальна кількість дослідів становить $N = 2^m + 2m + n_0$, де m — кількість факторів; 2^m — кількість точок ортогонального факторного експерименту; $2m$ — кількість «зіркових точок»; n_0 — кількість дослідів у центрі плану. Кодовані значення даних за результатами дослідів для випадку $m = 3, n_0 = 6, N = 20$ представлені в таблиці.

Таблиця. Матриця трифакторного ротатбельного ЦКП для функції регресії другого порядку

Система дослідів	№ дослідів	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	y_j
		X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_2X_3	X_1X_3	X_1^2	X_2^2	X_3^2	
ПФЕ типу 2^m	1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	y_1
	2	+1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	y_2
	3	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	y_3
	4	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	y_4
	5	+1	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	y_5
	6	-1	+1	+1	-1	+1	-1	+1	+1	+1	y_6
	7	+1	-1	+1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	y_7
	8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	y_8
Досліди в «зіркових» точках	9	$-\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	0	0	y_9
	10	$+\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	0	0	y_{10}
	11	0	$-\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	0	y_{11}
	12	0	$+\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	0	y_{12}
	13	0	0	$-\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	y_{13}
	14	0	0	$+\alpha$	0	0	0	0	0	α^2	y_{14}
Досліди в центрі плану	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{15}
	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{16}
	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{17}
	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{18}
	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{19}
	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	y_{20}

Якщо в результаті N експериментів були отримані значення якісної ознаки досліджуваного процесу $y_n, n = 1 \dots N$, для знаходження коефіцієнтів функції (6) можна застосувати метод мінімальних квадратів:

$$Q = \sum_{n=1}^N \left[y_n - \left(a_0 + \sum_{j=1}^r a_j \cdot z_{nj} \right) \right]^2 \rightarrow \min. \quad (7)$$

Знаходження коефіцієнтів $\alpha_j (j = \overline{0, r})$ функції регресії (6) дає змогу знайти розв'язок системи рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\partial Q}{\partial a_0} = 2 \sum_{n=1}^N \left[y_n - \left(a_0 + \sum_{j=1}^r a_j \cdot z_{nj} \right) \right] \cdot (-1) = 0; & \begin{cases} Na_0 + \sum_{n=1}^N \sum_{j=1}^r a_j \cdot z_{nj} = 0; \\ \sum_{n=1}^N y_n z_{nl} = \sum_{n=1}^N \left(a_0 + \sum_{j=1}^r a_j \cdot z_{nj} \right) \cdot z_{nl}. \end{cases} \end{cases} \quad (8)$$

$$l = \overline{1, r}.$$

Система (8) є системою $(r + 1)$ рівнянь:

$$\left\{ \begin{array}{l} Na_0 + a_1 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n1} + a_2 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n2} + \dots + a_r \cdot \sum_{n=1}^N z_{nr} = \sum_{n=1}^N y_n = I_0; \\ a_0 \sum_{n=1}^N z_{n1} + a_1 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n1} \cdot z_{n1} + a_2 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n2} \cdot z_{n1} + \dots + a_r \cdot \sum_{n=1}^N z_{nr} \cdot z_{n1} = \sum_{n=1}^N y_n \cdot z_{n1} = I_1; \\ a_0 \sum_{n=1}^N z_{n2} + a_1 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n1} \cdot z_{n2} + a_2 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n2} \cdot z_{n2} + \dots + a_r \cdot \sum_{n=1}^N z_{nr} \cdot z_{n2} = \sum_{n=1}^N y_n \cdot z_{n2} = I_2; \\ \dots \\ a_0 \sum_{n=1}^N z_{nr} + a_1 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n1} \cdot z_{nr} + a_2 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n2} \cdot z_{nr} + \dots + a_r \cdot \sum_{n=1}^N z_{nr} \cdot z_{nr} = \sum_{n=1}^N y_n \cdot z_{nr} = I_r. \end{array} \right. \quad (9)$$

Вектори Z_1, Z_2, \dots, Z_{r-m} є ортогональними (скалярні добутки рівні нулю: $Z_i Z_k = 0, i \neq k$), система рівнянь (9) є розрідженою:

$$\left\{ \begin{array}{l} N\alpha_0 + \alpha_{r-m+1} \cdot \sum_{n=1}^N z_{n,r-m+1} + \alpha_{r-m+2} \cdot \sum_{n=1}^N z_{n,r-m+2} + \dots + \alpha_r \cdot \sum_{n=1}^N z_{nr} = \sum_{n=1}^N y_n = I_0; \\ a_1 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n1} \cdot z_{n1} = \sum_{n=1}^N y_n \cdot z_{n1} = I_1; \\ a_2 \cdot \sum_{n=1}^N z_{n2} \cdot z_{n2} = \sum_{n=1}^N y_n \cdot z_{n2} = I_2; \\ \dots \\ a_{r-m} \cdot \sum_{n=1}^N z_{r-m} \cdot z_{r-m} = \sum_{n=1}^N y_n \cdot z_{r-m} = I_{r-m}; \\ a_0 \sum_{n=1}^N z_{r-m+1} + a_{r-m+1} \cdot \sum_{n=1}^N z_{r-m+1} \cdot z_{r-m+1} + a_{r-m+2} \cdot \sum_{n=1}^N z_{r-m+2} \cdot z_{r-m+1} + \dots \\ \dots + a_r \cdot \sum_{n=1}^N z_r \cdot z_{r-m+1} = \sum_{n=1}^N y_n \cdot z_{r-m+1} = I_{r-m+1}; \\ \dots \\ a_0 \sum_{n=1}^N z_{nr} + a_{r-m+1} \cdot \sum_{n=1}^N z_{r-m+1} \cdot z_r + a_{r-m+2} \cdot \sum_{n=1}^N z_{r-m+2} \cdot z_r + \dots \\ \dots + a_r \cdot \sum_{n=1}^N z_r \cdot z_r = \sum_{n=1}^N y_n \cdot z_{nr} = I_r. \end{array} \right.$$

Розв'язати систему (9) допоможуть формули обчислення визначників спеціального виду, представлені у запропонованому дослідженні. Для знаходження математичного розв'язку для r коефіцієнтів функції регресії (1) необхідно розв'язати систему r рівнянь, де

$$r = m + \frac{m(m-1)}{2} + m = 2m + \frac{m^2}{2} - \frac{m}{2} = \frac{m^2 + 3m}{2}. \quad (10)$$

Щоб отримати розв'язок системи за правилом Крамера, потрібно обчислити відповідну кількість визначників. Для розв'язання цієї задачі були отримані формули обчислення визначників спеціального виду n -го порядку. Розглянемо визначники деяких важливих квадратних матриць, що мають n рядків і n стовпчиків [4].

$$I_n = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$I_n = (-1)^{n+1} \cdot (-1)^{n-1} = 1$$

$$A_n = \begin{pmatrix} a & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 0 & 0 & \dots & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$A_n = (-1)^{n+1} \cdot (n-1+a)$$

$$J_n = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 1 & 0 & -1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & 0 & 0 & \dots & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & \dots & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$J_n = (-1)^{n+1} \cdot n$$

$$B_n = \begin{pmatrix} b_1 & 1 & 1 & \dots & 1 & 1 \\ b_2 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ b_3 & 0 & -1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{n-1} & 0 & 0 & \dots & -1 & 0 \\ b_n & 0 & 0 & \dots & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$B_n = (-1)^{n+1} \cdot (b_1 + b_2 + \dots + b_n)$$

Введемо позначення:

$$I_0 = \sum_{k=1}^N y_k; \quad I_i = \sum_{k=1}^N y_k \cdot x_{ik}; \quad I_{ij} = \sum_{k=1}^N y_k \cdot x_i \cdot x_j; \quad I_{ii} = \sum_{k=1}^N y_k \cdot x_i^2; \quad S = \sum_{i=1}^m I_{ii}; \quad (11)$$

$$v = 2^m + 2\alpha^2; \quad R = M(2\alpha^4 + m \cdot 2^m) - m \cdot v^2.$$

Розв'язок системи рівнянь (9) дає змогу отримати формули для обчислення коефіцієнтів функції регресії (4):

$$\begin{cases} b_i = \frac{1}{v} \cdot I_i, \quad i = \overline{1, m}; \\ b_0 = I_0 \cdot \frac{2 \cdot \alpha^4 + m \cdot 2^m}{R} - \frac{v}{R} \cdot S; \\ b_{ii} = I_0 \cdot \left(-\frac{v}{R} \right) + \frac{v^2 - m2^m}{2\alpha^4 \cdot R} \cdot S + \frac{1}{2\alpha^4} \cdot I_{ii}; \\ b_{ij} = \frac{1}{2^m} \cdot I_{ij}, \quad i < j, \end{cases} \quad (12)$$

де $i, j = \overline{1, m}$; m — кількість факторів.

Якщо у формулах (4) і (12) — функції регресії та формулах обчислення коефіцієнтів — припустити, наприклад, про $m = 3$, то отримані формули коефіцієнтів функції регресії для випадку трьох факторів повністю збігаються з розглянутими розв'язками для відповідної задачі в праці [4].

Висновки

Якщо для дослідження впливу m змінних факторів на певну якісну ознаку досліджуваного процесу використовують центральне композиційне ротатабельне планування експерименту (ЦКРП), і якщо в результаті N експериментів були отримані значення якісної ознаки досліджуваного процесу y_n , $n = 1 \dots N$, то для знаходження оптимального співвідношення між факторами можна використати аналіз властивостей багатофакторної функції регресії другого порядку та знаходження точок її екстремумів.

Отримано алгоритм обчислення коефіцієнтів та знаходження функції регресії другого порядку для довільної (фіксованої) кількості факторів:

- за даними експериментів обчислити всі суми за формулами (11);
- обчислити коефіцієнти b_0, b_i, b_{ii}, b_{ij} за формулами (12);
- підставити значення коефіцієнтів b_0, b_i, b_{ii}, b_{ij} у формулу функції регресії (4).

Дослідження властивостей функції регресії є окремою (іншою) математичною задачею.

Література

1. *Грачев Ю.П.* Математические методы планирования эксперимента / Ю.П. Грачев, Ю.М. Плаксин. — Москва: ДеЛи принт, 2005. — 296 с.
2. *Адлер Ю.П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Изд. 2-е / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. — Москва: Наука, 1976.
3. *Дерканосова, Н.М.* Практикум по моделированию и оптимизации потребительских свойств пищевых продуктов: учеб. Пособие / Н.М. Дерканосова А.А.Журавлев, И.А. Сорокина. — Воронеж: ООО «Главреклама», 2009. — 167 с.
4. *Zinchenko T.* Calculation of functions of multiple regression of the second order in the tasks of the central composition planning of experiment / T. Zinchenko, A. Dorokhovich // *Ukrainian Food Journal*. — Volume 3, Issue 5. — P. 15—22.
5. *Мартиненко М.А.* Математична статистика: Навчальний посібник / М.А. Мартиненко, О.М. Нещадим, О.І. Радзівська, В.М. Сафонов. — Київ: Четверта хвиля, 2005. — 208 с.

ВЫЧИСЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ФУНКЦИЙ РЕГРЕССИИ ВТОРОГО ПОРЯДКА ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОМ КОМПОЗИЦИОННОМ РОТАТАБЕЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ ЭКСПЕРИМЕНТА С ПРОИЗВОЛЬНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ФАКТОРОВ

Т.В. Зинченко

Национальный университет пищевых технологий

Центральное ротатабельное композиционное планирование эксперимента (ЦКРП) позволяет получить независимые статистические данные экспери-

ментов для расчета многофакторных функций регрессии и оценки взаимного влияния различных (нескольких) факторов на качественную характеристику исследуемого процесса. В задачах регрессионного анализа для нахождения обобщенного (по количеству факторов) алгоритма расчета коэффициентов многофакторных функций регрессии согласно методу минимальных квадратов необходимо найти решение системы линейных разреженных алгебраических уравнений. Для решения этой задачи были получены рекуррентные и прямые формулы вычисления разреженных определителей специального вида произвольного порядка, что позволило найти решение системы уравнений специального вида с неизвестными для произвольного (фиксированного) значения. В задачах регрессионного анализа неизвестными выступают коэффициенты многофакторной функции регрессии. Получен алгоритм расчета коэффициентов многофакторных функций регрессии второго порядка для произвольного (фиксированного) количества факторов.

Ключевые слова: эксперимент, факторы, множественная регрессия, коэффициенты, определители.

OBTAINING FROZEN HALF-PRODUCTS FROM WILD BERRIES WITH DENSE PEEL

G. Simakhina, S. Khalapsina

National University of Food Technologies

Key words:

Wild berries
Peel
Freezing
Cold adaptation
Cryoprotectors
Biological value

Article history:

Received 13.02.2016
Received in revised form
21.02.2016
Accepted 15.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The authors have grounded and determined the necessary conditions for freezing the wild berries with dense peel (lingonberries and cranberries), which provide the structural and functional wholeness of plant cells during freezing and defrostation. They also chose the combined cryoprotector consisting of solutions of glucose and citric acid. This way of freezing berries save undamaged their shape, chemical composition, and organoleptic properties, either right after freezing or after defrostation. Therefore, frozen berries may be consumed as half-products in food industry and restaurant networks or used for direct consumption. Frozen and defrosted berries can also be used in curative nutrition and in diets for specific contingents.

ОТРИМАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІД ЗІ ЩІЛЬНОЮ ПОКРИВНОЮ ТКАНИНОЮ

Г.О. Сімахіна, С.В. Халапсіна

Національний університет харчових технологій

У статті обґрунтовано та визначено оптимальні умови заморожування дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною — калини й журавлини, які забезпечують структурну, функціональну цілісність рослинних клітин під дією низьких температур при заморожуванні та дефростації. Підібрано комбінований кріопротектор, до складу якого входять розчини глюкози та лимонної кислоти. Ягоди, заморожені запропонованим методом, зберігають свій об'єм, хімічний склад і органолептичні властивості як відразу після заморожування, так і після дефростації. Їх можна використовувати як напівфабрикати в харчовій промисловості, в мережі ресторанного господарства й вживати безпосередньо. Заморожені і дефростовані ягоди можуть знайти застосування в лікувальному харчуванні та в раціонах для спецконтингентів.

Ключові слова: дикорослі ягоди, покривна тканина, заморожування, холодова адаптація, кріопротектори, біологічна цінність.

Постановка проблеми. Нераціональне харчування з незначною кількістю фруктів, ягід, овочів стало однією з причин аліментарних та аліментарно зумовлених захворювань. Уперше на цю проблему звернули увагу учасники Міжнародної конференції з харчування в Римі (1992), на якій було проголошено: «Оптимальне забезпечення населення безпечною та біологічно цінною їжею є найважливішою умовою охорони та зміцнення здоров'я».

З цієї точки зору рослинна сировина, а також продукти її перероблення, є незамінним компонентом здорового харчування, зважаючи на високі концентрації цінних біологічно активних речовин: вітамінів, мінеральних елементів, фенольних сполук, пектинових речовин, органічних кислот тощо. Згідно з принципами здорового харчування, розробленими Міністерством сільського господарства США, основу раціону мають становити зернові продукти, овочі та плодово-ягідна сировина.

Остання позиція потребує особливої уваги, оскільки саме плоди та ягоди як рослинні соковиті об'єкти мають низьку енергетичну цінність (30...50 ккал), що зумовлює їх широке використання при виробництві дієтичної продукції, наприклад для осіб із порушеним обміном речовин. Основним енергетичним матеріалом у складі плодово-ягідної продукції, в тому числі дикорослої, служать легкозасвоювані вуглеводи, а найбільшу цінність у харчуванні ця сировина представляє як джерело біологічно активних речовин, сполук специфічної дії, природних біорегуляторів.

Завдяки цим біокомпонентам плоди й овочі поліпшують травлення, серцево-судинну діяльність, нервово-емоційний стан людини і тому є незамінними у харчуванні. Сучасні дослідження констатують також, що в екстремальних умовах життєдіяльності, при підвищених фізичних і психоемоційних перевантаженнях, характерних для військовослужбовців, ліквідаторів аварій тощо, потреби у вітамінах, мінеральних речовинах, харчових волокнах зростають у декілька разів, і їх можуть забезпечити саме адекватні кількості плодово-ягідної сировини та продуктів її перероблення.

За рекомендаціями ВООЗ, щоденне споживання плодовоовочевої сировини становить 400...600 г [1], а середня річна потреба в дикорослих плодах і ягодах становить 7 кг (на суху сировину) [2].

Комплексне вирішення проблеми забезпечення населення України впродовж року такою високовітамінною продукцією вбачається у всебічному аналізі масштабів виробництва, використанні плодово-ягідної сировини у свіжому і консервованому вигляді, зважаючи на сезонність її вирощування, та розробленні сучасних технологій її консервування, здатних забезпечити необхідну якість і належні органолептичні показники впродовж тривалого терміну зберігання.

Для України як держави, орієнтованої на експорт сільськогосподарської продукції [3], дотримання зазначених показників є необхідною умовою виходу на європейський ринок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Попри те, що окремі види плодово-ягідної сировини значною мірою відрізняються між собою кількісним і якісним складом, усі вони характеризуються значними концентраціями води та невисоким вмістом сухих речовин, що й визначає їхню поведінку при зберіганні й переробленні [4].

Через недосконалі технології збирання, зберігання та перероблення втрачається значна частина вирощеної рослинної продукції. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), 44 % від усіх втрат продовольчих ресурсів припадає на плодоовочеву продукцію [5]. Аналіз структури втрат пов'язують із недостатністю науково обґрунтованих рекомендацій і технологій зберігання такої продукції, відсутністю необхідних потужностей ефективного холодильного обладнання, браком інвестицій у сучасні технології зберігання та консервування плодово-ягідної сировини.

Накопичений світовий досвід показує, що найсучаснішим способом вирішення цієї проблеми є використання штучного холоду, який викликає мінімальні зміни харчової та біологічної цінності сировини, отриманих із неї готових продуктів, їхньої якості й органолептичних показників. Недаремно за прогнозами фахівців і даними ЮНЕСКО, у міжнародному прогнозі «Іжа. Третє тисячоліття» пріоритетним методом консервування харчової сировини визнано заморожування у всіх його модифікаціях і варіантах використання.

Застосування низьких температур для контролю дихання та сповільнення післязбирального метаболізму є розповсюдженим методом зберігання соковитої плодовоовочевої продукції у країнах із розвиненими технологіями, з безперервним холодильним ланцюгом, сучасними сховищами [6, 7]. У багатьох країнах світу стрімко розвиваються й інші холодильні технології (заморожування, сублімаційне сушіння), зростають обсяги виробництва заморожених і сублімованих продуктів; сучасні швидкоморозильні апарати, фасувальне та інше обладнання характеризуються високим ступенем автоматизації й великою продуктивністю [8].

В останні роки популярності набуває також спосіб оброблення плодовоовочевої продукції розчинами біологічно активних речовин, що дозволяє уповільнити фізіологічні процеси дозрівання і старіння, зменшити природні втрати маси та знизити швидкість розвитку мікроорганізмів [9].

Повертаючись до питання консервування плодово-ягідної сировини холодом, доцільно наголосити, що цей спосіб, окрім уже зазначених, має й ряд інших переваг. Він надає можливість уникнути сезонності виробництва високовітамінної продукції, забезпечити впродовж року функціонування харчових і переробних підприємств, розширити асортимент страв ресторанного господарства, збалансувати раціон населення відповідно до принципів здорового харчування, ввести до сфери харчових технологій місцеву дикорослу сировину з підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

У комплексі досліджень із розроблення ефективних технологій заморожування на першому етапі стоїть сортовідбір сировини [10]. Придатність до промислового заморожування плодів та ягід визначають зазвичай за вмістом біологічно активних речовин, їхнім фармакологічним впливом, розповсюдженістю сировини на території України, ступенем зрілості тощо.

Результати виконаних нами попередніх досліджень показали, що не менш важливим критерієм є структура захисних тканин плодів та ягід — покривних і механічних [11], які вкривають тіло плоду ззовні й вистеляють зсередини шкірку. Залежно від компонентів, які формують склад захисних покривних тканин, ягоди було класифіковано за двома великими групами: тонкостінні з

ніжною покривною тканиною і міжклітинниками й товстостінні зі щільною покривною тканиною без міжклітинників.

Слід очікувати, що представники кожної з груп по-різному реагують на холодові стреси, мають різну вологоутримуючу здатність і кріорезистентність при заморожуванні, зберіганні, дефростації; відзначається різним ступенем втрат клітинного соку, а отже, і різними якісними й органолептичними характеристиками отриманих напівфабрикатів. Їх заморожування апріорі має свої особливості, які необхідно враховувати при розробленні низькотемпературних технологій консервування.

Автори статті вивчили поведінку ягід із ніжною покривною тканиною (суниця, полуниця, малина) і визначили умови процесу, які надають можливість значно нівелювати структурно-механічні зміни рослинних тканин при заморожуванні, запобігаючи таким чином втратам клітинного соку і зниженню якості отриманих напівфабрикатів [12].

Метою статті є обґрунтування та визначення оптимальних умов заморожування дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною, які забезпечують структурну і функціональну цілісність рослинних клітин у процесах заморожування — дефростації.

Виклад основних результатів дослідження. Як предмет дослідження обрано дикорослі ягоди калини (*Viburnum opulus*) та журавлини болотної (*Oxycoccus palustris*). Ягоди зібрано в Київській області: калину — до заморозків, журавлину — у весняний збір. У ці періоди ягоди даних видів відзначаються найвищим вмістом цінних біологічно активних речовин.

Загалом до плодово-ягідної сировини зі щільною покривною тканиною можна віднести ягоди глоду, шипшини, горобини, бузини, ожини, терну; яблука, груші, айву, цитрусові тощо.

З використанням стандартних методик дослідження у ягодах визначили вміст основних біокомпонентів, які характеризують їхню біологічну цінність та органолептичні показники. Отримані результати наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Хімічний склад свіжих ягід калини і журавлини, (n = 3, N = 3)

Вид сировини	Вміст цукрів, %		Вміст, мг%		
	загальних	редуючих	вітамін С	органічні кислоти	біофлавоноїди
Ягоди калини	10,3±0,09	5,9±0,01	70,5±0,4	3,45±0,15	648±0,8
Ягоди журавлини	8,2±0,01	3,6±0,08	42,4±0,09	2,76±0,07	986±0,04

Примітка: *n* — кількість повторів, *N* — загальна кількість спостережень.

Згідно з отриманими даними, ягоди калини, порівняно з ягодами журавлини, містять більше загальних цукрів (на 20,4 %), редууючих цукрів (на 39 %), вітаміну С (на 40 %), органічних кислот (на 20 %). Лише за вмістом біофлавоноїдів вони поступаються ягодам журавлини — на 52 % менше. Співвідношення загальні цукри:органічні кислоти в обох видах ягід практично однакове (2,97 і 2,99). У солодких ягодах цей показник значно вищий. Наприклад, у суницях він становить 6,16, і така комбінація створює особливий смаковий букет, посилений ефірними оліями, ароматичними сполуками тощо.

Отже, обрані предмети дослідження є перспективними для отримання заморожених напівфабрикатів. Їхні цінні властивості зумовлено природною компо-

зицією хімічно складних і різноспрямовано діючих сполук із високою біологічною та фізіологічною активністю, які забезпечують оздоровчі, профілактичні та лікувальні ефекти як самих напівфабрикатів, так і продуктів на їхній основі.

В основу досліджень поставлено завдання максимального збереження комплексу біологічно активних речовин сировини при заморожуванні та зберіганні, цілісності покривної тканини і, як результат, мінімізації втрат клітинного соку при дефростації.

Рослинні матеріали з високим вмістом вітамінів відносять до кріолабільних. Без використання інновацій у галузі низькотемпературних технологій практично неможливо отримати з них продукти високої якості, з належними органолептичними характеристиками. До таких інновацій належать: кріопротектування, оброблення низькочастотним і надвисокочастотним електромагнітним полем, кріоподрібнення, кріосепарація.

Результатами досліджень, отриманих у галузі кріобіології та кріомедицини, констатовано, що належного захисту клітинам біологічних об'єктів при заморожуванні надають кріопротектори. Для цього використовують сполуки різних класів — спирти, аміди, органічні кислоти, цукри, розчини солей, гліцерин тощо [13].

Численними експериментальними дослідженнями авторів статті встановлено, що із випробуваних понад 15 різних композицій кріопротекторів для попереднього оброблення ягід зі щільною покривною тканиною найбільш ефективною виявилася суміш глюкози (5...18 %) та лимонної кислоти (1 %). Зазначені кріопротектори блокують фермент аскорбатоксидазу, яка вирізняється строгою специфічністю стосовно субстрату й окислює аскорбінову кислоту. Під впливом низьких температур за наявності кріопротекторів активність аскорбатоксидази у різних видах плодово-ягідної сировини знижується від 28,5 до 15,7 %.

Для визначення оптимальної концентрації комбінованого кріопротектора проведено оцінку органолептичних показників після розморожування ягід калини, оброблених кріопротекторами різної концентрації протягом 15 хв при кімнатній температурі. Результати наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Оцінка органолептичних показників дефростованих ягід калини

№ поз.	Концентрація кріопротектора, %	Оцінка
1	2	3
1	5	Після розморожування ягоди втрачають сік у зв'язку з ушкодженням покривної тканини і клітин, утвореними великими кристалами льоду, що знижує їхню біологічну цінність
2	9	Після розморожування частина ягід втрачає сік у зв'язку з ушкодженням покривної тканини і клітин, утвореними кристалами льоду, що знижує їхню біологічну цінність
3	10	Після розморожування ягоди зберігають свою початкову форму, колір, мають блиск, при цьому помітних деформацій або порушення цілісності та виділення соку не виявлено. За смаком і запахом різниці між розмороженими і свіжими ягодами не встановлено.

1	2	3
4	13	Після розморожування ягоди зберігають свою початкову форму, колір, мають блиск, помітних деформацій або порушення цілісності та виділення соку не виявлено. За смаком і запахом різниці між розмороженими та свіжими ягодами не встановлено.
5	15	Після розморожування ягоди зберігають свою початкову форму, колір, мають блиск, деформацій або порушення цілісності та виділення соку не виявлено. Смак і запах ягід нагадує свіжі.
6	18	Після розморожування ягоди зберігають свою початкову форму, колір, мають блиск, при цьому помітних деформацій або порушення цілісності та виділення соку не виявлено. За смаком і запахом різниці між розмороженими та свіжими ягодами не встановлено.

Ці результати свідчать, що 5- та 9-відсотковий розчин комбінованого кріопротектора не надає належного захисту клітинам ягід при заморожуванні та зберіганні. Надійні результати отримано при використанні кріопротекторів 10-відсоткової концентрації і вище. Разом з тим, доцільно обмежитись концентраціями 10...15 % з економічної точки зору.

Отже, практичне здійснення кріопротектування сировини перед заморожуванням полягає в тому, що ягоди миють, відокремлюють плодоніжку, звільняють від надлишкової вологи шляхом струшування або обдування повітрям, витримують у розчині 10...15-відсоткового комбінованого кріопротектора протягом 5...25 хв. Підготовлені таким чином ягоди заморожують при температурі 36...37 °С протягом 70...90 хв. Після цього заморожені ягоди пакують у полімерну тару, маркують і зберігають при температурі –18 С. Проведена дегустаційна оцінка заморожених ягід, витриманих у розчинах кріопротектора від 5 до 25 хв дала змогу визначити оптимальну тривалість оброблення ягідної сировини комбінованим кріопротектором (табл. 3).

Таблиця 3. Дегустаційна оцінка заморожених ягід після кріопротектування, бали

Вид сировини	Час витримування ягід у розчині кріопротектора, хв				
	5	10	15	20	25
Ягоди журавлини	3,7	4,8	5,0	4,9	5,0
Ягоди калини	3,8	4,9	5,0	5,0	4,9

Дані табл. 3 підтверджують доцільність оброблення ягід у розчині кріопротектора протягом 15...20 хв.

Отримані результати стали основою проведення процесу заморожування дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною, оброблених комбінованим кріопротектором, з отриманням напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності і високих органолептичних показників (табл. 4).

Відповідно до табличних даних, навіть «шокове» заморожування ягід, не-оброблених кріопротекторами, викликає певні зміни у їхньому біокомпонентному складі: найбільше втрат зазнала аскорбінова кислота (18,4 % — у ягодах журавлини, 15,6 % — у ягодах калини); вміст біофлавоноїдів зменшився, відповідно, на 16 та 11,2 %; частка органічних кислот зменшилася всього на 2...3 %; вміст загальних цукрів зменшився на 6...8 %, а редукуючих — зріс на 4...5 %.

Таблиця 4. Вплив кріопротектування на зміни концентрації біокомпонентів ягід при заморожуванні

Вид сировини	Вміст цукрів, %		Вміст, мг%		
	загальних	редукуючих	вітамін С	органічні кислоти	біофлавоноїди
Ягоди калини без кріопротекторів	9,6±0,04	6,2±0,9	59,5±0,06	3,37±0,11	578,7±0,2
Ягоди журавлини без кріопротекторів	7,54±0,07	3,74±0,14	34,6±0,2	2,69±0,08	828,2±0,7
Ягоди калини з кріопротекторами	10±0,07	6,2±0,15	66,4±0,06	3,4±0,09	622,1±0,05
Ягоди журавлини з кріопротекторами	8,1±0,05	3,8±0,16	37,8±0,15	2,8±0,13	897,3±0,06

У ягодах, заморожених після оброблення кріопротекторною композицією, втрати вітаміну С в обох випадках зменшились у 2...3 рази, біофлавоноїдів — у 1,7...2 рази. Характерним виявилось те, що ягоди з вищим вмістом цукрів (калина) зазнали менших втрат вітамінів. Це можна пояснити тим, що цукри (сахароза, глюкоза, фруктоза) є природними кріопротекторами, які підвищують здатність тканин біологічних об'єктів до холодових адаптацій при заморожуванні.

Висновки

Використання комбінованого кріопротектора *глюкоза + лимонна кислота* забезпечує структурну і функціональну цілісність клітин ягід зі щільною покривною тканиною, внаслідок чого при «шоковому» заморожуванні практично відсутня деформація клітин. Механізм цього явища можна пояснити тим, що глюкоза належить до кріопротекторів, які досить легко проникають усередину клітини, знижуючи можливість внутрішньоклітинної кристалізації, а також сприяють формуванню дрібнокристалічного льоду, структура якого близька за своєю природою до аморфної. Зміна структури льоду під дією кріопротекторів знижує ступінь механічного впливу на цитоплазматичні структури і мембрани, зберігаючи цілісність клітин.

Лимонна кислота в даному разі виступає як поліфункціональна сполука, дія якої спрямована на зміну характеру кристалізації води в клітинах і міжклітинному просторі й підтриманні структурно-функціональних параметрів біооб'єктів. Загалом таку роль виконують не лише деякі органічні кислоти, а й природні та синтетичні антиоксиданти й антиокислювачі, активатори метаболізму і сполуки, що активують процеси відновлення.

Порівняння особливостей заморожування різних об'єктів (наприклад, ягід із ніжною та щільною покривною тканиною) показує, що для кожного з них реально підібрати найбільш ефективні комбіновані кріопротектори, які містять як власне сполуки-протектори, так і інші речовини, що надають можливість поліпшити стан фізіологічних і метаболічних систем клітин у процесах заморожування й дефростації.

Література

1. *Питание и здоровье в Европе*. — Копенгаген: Европейское бюро ВОЗ, 2003. — 38 с.

2. Цапалова Э.И. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений / Э.И. Цапалова. — Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2000. — 180 с.
3. Єдина комплексна стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015—2020 роки [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node16025>.
4. Ширко Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко. — Минск: Наука і тэхніка, 1991. — 294 с.
5. Reducing Food Loss and Waste [Electronic Resource] / B. Lipinski, C. Hanson et al. // Creating a Sustainable Food. Future Two. World Resources Institute. — Washington, DC, 2013. — Available at: <http://www.wri.org>.
6. Kader A. Post-Harvest Technology of Horticultural Crops / A. Kader // Ethiopian Journal of Applied Sciences and technology. — 2013. — № 1. — P. 1—8.
7. Toivonen P. Benefits of Combined Treatment Approaches to Maintaining Fruit and Vegetable Quality / P. Toivonen // Fresh Products. — 2009. — № 3. — P. 58—69.
8. Dhall R.K. Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: a Review / R.K. Dhall // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 2013. — № 5. — P. 435—450.
9. Прісс О.П. Збереженість томатів і перцю за обробки екстрактами кореня хрону / О.П. Прісс, В.Ф. Жукова // Харчова наука і технологія. — 2015. — Вип. 2. — С. 68—74.
10. Сімахіна Г.О. Низькі температури у технологіях оздоровчих продуктів: монографія / Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко. — Київ: Видавництво «Сталь», 2011. — 363 с.
11. Сербін А.Г. Фармацевтична ботаніка: підручник / А.Г. Сербін, Л.М. Сіра, Т.О. Слободянюк. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 488 с.
12. Сімахіна Г.О. Особливості заморожування ягід з ніжною текстурою / Г.О. Сімахіна, С.В. Халапсіна // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2015. — Т. 21, № 4. — С. 198—205.
13. Белоус А.М. Криобиология: монография / А.М. Белоус, В.И. Грищенко. — Київ: Наукова думка, 1994. — 430 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД С ПЛОТНОЙ ПОКРОВНОЙ ТКАНЬЮ

Г.А. Симахина, С.В. Халапсіна

Национальный университет пищевых технологий

В статье обоснованы и определены оптимальные условия замораживания дикорастущих ягод с плотной покровной тканью — калины и клюквы, которые обеспечивают структурную и функциональную целостность растительных клеток под воздействием низких температур при замораживании и дефростации. Подобран комбинированный криопротектор, в состав которого входят растворы глюкозы и лимонной кислоты. Ягоды, замороженные предложенным методом, сохраняют свой объем, химический состав и органолептические свойства как вскоре после замораживания, так и после дефростации. Их можно использовать как полуфабрикаты в пищевой промышленности, в сети ресторанного хозяйства и употреблять непосредственно. Замороженные и дефростированные ягоды могут найти применение в лечебном питании и в рационах для спецконтингентов.

Ключевые слова: дикорастущие ягоды, покровная ткань, замораживание, холодовая адаптация, криопротекторы, биологическая ценность.

INVESTIGATION OF OXIDATIVE DEGRADATION OF VEGETABLE OILS OF VARIOUS DEGREES OF SATURATION WITH TOCOPHEROL

I. Radziewska, O. Melnik

National University of Food Technologies

Key words:

*Oxidation inhibitors
The degree of saturation
Kinetic parameters
The method of DPPH
Antioxidant activity*

Article history:

Received 02.02.2016
Received in revised form
16.02.2016
Accepted 12.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The content of tocopherol isomers and their activity in oil of different refining degree (from pressed unrefined oil to refined deodorized oil) were studied. It is shown that the isomeric composition of tocopherols influences the rate and kinetics of elongation as well as termination of radical chain oxidation. The relationship between the fatty acid composition of the oil, in particular with the content of unsaturated fatty acids, the flow rate of peroxidation reactions and content of oxidation inhibitors is related. It is shown that the critical factor while breaking the oxidation reactions is the inhibitory effect of tocopherol, namely its total content over the maximum content of α -isomer.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ НАСЫЩЕННОСТИ В ПРИСУТСТВИИ ТОКОФЕРОЛА

И.Г. Радзиевская, О.П. Мельник

Национальный университет пищевых технологий

В статье исследовано содержание изомеров токоферола и их активность в растительных маслах с разной глубиной рафинации — от пресовых нерафинированных до рафинированных дезодорированных. Показано, что изомерный состав токоферолов оказывает влияние на скорость и кинетику процессов удлинения и обрыва радикальных цепей окисления. Установлена связь между жирнокислотным составом масла, в частности содержанием ненасыщенных жирных кислот, скоростью протекания реакций пероксидации и содержанием ингибиторов окисления. Подчеркнуто, что решающим фактором при торможении окислительных реакций является ингибирующее влияние токоферола, а именно его общее содержание при наибольшем содержании α -изомера.

Ключевые слова: окисление, ингибиторы, степень насыщенности, кинетические параметры, метод DPPH, антиоксидантная активность.

Постановка проблемы. Важное место в физической химии занимают радикальные реакции окисления, лежащие в основе ряда технологий. Изучение

взаимосвязи реакционной способности реагентов в таких реакциях с их строением является одной из основных задач физической химии. Среди этих реакций немалое значение имеют реакции с участием пероксидных радикалов [1—4], вызывающие окислительную деструкцию органических соединений, предотвратить которую можно с помощью природных и синтетических ингибиторов [5—8].

С теоретической и практической точки зрения большой интерес представляют особенности процесса окисления ацилглицеролов жиров и закономерности, регулирующие скорость и направление этого процесса [4, 8—11], поэтому исследование процесса окисления растительных масел и жиров является актуальной задачей как для пищевой промышленности, так и для физической химии, что позволяет на практике решать основную задачу физической химии — предсказание хода химического процесса и конечного результата и дает возможность управлять этим процессом.

Скорость окисления растительных масел и жиров определяется строением радикалов жирных кислот, входящих в состав триглицеролов, температурными условиями, присутствием в жирах катализаторов и ингибиторов окисления, действием света и кислорода [11].

Несмотря на пристальное внимание ученых к проблеме защиты органических соединений от окислительной порчи, эта проблема далека от своего решения. Углубленное изучение механизма окислительных превращений безусловно необходимо и особенно актуально при поиске путей стабилизации пищевых жиров, что связано со сроками хранения, уменьшением потерь жирового сырья и готовой продукции при их добыче и переработке.

Проблема повышения устойчивости растительных масел к окислению связана с исследованием активности и механизма действия содержащихся в них антиоксидантов. Токоферолы представляют собой природные антиоксиданты масел и жиров. Проявление их действия заключается в увеличении индукционного периода и снижении скорости окисления [6, 7].

Цель статьи. Исследование связи между степенью ненасыщенности триглицерольного состава природных масел, содержанием в них комплекса натуральных антиоксидантов разной активности и скоростью окисления в условиях автоокисления.

Материалы и методы. Для проведения экспериментов выбраны образцы наиболее используемых растительных масел: подсолнечное, кукурузное, оливковое, грецкого ореха, пальмовое и пальмоядровое.

Хроматографические исследования состава метиловых эфиров жирных кислот проведены на газовом хроматографе Hewlett-Packard HP 6890 с пламенно-ионизационным детектором, инжектор S/S с выделением потоков, колонка Sp2380, длина 100 м, внутренний диаметр 0,25 мм, толщина покрытия 0,2 мкм. Детекцию токоферолов осуществляли с помощью жидкостного хроматографа Hewlett-Packard HP1100 с флуоресцентным и диодно-матричным детекторами, возвратно-фазовая колонка Hypersil MOS диаметром 2,1 мм, длина 200 мм.

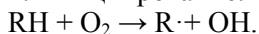
Активность природных антиоксидантов определяли методом со стабильным хромоген-радикалом DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) на спектро-

фотометре HeliosOmegaUV-VIS (Thermoscientific). Для приготування робочих розчинів застосовували 96-процентний метиловий спирт, початкова концентрація DPPH в реакційній сумішці становила $7 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Степень обесцвечування розчинів DPPH після внесення масел визначали спектрофотометрично при 515 нм. Реакцію проводили без доступу світла в кварцевих кюветах товщиною 10 мм.

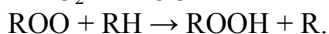
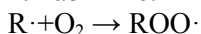
Результати та їх обговорення. В реальних умовах в маслах присутують гідропероксида, які накопчуються в жирах в процесі їх виробництва [11], тому основним джерелом радикалів в системі стає розпад гідропероксидів.

Процес окислення рослинних масел — ланцюговий вільнорадикальний процес, який може бути описаний наступними стадіями [3, 11—13]:

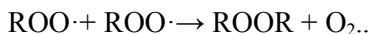
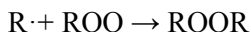
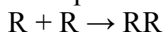
1. Ініціювання:



2. Розвиток:

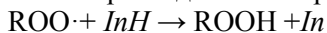


3. Обрив:



В першій ініціюючій фазі з ліпидного субстрату під дією ініціатора утворюється вільний радикал. Розгалуження ланцюгів відбувається в результаті радикального розпаду гідропероксидів, які є єдиними первинними продуктами окислення.

При умові присутності в маслах інгібітора з'являється додатковий канал витрати пероксидних радикалів:



В основі будови токоферолів — природних інгібіторів ланцюгових процесів — молекула 6-гідрокси-2-метил(4', 8', 12'-триметилтридецил)-хромана. Токоферолі відрізняються кількістю метильних груп в ядрі хромана (рис. 1).

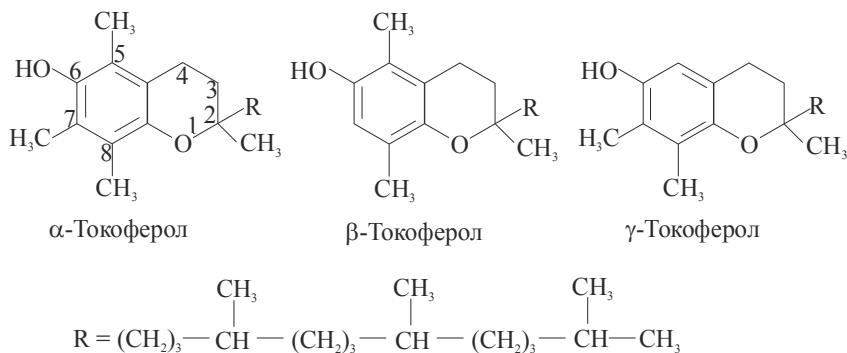


Рис. 1. Структура молекул ізомерів токоферолу

Изомеры токоферола не равнозначны по своей антирадикальной эффективности.

Известно [6, 7, 11], что антирадикальная эффективность токоферолов, которая повышается от α - к γ -изомеру, непропорциональна к их витаминной активности, которая снижается в этом ряду. Ингибирующее действие токоферола обусловлено наличием в его структуре О-Н-группы, присоединенной к ароматическому ядру и экранированной метильными группами. Благодаря наличию системы π -электронов происходит смещение отрицательного заряда на кислород, результатом чего становится возможным достаточно легкий отрыв атома водорода в гидроксильной группе -ОН с образованием радикальной формы — (T \cdot) токоферола. Токоферолы могут отдавать атом водорода из 6-гидроксигруппы хроманового кольца пероксидному радикалу липида и нейтрализовывать его. Токоферол (T) с потенциалом восстановления 500 мВ отдаёт водород пероксидному радикалу липида ROO \cdot , имеющему потенциал восстановления 1000 мВ, образуя гидроперекись липида (ROOH) и окси-радикал токоферола (T \cdot), который более стабилен, чем радикал липида вследствие его резонансной структуры. Это приводит к замедлению скорости окисления на стадии разветвления цепи при автоокислении [14].

Для определения содержания токоферолов использовали метод жидкостной хроматографии высокораздельной способности [15] (табл. 1).

Таблица 1. Содержание токоферолов в образцах исследованных масел

Образец растительного масла	Общее содержание, мг%	Изомеры, % общего содержания			Суммарное количество, мг%, (по Codex Alimentarius)
		α	β	$\gamma + \delta$	
Подсолнечное нерафинированное	95	91,5	8,5	-	40,3—102,1
Грецкого ореха пресловое	109	46,4	48,0	5,6	56,0—113,0
Оливковое первого отжима	10	73,7	26,3	-	13,0—45,3
Подсолнечное рафинированное дезодорированное	61	92,2	-	7,8	44,0—152,0
Кукурузное рафинированное дезодорированное	655	49,1	42,4	8,5	31,4—347,2
Пальмовое	9	0,4	74,0	52,6	15,0—150,0
Пальмоядровое	56	27,0	73,0	-	30,0—180,0

Установлено, что содержание токоферолов зависит как от вида масла, так и от глубины его рафинации. Рафинация масел включает комплекс последовательных этапов обработки масла физическими (отстаивание, фильтрование, центрифугирование), химическими (нейтрализация) и физико-химическими методами (вымораживание восков, отбеливание, гидратация, дезодорация). Каждый их перечисленных этапов приводит, в частности, к снижению содержания токоферолов, что ускоряет процесс окисления масла при хранении.

Высокое содержание токоферолов среди исследуемых образцов обнаружено в кукурузном рафинированном масле. Наименьшее содержание токоферолов было зафиксировано в пальмовом масле. В подсолнечном нерафинированном масле общая концентрация токоферолов, которые на 91,5 %

представлены α -токоферолом, не превышает 95 мг%. γ - и δ -изомеры в исследуемых образцах представлены незначительным количеством — от 5,6 % в масле грецкого ореха до 52,6 % в пальмовом, что обусловлено природными особенностями масел.

Для исследования особенностей протекания окислительной деструкции триглицеролов масел был изучен их жирнокислотный состав методом хроматографии высокораздельной способности [16] (табл. 2).

Таблица 2. Содержание жирных кислот в образцах исследуемых масел

Жирная кислота	Содержание в маслах, %					
	Подсолнечное	Грецкого ореха	Оливковое	Кукурузное	Пальмовое	Пальмоядровое
Насыщенные жирные кислоты						
C 6:0	-		-	-	-	0,81
C 8:0	-		-	-	-	2,43
C 10:0 Capric	-		-	-	-	2,67
C 12:0	-		-	-	0,91	49,67
C 14:0	0,08	0,02	-	-	1,95	15,12
C 16:0	6,73	6,06	11,95	6,47	59,60	6,55
C 17:0	-	-	-	-	0,11	-
C 18:0	3,55	2,02	3,15	3,59	5,59	-
C 20:0	0,23	0,08	0,37	0,25	0,43	0,11
C 22:0	0,58	0,02	0,10	0,56	0,07	0,02
C 24:0	0,20	-	-	0,19	0,08	-
Всего	11,37	8,2	15,57	11,06	68,74	77,38
Мононенасыщенные жирные кислоты						
c9-C16:1	0,10	0,10	0,94	0,10	-	0,11
C 18:1w12t Petroselaidic	-	16,56	-	-	-	-
t9-C 18:1 Elaidic	-	-	-	-	0,16	-
C 18:1w9c Oleic	24,61	-	72,09	27,77	25,31	1,00
C 18:1w7c	1,05	-	-	-	0,70	18,99
C 20:1w9	0,17	0,18	-	-	0,07	-
C 24:1	-	-	0,36	-	-	-
Всего	25,93	16,84	73,39	27,87	26,24	19,99
Полиненасыщенные жирные кислоты						
9,12-c, t-C18:2	-	-	-	-	0,12	-
9,12- t, c-C18:2	-	-	-	-	0,12	-
C 18:2w6c Linoleic	62,59	61,36	7,13	59,99	4,78	2,54
C 18:3w3 a-Linolenic	0,10	13,60	0,60	0,12	-	-
C 22:2	-	-	0,10	-	-	-
Всего	62,69	74,96	7,83	60,11	5,02	2,54
Сумма	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

В составе тропических масел преобладают насыщенные жирные кислоты, тогда как подсолнечное масло, масло грецкого ореха и кукурузное относятся к группе с наибольшей массовой долей полиненасыщенной линолевой кислоты C18:2, 62,59 %, 61,36 % и 59,99 % соответственно. Оливковое масло содержит наибольшее количество мононенасыщенной олеиновой кислоты C18:1 — 72,09 %.

Из литературы известно [11, 17], что скорость окисления мононенасыщенной олеиновой кислоты C18:1 превышает скорость окисления насыщенной стеариновой кислоты C18:0 в 11 раз, а полиненасыщенной линолевой кислоты C18:2 — в 114 раз, поэтому жидкие растительные масла в наибольшей степени подвергаются окислительной деструкции при повышенной температуре и последующем хранении пищевых продуктов.

Линолевая и линоленовая кислоты активно участвуют в реакциях изомеризации, циклизации и полимеризации. Линолевая кислота и более высоконенасыщенные кислоты начинают окисляться при температурах ниже 60 °С, а олеиновая кислота — при температуре выше 100 °С, поэтому олеиновая фракция пальмового масла получила широкое распространение как высоко-рентабельное масло для использования при повышенных температурах, т.к. обладает высокой стойкостью к окислению по сравнению с другими видами модифицированных жиров [17].

Кинетику окисления проб масел в каждой контрольной точке исследовали в условиях свободного доступа света и воздуха (автоокисление) при температуре 22±2 °С по накоплению в них гидропероксидов за изменением перекисного числа (ПЧ) по стандартной методике [18] (рис. 2).

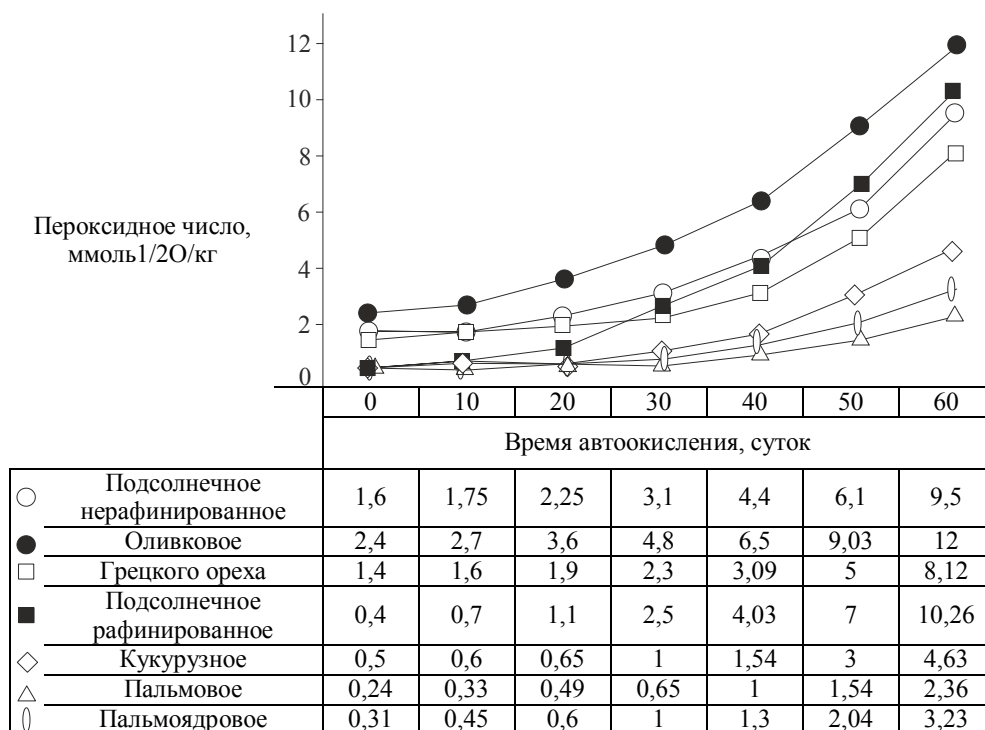


Рис. 2. Динамика автоокисления исследуемых масел

Общей особенностью окисления ацилглицеролов жиров молекулярным кислородом является своеобразный характер кинетики этого процесса. В начале контакта кислорода с неокисленными жирами окисление протекает с

весьма незначительной скоростью. Этот период действия кислорода, в разных случаях имеющий разную продолжительность, называется индукционным.

Так, наиболее стабильными оказались масла тропического происхождения — пальмовое и пальмоядровое: величина ПЧ в конце опыта для них составляет 2,36 и 3,23 ммоль^{1/2}O/кг, соответственно. Это можно объяснить как жирнокислотным составом масел, так и низким начальным значением ПЧ в маслах, которое находится в пределах периода индукции окисления. Аналогичные результаты получены для кукурузного масла — при низком начальном значении ПЧ выявлена высокая стабильность после 60 суток окисления. Ход окисления подсолнечного и орехового масла происходит подобным образом — наблюдается период индукции в течение 30 суток и быстрое накопление гидропероксидов к концу окисления.

Определение показателей окисляемости масел позволило применить графический метод Цепалова для расчета кинетических параметров процесса окисления. Согласно теории цепных радикальных процессов с участием ингибиторов уравнение скорости окисления имеет вид [19]:

$$W = \frac{k_{p2} \cdot [RH]}{k_7 \cdot f \cdot [InH]} \cdot W_i, \quad (1)$$

где k_7 — константа скорости реакции обрыва цепей (константа скорости взаимодействия пероксидных радикалов с природными антиоксидантами); f — коэффициент ингибирования (ёмкость ингибитора) — количество свободных радикалов, «погибающих» на одной молекуле ингибитора; $[InH]$ — концентрация антиоксиданта (ингибитора); W_i — скорость инициирования; k_{p2} — константа скорости удлинения цепи; $[RH]$ — концентрация продукта.

Концентрация ингибитора во времени изменяется по закону:

$$f \cdot [InH]_t = f \cdot [InH]_0 - W_i \cdot t, \quad (2)$$

где $[InH]_t$ — концентрация ингибитора в момент времени t ; $[InH]_0$ — концентрация ингибиторов вначале процесса.

Важной характеристикой цепного процесса является период индукции τ . Период индукции тем больше, чем выше константа скорости реакции обрыва цепей и меньше скорость удлинения цепей.

Величина периода индукции τ — время, в течение которого обрыв цепей проходит на молекулах ингибитора:

$$\tau = f \cdot [InH]_0 / W_i \quad (3)$$

при условии, что $[InH]_t = 0$ и $t = \tau$.

По кинетическим кривым (рис. 2) графически определен период индукции аппроксимацией касательных в начальной области для каждого образца продукта.

Для каждого момента времени в индукционном периоде рассчитано величину $\ln(1-t/\tau)$ и построено зависимость ПЧ- $\ln(1-t/\tau)$ (рис. 3).

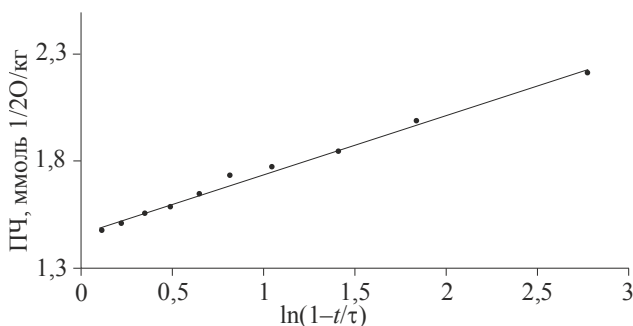


Рис. 3. Скорость окисления (на примере масла грецкого ореха)

Параметр k_{p2} / k_7 , что соответствует отношению констант скоростей реакций удлинение и обрыва цепей в периоде индукции, рассчитан как $\text{tg}\alpha$ угла наклона прямой ПЧ- $\ln(1-t/\tau)$. Результаты приведены в табл. 3

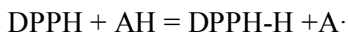
Таблица 3. Кинетические параметры окисления исследуемых масел

Образец масел	$(k_{p2} / k_7) \cdot 10^2$, (л/моль·с)
Подсолнечное нерафинированное	2,82
Грецкого ореха прессовое	3,07
Оливковое первого отжима	4,55
Подсолнечное рафинированное дезодорированное	2,93
Кукурузное рафинированное дезодорированное	3,88
Пальмовое	1,84
Пальмоядровое	2,66

Лучшие кинетические параметры имеют пальмовое и пальмоядровое масла: значения констант k_{p2} / k_7 равны 1,84 и 2,66 соответственно, что указывает на преобладание скорости реакции обрыва цепей на молекулах ингибитора перед реакциями удлинения. Скорость иницирования при автоокислении масел определяется их жирнокислотным составом (при прочих равных условиях), прежде всего содержанием моно- и полиненасыщенных кислот [5, 8, 11]. Итак, по мере увеличения содержания насыщенных жирных кислот в структуре триглицерола скорость иницирования W_i уменьшается.

Поскольку скорость реакции зарождения цепей (скорость иницирования) для линолевой кислоты примерно на порядок выше, чем для олеиновой [11, 12], то и скорость иницирования для масла с высоким содержанием полиненасыщенных жирных кислот должна быть выше, а период индукции соответственно меньшим. Это и наблюдается при окислении насыщенных тропических масел.

Для определения активности природных антиоксидантов как ловушек свободных радикалов использован метод с DPPH [20, 21]. Стандартным веществом выступал α -токоферол. DPPH, растворимый в метаноле, реагирует с образцом антиоксиданта по схеме:



В результате восстановления DPPH антиоксидантом образца обесцвечивается пурпурно-синяя окраска DPPH, а реакция контролируется изменением оптической плотности. Определение проводили каждые 15 мин в течение 1 часа.

Антиоксидантную активность образцов масел рассчитывали по формуле:

$$AA = [1 - (A_1 - A_2) / A_3] \cdot 100\%, \quad (4)$$

где A_1 — величина поглощения раствора исследуемого образца с раствором DPP; A_2 — величина поглощения раствора исследуемого образца с раствором метанола; A_3 — величина поглощения раствора DPPH в метаноле.

Величину антиоксидантной активности образцов масел определяли по калибровочной кривой (рис. 4).

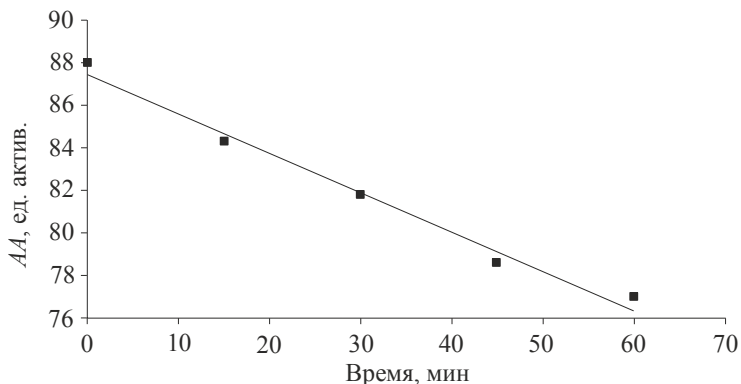


Рис. 4. Калибровочная кривая антиоксидантной активности
(на примере пальмового масла)

Значение результатов выражено через значения параметров EC_{50} — концентрации антиоксиданта, при которой происходит 50 % ингибирование радикала DPPH. Полученные результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4. Антиоксидантная активность исследуемых образцов

Образец масла	AA, ед. акт.
Подсолнечное нерафинированное	50,0
Грецкого ореха пресловое	53,2
Оливковое первого отжима	73,1
Подсолнечное рафинированное дезодорированное	58,2
Кукурузное рафинированное дезодорированное	45,0
Пальмовое	81,8
Пальмоядровое	77,3

По данным реакции с DPPH, наиболее стабильным к процессам окисления является кукурузное рафинированное масло, поскольку примерно половина его витаминной активности реализуется за счет α -токоферола, который выступает ингибитором реакций окисления. Тропические масла, содержащие незначительное количество природного антиоксиданта, быстро окисляются уже на начальных стадиях реакции с DPPH, что хорошо видно при сравне-

нии: пальмовое масло с содержанием 9 мг% токоферола портится скорее пальмоядрового с содержанием токоферолов 56 мг%. Общее содержание токоферола в оливковом и пальмовом маслах практически не отличается, однако в изомерном составе оливкового масла преобладает высокоактивный α -токоферол, что и объясняет большую антиоксидантную активность оливкового масла при примерно равных скоростях окисления рассматриваемых масел. Подсолнечное и ореховое масло мало отличаются по скорости начальных этапов окисления, что можно объяснить как аналогичным методом добычи (прессовым), так и близким значением содержания ингибитора.

Выводы

Изучена зависимость величины периода индукции окисления растительных масел с природным содержанием ингибиторов в условиях автоокисления. Показано, что решающим фактором при торможении окислительных реакций является ингибирующее влияние токоферола — его общее содержание при наибольшем содержании α -изомера по сравнению со степенью ненасыщенности жирнокислотного состава масел. Полученные результаты автоокислительной стабильности масел коррелируют с параметром антиоксидантной активности, который учитывает взаимное влияние факторов удлинения и обрыва цепей окисления. Перспективным является продолжение исследований химизма взаимодействия пероксидных радикалов на молекулах жирных кислот в условиях ингибированного процесса.

Литература

1. *Сахаутдинова Р.А.* 5-амино-6-метилурацил и его производные как ингибиторы радикально-цепного окисления 1,4-диоксана: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. хим. наук: спец. 02.00.04 «Физическая химия» / Р.А. Сахаутдинова. — Уфа, 2014. — 20 с.
2. *Стромберг А.Г.* Физическая химия / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко. — Москва: Высшая школа, 1988. — 496 с.
3. *Фомин В.М.* Радикально-цепное окисление органических соединений и его торможение ингибиторами фенольного типа / В.М. Фомин. — Нижний Новгород: Нижегородский университет, 2010. — 37 с.
4. *Храпова Н.Г.* Кинетические характеристики природных антиоксидантов растительных масел / Н.Г. Храпова, И.П. Скибида, В.М. Мисин // Химическая физика. — 2010. — 29, № 6. — С. 76—80.
5. *Гусева Д.А.* Антиоксидантная активность растительных масел с разным соотношением омега-6/омега-3 жирных кислот / Д.А. Гусева, Н.Н. Прозоровская, А.В. Широин, М.А. Санжаков, Н.М. Евтеева, И.Ф. Русина, О.Т. Касаикина // Биомедицинская химия. — 2010. — 56, № 3. — С. 342—350.
6. *Ковтун Г.А.* Химия ингибиторов окисления органических соединений / Г.А. Ковтун, В.А. Плужников. — Киев: Наук. думка, 1995. — 296 с.
7. *Надиров Н.К.* Токоферолы — биологически активные вещества / Н.К. Надиров. — Москва: Знание, 1981. — 64 с.
8. *Denisov E.T.* Handbook of Antioxidants / E.T. Denisov, T.G. Denisova. — CRC Press Boca Raton, 2000. — P. 289.
9. *Півень О.М.* Технологія стабілізації харчових жирів щодо окиснювального псування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.06 «Технологія жирів, ефірних масел і парфумерно-косметичних продуктів» / О.М. Півень. — Харків, 2007. — 21 с.

10. *Kulisic T.* Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil / T. Kulisic, A. Radonic, V. Katalinic, M. Milos // *Food Chemistry*. — 2004. — 85. — P. 633—640.
11. *Хімія жирів* / Б.Н. Тютюнников, З.І. Бухштаб, Ф.Ф. Гладкий, І.М. Демидов. — Харків: НТУ «ХПІ», 2002. — 452 с.
12. *Денисов Е.Т.* Циклические механизмы обрыва цепей в реакциях окисления органических соединений / Е.Т. Денисов // *Успехи химии*. — 1996. — Т. 65, № 6. — С. 547—563.
13. *Семенов Н.Н.* Цепные реакции / Н.Н. Семенов. — Москва: Наука, 1986. — 535 с.
14. *Liebler D.C.* Oxidation of vitamin E: evidence for competing autoxidation and peroxy radical trapping reaction of the tocopheroxy radical / D.C. Liebler, P.F. Baker, K.L. Kaysen // *JACS*. — 1990. — № 112. — P. 6995—7000.
15. *ДСТУ ISO 9936:2004* «Жиры животные и растительные и масла. Определение содержания токоферолов и токотриенолов методом жидкостной хроматографии высокораздельной способности (ISO 9936: 1997, IDT)». — Киев: Госпотребстандарт Украины, 2004. — 12 с.
16. *ДСТУ ISO 5509:2002* «Жиры и масла животные и растительные. Приготовление метиловых эфиров жирных кислот (ISO 5509: 2000, IDT)». — Киев: Госпотребстандарт Украины, 2003. — 26 с.
17. *Демидов И.Н.* Жиры, используемые для фритюра, проблемы качества и безопасности / И.Н. Демидов, Л.Н. Кузнецова // *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях. — 2011. — № 5. — С. 146—152.
18. *ДСТУ 4570:2006* «Растительные жиры и масла. Метод определения перекисного числа». — Киев: Госпотребстандарт Украины, 2007. — 8 с.
19. *Цепалов В.Ф.* Определение константы скорости и коэффициентов ингибирования стабилизаторов с помощью модельной реакции / В.Ф. Цепалов, А.А. Харитонов, Г.П. Гладышев, Н.М. Эммануэль // *Кинетика и катализ*. — 1977. — № 6. — С. 1395—1402.
20. *Goupy P.* Quantitative Kinetic Analysis of Hydrogen Transfer Reactions from Dietary Polyphenols to the DPPH Radical / P. Goupy, C. Dufour, M. Loonis, O. Dangles // *J. Agric. Food Chem.* — 2003. — 51. — P. 615—622.
21. *Scherer R.* Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method / R. Scherer, H. Godoy // *Food Chem.* — 2009. — 112. — P. 654—658.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОКИСНОЇ ДЕСТРУКЦІЇ РОСЛИННИХ ОЛІЙ РІЗНОГО СТУПЕНЯ НАСИЧЕНОСТІ ЗА НАЯВНОСТІ ТОКОФЕРОЛУ

І.Г. Радзієвська, О.П. Мельник

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено вміст ізомерів токоферолу і їх активність у рослинних оліях з різною глибиною рафінації — від пресових нерафінованих до рафінованих дезодорованих. Показано, що ізомерний склад токоферолів впливає на швидкість і кінетику процесів подовження й обриву радикальних ланцюгів окиснення. Встановлено зв'язок між жирнокислотним складом олії, зокрема вмістом ненасичених жирних кислот, швидкістю перебігу реакцій пероксидації і вмістом інгібіторів окиснення. Зазначено, що вирішальним фактором при гальмуванні окислювальних реакцій є інгібуючий вплив токоферолу, а саме: його загальний вміст при найбільшому вмісті α -ізомеру.

Ключові слова: окислення, інгібітори, ступінь насиченості, кінетичні параметри, метод DPPH, антиоксидантна активність.

VEGETABLE OILS COMPOSITIONS FOR COSMETIC PRODUCTS

V. Mank, T. Polonska

National University of Food Technologies

Key words:

*Fatty acid composition
Vegetable oils
Lipids of skin
Cosmetics*

Article history:

Received 14.02.2016
Received in revised form
18.03.2016
Accepted 22.03.2016

Corresponding author:

V. Mank
E-mail:
npnuht@ukr.net

ABSTRACT

We have investigated the fatty acid composition of 23 vegetable oils for cosmetic purposes. It was shown the possibility to create the compositions of natural oils with the favorable fatty acid structure corresponding to the lipid layers structure of the skin barrier. We have proposed the composition of coconut, sesame and wheat oil in the ratio 1:1:1 to optimize the oil phase of cosmetic products. The ratio of linoleic and oleic acid is 1:8, which is suitable for healthy normal skin. The ratio of polyunsaturated acids is approaching to the biologically effective level and is 1:11 compared to the ideal ratio of 1:10. Applying the oil composition with the characteristics similar to human epidermis will ensure the implementation of the most important functions of cosmetics to restore the lipid layers of damaged skin.

СКЛАД КОМПОЗИЦІЙ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ДЛЯ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

В.В. Манк, Т.А. Полонська

Національний університет харчових технологій

У статті досліджено жирнокислотний склад 23 рослинних олій косметичного призначення. Показано можливість конструювання композицій натуральних олій зі сприятливим складом жирних кислот, що відповідає складу ліпідних пластів бар'єрного шару шкіри. Для оптимізації складу олійної фази косметичних засобів запропоновано композицію з кокосової, кунжутної, пшеничної олії у співвідношенні 1:1:1. Співвідношення лінолевої та олеїнової кислот у ній становить 1:8, що є адекватним для нормальної здорової шкіри, а співвідношення поліненасичених кислот наближається до біологічно ефективного рівня і становить 1:11 порівняно з ідеальним 1:10. Застосування олійної композиції, близької за складом до епідермісу людини, забезпечить реалізацію найважливішої функції косметики щодо відновлення пошкоджених ліпідних шарів шкіри.

Ключові слова: жирнокислотний склад, рослинні олії, ліпіди шкіри, косметика.

Постановка проблеми. Важливе місце в житті сучасної людини займає застосування різних косметичних засобів. Популярність і доступність всебічного догляду за собою, wellness і спа-процедур за останні десятиліття значно зростає. Концепція здорового способу життя передбачає застосування різних засобів для

догляду за шкірою, що містять виключно натуральні речовини. Одним із останніх трендів у косметології є застосування для догляду за шкірою натуральних косметичних олій без промислових антиоксидантів, консервантів, барвників і продуктів нафтохімії. Такі олії застосовують також як основу косметичних засобів, кремів, лосьйонів, косметичних вершків, скрабів та інших засобів для догляду за шкірою. Так звана зелена або органічна косметика є одним з найбільш швидко зростаючих сегментів ринку парфумерно-косметичних засобів. Обсяг продажів аптечної косметики в Україні стабільно зростає і в грошовому виразі становить більше 1 млрд грн щороку.

Значний внесок у вирішення питань теорії і практики конструювання рецептур косметичних і гігієнічних засобів зроблено у дослідженнях С.Н. Головіної, О.А. Тищенко, Л.В. Терещук, М.С. Куракіна, В.В. Ладигіна. Косметичні корпорації L'Oreal, Guerlain проводять власні дослідження, результати яких захищені охоронними документами. Однак, незважаючи на велику кількість проведених досліджень, особливості складу жирової основи косметики залишаються в центрі уваги провідних фахівців і вчених в Україні та за її межами. Це важливе завдання косметичної технології, оскільки регулярне застосування косметики, що не відповідає типу шкіри споживача, провокує розвиток алергічних уражень і втрату міцності рогового шару епідермісу.

Метою дослідження є створення композиції жирової фази косметичних засобів на основі нативних рослинних олій, жирнокислотний склад яких імітував би склад ліпідних пластів шкіри.

Матеріали і методи. Досліджено склад жирних кислот 23 рослинних олій, що традиційно застосовуються в технологіях косметичної продукції. Жирнокислотний склад визначали методом хроматографії високороздільної здатності згідно з ДСТУ ISO 5509-2002. Детекція жирних кислот здійснювалися на газовому хроматографі виробництва Hewlett-Packard HP6890 із полум'яно-іонізаційним детектором, інжектор S/S з діленням потоків, колонка Sp2380, довжина 100 м, внутрішній діаметр 0,25 мм, товщина покриття 0,2 мкм. Умови хроматографування: температура інжектора 280 °С, ділення потоку 100:1, температура детектора 290 °С. Колонка працює в режимі постійного потоку зі швидкістю 1,2 мл/хв, газ-носії-гелій. Температурний градієнт термостата колонок — від 60 до 250 °С.

Результати і обговорення. Після нанесення олій на шкіру у складі косметичних засобів характер їх впливу на ліпідний бар'єр змінюється в міру проникнення в глибокі шари шкіри. Спочатку, розтікаючись по поверхні шкіри, олії утворюють захисну гідрофобну плівку, що зменшує випаровування з поверхні шкіри і знижує трансепідермальну втрату шкірою вологи. У даному випадку олії виконують функцію емоментів, пом'якшуючи і зволожуючи шкіру. Формуванню оклюзивної плівки сприяють олії, які повільно вбираються, довше утримуються на поверхні шкіри й ефективно виконують функції пом'якшувального і зволожуючого засобу. Таким чином, у перші моменти після нанесення на шкіру олії виконують головним чином захисну бар'єрну функцію, а після всмоктування переважає функція активного компонента ліпідного бар'єру. Ефективне виконання настільки різних функцій можливе тільки шляхом підбору комбінації олій з відповідними характеристиками.

Найважливішою характеристикою жирних рослинних олій, що визначає їхні властивості косметичного інгредієнта, є вміст складних естерів жирних кислот (тригліцеролів) — жирнокислотний склад [1]. Тригліцероли жирних кислот активно беруть участь у формуванні структури, функціонуванні та відновленні клітинних мембран ліпідного бар'єру, тому для підтримання цілісності ліпідних пластів шкіри та їх фізико-хімічних властивостей необхідно дотримуватись балансу між вмістом насичених і ненасичених жирних кислот жирової фази косметичних засобів [2].

У табл. 1 наведено склад жирних кислот 23 видів натуральних рослинних олій порівняно з ідеальним ліпідом. Залежно від наявності або відсутності ненасичених зв'язків у молекулі жирні кислоти об'єднано у групи: МНЖК — мононенасичені жирні кислоти, ПНЖК — поліненасичені жирні кислоти, НЖК — насичені жирні кислоти.

Таблиця 1. Склад жирних кислот традиційних косметичних олій

Найменування олії	Вміст головних жирних кислот, %			Співвідношення, що характеризують біологічну ефективність		
	МНЖК	ПНЖК	НЖК	МНЖК: ПНЖК: НЖК	C18:2: C18:1	C18:3: C18:2
Ідеальний ліпід	33,3	33,3	33,3	1:1:1	1:1,8	1:10
Абрикосова	73,43	20,64	5,93	12:3,5:1	1:3,5	0:20
Амарантова	26,08	55,48	18,44	1,4:3:1	1:0,5	1:41
Арахісова	48,50	33,30	18,20	2,7:1,8:1	1:1,4	0:33
Виноградних кісточок	19,88	68,60	11,52	1,7:6:1	1:0,3	1:115
Гарбузова	21,66	58,54	19,80	1,1:3:1	1:0	1:417
Гірчична	69,63	25,54	4,83	14,4:5,3:1	1:5,4	1:1
Грецького горіха	16,84	74,96	8,20	2:9,1:1	1:0	1:5
Зародків пшениці	16,32	64,08	19,60	1:3,9:1,2	1:0,3	1:9
Кавова	9,65	45,00	45,35	1:4,7:4,7	1:0,2	1:33
Кедрова	27,64	64,81	7,55	3,7:8,6:1	1:0,6	1:2
Кокосова олія	2,65	0,54	96,81	4,9:1:179	1:5,0	0:0,5
Конопляна	14,90	74,34	10,76	1,4:6,9:1	1:0,2	1:3
Кукурудзяна	27,87	61,07	11,06	2,5:5,5:1	1:0,5	1:500
Кунжутна	39,27	45,40	15,33	2,6:3:1	1:0,9	1:124
Ляна	15,02	73,66	11,32	1,3:6,5:1	1:0,9	1:0,5
Мигдальна	71,02	21,71	7,27	9,8:3:1	1:3,2	0:22
Обліпихова	48,81	22,00	29,19	2,2:1:1,3	1:0,4	1:3
Оливкова олія	73,39	11,04	15,57	6,6:1:1,4	1:10,1	1:12
Пальмова олія	26,08	5,18	68,74	5:1:13,3	1:5,1	0:5
Рижієва	31,17	58,89	9,94	3,1:5,9:1	1:0,8	1:1
Ріпакова	65,32	27,82	6,86	9,5:4:1	1:3,2	1:2
Сосва	21,44	63,01	15,55	1,4:4:1	1:0,4	1:10
Соняшникова	25,93	62,70	11,37	2,3:5,5:1	1:0,4	1:626

Результати скринінгу жирнокислотного складу традиційних косметичних олій показують, що вміст жирних кислот коливається у широких межах і залежить передусім від походження олії. Так, рослинні олії, що за кімнатної

температури знаходяться в твердому стані, містять більше насичених кислот, ніж моно- і поліненасичених. У рідких оліях ненасичені кислоти містяться в значно більших кількостях, ніж насичені, і складають 80—90 % загального жирнокислотного складу.

При аналізі складу косметичних олій особливий інтерес представляють незамінні жирні кислоти, які не синтезуються в організмі і повинні надходити ззовні: це лінолева (C18:2 ω -6), α -ліноленова (C18:3 ω -3) і γ -ліноленова (C18:3 ω -6) кислоти [5]. Синдром їх дефіциту проявляється лущенням, сухістю та почервонінням шкіри [6]. Встановлено, що лінолева C18:2 кислота відсутня в оліях кісточкових — абрикосовій, мигдальній, кокосовій, пальмовій, а в арахісовій міститься в слідових кількостях. Серед рослинних олій найбільше α -ліноленової кислоти C18:3 ω -3 містить лляна олія, її вміст становить 55,53 %; багато ліноленової кислоти також у рижівій, ріпаковій і гірчичній олії, що можна пояснити спільним походженням названих культур з родини Brassicaceae. γ -ліноленову кислоту виявлено лише в кедровій (18,81 %) та в конопляній (2,57 %) оліях.

Аналіз опублікованих праць з проблеми конструювання жирової рецептури косметичних засобів дозволив визначити оптимальні співвідношення їх складу. У [2, 3, 7] досліджено характерне співвідношення лінолевої і олеїнової кислот, що для нормальної здорової шкіри становить 1:1,8, тоді як для сухої шкіри співвідношення становить приблизно 1: 4,7. Автори [8, 9] рекомендують оптимальне співвідношення лінолевої і ліноленової кислот як 10:1, що характерне для нормальної здорової шкіри. Співвідношення груп насичених, моно- та поліненасичених жирних кислот як 1:1:1 подано за рекомендаціями Інституту харчування РАМН [10].

Таким чином, порівнюючи наведені в табл. 1 результати зі складом ідеального ліпиду, слід зазначити, що найбільш збалансованими за складом є арахісова, олія зародків пшениці, оливкова, кокосова, мигдальна, пальмова та ріпакова олії. Однак склад жодної з наведених індивідуальних олій не відповідає нормам косметології, тому при визначенні складу і пропорцій жирних кислот, які забезпечували б максимально позитивний ефект конкретної косметичної композиції, доцільним видається підхід, при якому використовуються тригліцероли тих типів, які входять до складу ліпідного бар'єру шкіри в їх природній композиції, характерній для нормальної здорової шкіри. Зокрема, в [3] показано, що суміш ліпідів, які складають основу ліпідного бар'єру шкіри, набагато ефективніше підтримує вологоутримувальну здатність і відновлює ліпідний бар'єр при зовнішніх пошкодженнях, ніж кожен з компонентів суміші окремо. Більш того, найбільша ефективність впливу суміші ліпідів спостерігається при їх природній пропорції, характерній для нормальної здорової шкіри, на відміну від суміші тих же компонентів у неоптимальних пропорціях [4]. Отже, при складанні оптимальної суміші тригліцеролів принципово важлива не тільки наявність незамінних жирних кислот, але й вельми істотним є їх співвідношення.

На практиці використовується емпіричний підбір суміші олій або розрахунків суміші за певним алгоритмом з наявного набору олій з відомим жирнокислотним складом. На основі отриманих хроматограм з довільного набору олій склали їх лінійну комбінацію, коефіцієнти якої визначали методом

найменших квадратів за заданими вище критеріями. Розрахунковим шляхом визначено оптимальний склад сумішей олій, що відповідають вимогам збалансованості жирнокислотного складу (табл. 2).

Таблиця 2. Головні співвідношення жирних кислот у розроблених жирових композиціях

Найменування зразка	Вміст головних жирних кислот, %			Співвідношення, що характеризують біологічну ефективність		
	МНЖК	ПНЖК	НЖК	МНЖК: ПНЖК: НЖК	С18:2: С18:1	С18:3: С18:2
Ідеальний ліпід	33,3	33,3	33,3	1:1:1	1:1,8	1:10
Композиції олій (1:1:1)						
Кокосова — кунжутна — зародків пшениці	31,50	33,00	35,50	1:1:1,1	1:1,8	1:11
Кокосова — виноградних кісточок — ріпакова	28,99	32,00	39,01	1:1,1:1,3	1:0,9	1:9
Кокосова — гарбузова — ріпакова	29,58	28,68	41,74	1:1:1,5	1:0,8	1:8,3
Кокосова — арахісова — грецького горіха	22,44	35,90	41,66	1:1,6:1,8	1:0,8	1:6
Кокосова — соняшникова — конопляна	14,32	45,40	40,28	1:3,1:2,8	1:0,3	1:6,6
Кокосова — мигдальна — амарантова	32,92	25,65	41,43	1,3:1:1,6	1:1,3	1:57
Кокосова — виноградних кісточок — обліпихова	23,54	30,08	46,38	1:1,3:2	1:3	1:15,8
Кокосова — кедрова — грецького горіха	15,55	46,30	38,15	1:3:2,5	1:1	1:3,2
Пальмова — виноградних кісточок — зародків пшениці	20,55	45,49	33,96	1:2,2:1,7	1:0,4	1:18
Виноградних кісточок — обліпихова — арахісова	38,67	40,89	20,44	1,9:2:1	1:0,8	1:98
Виноградних кісточок — обліпихова — соняшникова	34,52	40,59	24,89	1,4:1,6:1	1:0,4	1:27

У табл. 2 наведено перелік олійних композицій, розрахунковий склад яких наближений до складу ідеального ліпідів. Найбільш оптимальною з точки зору вмісту моно- та поліненасичених жирних кислот є композиція, що містить кокосову, кунжутну й пшеничну олії. Співвідношення лінолевої (С18:2) та олеїнової (С18:0) кислот у ній становить 1:8, що є адекватним для нормальної здорової шкіри, а співвідношення поліненасичених лінолевої (С18:2) та α -ліноленової (С18:3 ω -3) наближається до біологічно ефективного рівня і становить 1:11 порівняно з ідеальним 1:10. Інші розроблені суміші поступаються цій композиції, зокрема за вмістом кислот груп МНЖК:ПНЖК:НЖК.

Олійна композиція з кокосової, кунжутної та олії зародків пшениці (1:1:1) у складі жирових або емульсійних косметичних засобів здатна відновити дефіцит лінолевої, α -ліноленової і γ -ліноленової кислот шкіри, зменшити її

подразнення й запалення. Завдяки оптимальному співвідношенню поліненасичених кислот між собою та з олеїновою кислотою, яке повністю відповідає складу ліпідів шкіри, виникає можливість відновлення міцності бар'єрного шару шкіри. При регулярному застосування косметичних засобів на основі розробленої композиції можливим стає відновлення нормального функціонування ліпідного бар'єру сухого типу шкіри, оскільки заміщення відсутніх поліненасичених кислот шкірного себуму на ПНЖК косметичного засобу призводить до помітної зміни зовнішнього вигляду шкіри. Розроблена композиція повністю складається з натуральних рослинних олій і може бути використана в рецептурах жирових та емульсійних косметичних засобів для догляду за сухою подразненою шкірою, а також для осіб, схильних до розвитку алергічних реакцій.

Висновки

У результаті проведених досліджень уточнено склад жирних кислот 23 рослинних олій, що традиційно застосовуються в технології жирових та емульсійних косметичних засобів. На основі проведеного хроматографічного аналізу емпіричним методом перевірено жирнокислотний склад 11 трикомпонентних олійних сумішей на відповідність їхнього складу ідеальному ліпіді. Встановлено, що оптимальною з точки зору вмісту моно- та поліненасичених жирних кислот є композиція з кокосової, кунжутної і пшеничної олій у співвідношенні 1:1:1. Її перевагою є оптимальне співвідношення лінолевої і ліноленової поліненасичених кислот між собою та з олеїновою кислотою, а також фізіологічний баланс між насиченими, моно- і поліненасиченими кислотами. Жирнокислотний склад розробленої композиції відповідає складу ліпідних пластів нормального типу шкіри і характеризується сприятливими косметичними властивостями, тому може бути застосованим у рецептурах косметичних засобів для осіб з сухою та схильністю до алергічних уражень шкірою.

Література

1. Марголина А.А. Новая косметология / А.А. Марголина, Е.И. Эрнандес. — Москва: Фирма Клавель, 2005. — 424 с.
2. Эрнандес Е.И. Липидный барьер кожи и косметические средства / Е.И. Эрнандес, А.А. Марголина, А.О. Петрухина. — Москва: Изд. проект «Кафедра»: Фирма Клавель, 2003. — 339 с.
3. Шепель В.С. О составлении смесей растительных масел для косметических композиций / В.С. Шепель. Компания «Туше Флора». Публикации компании. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: www.foodprom.ru. http://www.tusheflora.ru/review/publications/2010/o_sostavlenii_smesej_rastitelnih_masel_dlya_kosmeticheskikh_kompozitsij/ — 01 октября 2013.
4. Марголина А. Натуральные растительные масла / А. Марголина // Косметика и медицина. — 2003. — № 5. — С. 40—41.
5. Иванов С.В. Технология купажованих жирів збалансованого жирнокислотного складу: монографія / С.В. Иванов, Л.В. Пешук, І.Г. Радзівєвська. — Київ: НУХТ, 2013. — 210 с.
6. Rutkowska K. Discrete light propagation in microstructured fibers infiltrated with liquid crystals // CHI Conference Proceedings, 2012. — P. 23—31.
7. Käser H. Naturkosmetische Rohstoffe. Wirkung, Verarbeitung, kosmetischer Einsatz / H. Käser. — Linz: FreyaVerlag, 2. Auflage, 2011. — 407 p.

8. Носенко Т.Т. Косметична олія для очищення шкіри / Т.Т. Носенко, Т.О. Волощенко, Т.В. Сідоренко // Вісник НТУ «ХП». — 2015. — № 30 (1139). — С. 72—78.

9. Патент RU 2218324 МПК С07С 67/00 Композиция для ухода за кожей, содержащая липидную смесь / Е. Фернандес-Кляйнляйн, М. Хаузер, О. Фон Штеттен, Заявка: 2000122905/04, 02.02.1999. Опубл. 10.12.2003.

10. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / [под ред. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна]. — Москва: ДеЛи принт, 2002. — 102 с.

СОСТАВ КОМПОЗИЦИЙ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ ДЛЯ КОСМЕТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

В.В. Манк, Т.А. Полонская

Национальный университет пищевых технологий

В статье исследован жирнокислотный состав 23 растительных масел косметического назначения. Показана возможность конструирования композиций натуральных масел с благоприятным составом жирных кислот, соответствующих составу липидных пластов барьерного слоя кожи. Для оптимизации состава жировой фазы косметических средств предложена композиция из кокосового, кунжутного и пшеничного масел в соотношении 1:1:1. Соотношение линолевой и олеиновой кислот в ней составляет 1:8 и является адекватным для нормальной здоровой кожи, а соотношение полиненасыщенных кислот приближается к биологически эффективному уровню и составляет 1:11 против идеального соотношения 1:10. Применение масляной композиции, близкой по составу к эпидермису человека, обеспечит реализацию важнейшей функции косметики по восстановлению поврежденных липидных слоев кожи.

Ключевые слова: *жирнокислотный состав, растительные масла, липиды кожи, косметика.*

IMPROVED RECIPE OF ENRICHED GLAZED CURD CHEESE BAR WITH FILLING

N. Popova, V. Tkachenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Antioxidants
Dressing
Cheese
Glazed cheese bar
Lemon-ginger jam
Buckthorn jam*

Article history:

Received 13.02.2016
Received in revised form
22.02.2016
Accepted 17.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The production of functional dairy products in Ukraine is still at an early stage of development and depends on the demand for this kind of products. Dairy products are popular in Ukraine. It gives a powerful impetus to the development of enriched dairy products. The article presents the developed production recipe of enriched glazed curd cheese bars with filling. Buckthorn and lemon-ginger jam is used as a fortificant. The amount of each component used for the production of the finished product is justified. The combination of the selected jams improves the biological and energy value of the product, which has a positive impact on human health. The designed sample of glazed curd cheese bar was checked for compliance with proper regulations.

УДОСКОНАЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ЗБАГАЧЕНИХ ГЛАЗУРОВАНИХ СИРКІВ З НАЧИНКОЮ

Н.В. Попова, В.В. Ткаченко

Національний університет харчових технологій

Виробництво молочних функціональних продуктів в Україні знаходиться все ще на початковій стадії і залежить від попиту на даний вид продуктів. Кисломолочні продукти користуються широкою популярністю в Україні. Саме це дає потужний стимул для розроблення збагачених кисломолочних продуктів. У статті наведено розроблену рецептуру виробництва збагачених глазуrowаних сирків з начинкою. Як збагачувач обрано обліпиховий і лимонно-імбирний джем. Обґрунтовано кількість внесення кожного компонента для виробництва готового продукту. Саме таке поєднання обраних джемів забезпечить підвищення біологічної й енергетичної цінності продукту, що позитивно вплине на стан здоров'я людини. Розроблений зразок глазуrowаного сирка було перевірено на відповідність вимогам нормативного документа.

Ключові слова: антиоксиданти, збагачувач, сир кисломолочний, глазуrowаний сирок, лимонно-імбирний джем, обліпиховий джем.

Постановка проблеми. Здоров'я може бути досягнуто і збережено тільки за умови повного задоволення фізіологічних потреб в енергії й харчових

сполуках. Будь-яке відхилення від так званої «формули збалансованого харчування» призводить до певного порушення функцій організму, особливо якщо ці відхилення досить виражені й тривалі в часі.

Профілактичні й лікувальні властивості інгредієнтів молочних продуктів досі враховувалися недостатньо. І лише в останні десятиліття зусилля медиків і технологів спрямоване на обґрунтування, розроблення й виробництво нових кисломолочних продуктів, що не тільки задовольняють потреби людини в енергії, поживних речовинах, а й чинять імуномодельюючий, біорегуляторний, реабілітаційний та інші позитивні фізіологічні впливи на органи, системи й функції організму [1].

На сьогодні доведено, що харчова недостатність різко знижує здатність захисних систем організму адекватно реагувати на несприятливі чинники довкілля, підвищує ризик розвитку багатьох хвороб, насамперед аліментарно залежних. Усе це вимагає постійного корегування структури харчування, ліквідації дефіциту основних нутрієнтів, надання їжі оздоровчих, профілактичних і регуляторних властивостей. Ці важливі й пріоритетні на сучасному етапі розвитку людства проблеми можна вирішити лише шляхом створення нових технологій і виробництва функціональних та збагачених харчових продуктів оздоровчого й профілактичного призначення.

Збагачення саме кисломолочних продуктів є надзвичайно актуальним, адже добовий раціон кожної людини у молочних продуктах складає 34 %. Глазуровані сирки є затребуваним у споживачів продуктом. Підвищення харчової цінності глазурованих сирків, надання їм функціональних властивостей є актуальним і доцільним у наш час.

Виробництво молочних функціональних продуктів в Україні знаходиться все ще на початковій стадії і залежить від попиту на даний вид продуктів. Кисломолочні продукти користуються широкою популярністю в Україні. Саме це дає потужний стимул для розроблення збагачених кисломолочних продуктів.

Під час розроблення збагачених молочних продуктів корисно використовувати декілька основних функціональних харчових інгредієнтів для введення в продукт: харчові волокна (розчинні і нерозчинні), вітаміни, мінеральні речовини, поліненасичені жирні кислоти, антиоксиданти (у тому числі вітаміни), пребіотики, а саме: фруктоолігосахариди, спирти та пробіотики (молочнокислі бактерії). Також актуальним є використання рослинної сировини та продуктів її переробки як збагачувачів [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У літературі недостатньо інформації про рецептури та внесення збагачуваного компоненту у вигляді начинки до сирків. Розроблено лише описи стадій виробництва традиційних глазурованих сирків і варіації внесення плодово-ягідної сировини, тому **метою дослідження** є обґрунтування й розроблення рецептури глазурованих сирків і вибору функціональних збагачувачів для їх начинки.

Матеріали і методи дослідження. Слід зазначити, що в глазурованому сирку саме сирна маса становить основну частину десерту. У сирі міститься необхідний для кісткової тканини кальцій, вітаміни А, Е і С, а також вітаміни групи В, амінокислоти (лізин, триптофан, метіонін) і мікроелементи. Для під-

вищення харчової та біологічної цінності глазурованих сирків до їх складу додають різноманітні наповнювачі й природні добавки. У пропонуваному дослідженні як збагачувачі обрано обліпиховий і лимонно-імбирний джеми. Оцінення органолептичних показників глазурованих сирків здійснено згідно з ДСТУ 4503:2005 [3], визначення вмісту сухих речовин джемів – згідно з ГОСТ 28562-90 [4]. Масову частку жиру глазурованого сирка визначено згідно з ГОСТ 5867-90 [5]. У дослідних пробах глазурованого сирка також визначено титровану кислотність згідно з ГОСТ 3624-92 [6]. Вміст вітаміну С у джемах і в сирку визначено згідно з ГОСТ 24556-89 [7]. Вміст каротину в пробі сирка визначено згідно з ДСТУ 4305:2004 [8].

Викладення основних результатів дослідження. Як наповнювач до глазурованого сирка було внесено лимонно-імбирний та обліпиховий джеми, виходячи з їх корисного складу. Плоди обліпихи, які мають кислуватий смак, містять у собі безліч корисних мікроелементів і вітамінів. Калорійність цих ягід дуже низька, що важливо для тих, хто страждає через надмірну вагу. В обліпихових ягодах містяться каротини і каротиноїди, ненасичені жирні кислоти Омега 3-6-9. Лимон володіє відмінними терапевтичними властивостями. Наявність у продукті вітаміну С сприяє зміцненню імунної системи. Користь лимона обумовлена органічними кислотами (лимонна, яблучна), сахаридами, вітамінами С, Р, А, групи В, пектинами, мікроелементами. Корінь імбиру бореться з хвороботворними бактеріями завдяки його унікальному складу, а саме: вітамінам А, В, С, амінокислотам, макро- та мікроелементам. Ефірна олія, вміст якої доходить до 3 %, надає імбиру приємного аромату [2].

Таблиця 1. Оцінка фізико-хімічних показник джемів

Показник	Обліпиховий джем	Лимонно-імбирний джем
Масова частка вологи, %	50,37	34,46
Вміст сухих речовин, %	49,63	65,54
Вміст вітаміну С, мг/100г джему	563,18	140,81
Вміст β-каротину, мкг/100 г джему	1768,87	-

Дослідні проби глазурованого сирка відрізнялися видом основи — сиру кисломолочного та дозами внесення джемів як начинки. Було обрано такі види сиру: сир кисломолочний жирністю 5 % і жирністю 0,6 %. Що стосується дози внесення збагачувальної добавки (обліпихового й лимонно-імбирного джему), то було обрано такі співвідношення начинок:

1. Лимонно-імбирний та обліпиховий джем (1:1).
2. Лимонно-імбирний та обліпиховий джем (0,6:1).
3. Лимонно-імбирний та обліпиховий джем (1:0,6).

Оцінку фізико-хімічних показників джемів наведено в табл. 1. Органолептична оцінка готового продукту наведена в табл. 2 для сирка з використанням сиру кисломолочного жирністю 5 % (№ 1), в табл. 3 — з використанням сиру кисломолочного жирністю 0,6 % (№ 2). Оцінку фізико-хімічних показників зразка № 1 з використанням сиру кисломолочного жирністю 5 % наведено в табл. 4 та зразку № 2, з використанням сиру кисломолочного жирністю 0,6 % — в табл. 5.

Таблиця 2. Органолептична оцінка збагаченого глазурованого сирка на основі сиру кисломолочного жирністю 5 %

Назва показника	Співвідношення джемів начинки		
	1	2	3
Консистенція	Однорідна, ніжна, в міру щільна. Наявність часток застосованих наповнювачів	Однорідна, ніжна, в міру щільна. Наявність часток застосованих наповнювачів	Однорідна, ніжна, в міру щільна. Наявність часток застосованих наповнювачів
Смак і запах	Характерний кисломолочний, у міру кисло-солодкий, з освіжаючим присмаком лимона	Характерний кисломолочний, у міру кисло-солодкий, з приємним гармонійним присмаком наповнювача	Характерний кисломолочний, з кислим, яскраво вираженим присмаком лимона та імбиру
Колір	Білий, з жовтуватопомаранчевим кольором начинки	Білий, з жовтуватопомаранчевим кольором начинки	Білий, з жовтуватопомаранчевим кольором начинки
Зовнішній вигляд	Мають форму прямокутного батончика. Глазур рівномірно розподілена по всій поверхні. Спостерігається нерівномірне покриття глазур'ю нижньої	Мають форму прямокутного батончика. Глазур рівномірно розподілена по всій поверхні. Спостерігається нерівномірне покриття глазур'ю нижньої	Мають форму прямокутного батончика. Глазур рівномірно розподілена по всій поверхні. Спостерігається нерівномірне покриття глазур'ю нижньої

Таблиця 3. Органолептична оцінка збагаченого глазурованого сирка на основі сиру кисломолочного жирністю 0,6 %

Назва показника	Співвідношення джемів начинки		
	1	2	3
Консистенція	Однорідна, в міру щільна. Наявні частки наповнювачів	Однорідна, в міру щільна. Наявні частки наповнювачів	Однорідна, в міру щільна. Наявні частки наповнювачів
Смак і запах	Характерний кисломолочний, у міру солодкий, з кислуватим, освіжаючим присмаком лимона	Характерний кисломолочний, у міру солодкий, з приємним гармонійним присмаком наповнювача	Характерний кисломолочний, у міру солодкий, з кислуватим, яскраво вираженим присмаком лимона та імбиру
Колір	Білий, із жовтуватопомаранчевим кольором начинки	Білий, із жовтуватопомаранчевим кольором начинки	Білий, із жовтуватопомаранчевим кольором начинки
Зовнішній вигляд	Мають форму прямокутного батончика. Глазур рівномірно розподілена по всій поверхні, окрім нижньої	Мають форму прямокутного батончика. Глазур рівномірно розподілена по всій поверхні, окрім нижньої	Мають форму прямокутного батончика. Глазур рівномірно розподілена по всій поверхні, окрім нижньої

Глазурований сирок, що містить сир кисломолочний жирністю 5 %, краще задовольняє органолептичні показники готового продукту.

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Таблиця 4. Оцінка фізико-хімічних показників зразка № 1

№	Показник	Співвідношення джемів начинки		
		1	2	3
1	Титрована кислотність, %	1,84	1,57	1,94
2	Масова частка жиру, %	5,07	5,58	5,61
3	Вміст β-каротину, мкг/100 г продукту	23,53	156,87	3,67
4	Вміст вітаміну С, мг/100 г продукту	207,45	202,75	191,49

Таблиця 5. Оцінка фізико-хімічних показників зразку № 2

№	Показник	Співвідношення джемів начинки		
		1	2	3
1	Титрована кислотність, %	1,62	1,35	1,73
2	Масова частка жиру, %	0,63	1,05	0,62
3	Вміст β-каротину, мкг/100 г продукту	23,53	156,87	3,66
4	Вміст вітаміну С, мг/100 г продукту	207,40	202,74	191,47

Виходячи з органолептичної оцінки та фізико-хімічного аналізу запропонованих зразків, найкращим було обрано зразок № 1, що містить як начинку обліпиховий і лимонно-імбирний джеми в співвідношенні 1:0,6 відповідно. Обраний зразок сирка містить у собі 202,75 мг/100 г продукту вітаміну С та 156,87 мг/100 г продукту β-каротину, титровану кислотність 1,57 та масову частку жиру 5,58 %. Глазурований сирок містить сир кисломолочний з жирністю 5 %, що чудово задовольняє органолептичні показники готового продукту.

Наступним етапом було розроблення рецептури збагаченого глазурованого сирка, яка наведена в табл. 6.

Таблиця 6. Рецептура збагаченого глазурованого сирка

Сировина	Норма внесення, %
Сир кисломолочний жирністю 5%	44,0
Масло вершкове	12,0
Цукор білий кристалічний	9,0
Обліпиховий джем	10,0
Лимонно-імбирний джем	6,0
Шоколадна глазур	19,0
Всього	100,0

Розроблений зразок глазурованого сирка було перевірено на відповідність вимогам ДСТУ 4503:2005 (табл. 7).

Таблиця 7. Оцінка відповідності глазурованого сирка вимогам ДСТУ 4503:2005 [3]

Показник	Досліджуваний зразок сирка	Вимоги
1	2	3
Консистенція	Однорідна, ніжна, в міру щільна. Відчуються частки застосованих наповнювачів	Однорідна, ніжна, в міру щільна. Дозволено наявність часток застосованих наповнювачів, м'якої сирної крупки, легка мучнистість
Смак і запах	Характерний кисломолочний, у міру солодкий, з гармонійним приємним присмаком, відповідним даному наповнювачу	Характерний кисломолочний, у міру солодкий або солоний. З присмаком, притаманним відповідному наповнювачу

1	2	3
Колір	Білий, з жовтувато-помаранчевим відтінком начинки	Білий, білий з кремовим відтінком або обумовлений кольором уведеного наповнювача
Зовнішній вигляд	Мають форму прямокутного батончика. Глазур рівномірно покрита по всій поверхні. Спостерігається нерівномірне покриття глазур'ю нижньої поверхні сирка	Фасовані або формовані сиркові вироби різної форми. Глазуровані вироби — рівномірно покриті по всій поверхні глазур'ю. Дозволене нерівномірне покриття глазур'ю нижньої поверхні виробів і окремі тріщини глазурі
Титрована кислотність, %	1,57	від 1,35 до 2,07
Масова частка жиру, %	5,58	не більше 26
Вміст β-каротину, мкг/100 г продукту	156,87	не нормується
Вміст вітаміну С, мг/100 г продукту	202,75	не нормується

Висновки

Визначено склад і проведено аналіз сировини та наповнювачів глазурованого сирка. Розроблено рецептуру продукту на основі глазурованої сиркової маси з додаванням лимонно-імбирного й обліпихового джему. Виходячи з органолептичної оцінки та фізико-хімічного аналізу запропонованих зразків, найкращим було обрано зразок сирка, що містить як начинку обліпиховий і лимонно-імбирний джеми в співвідношенні 1:0,6 відповідно та сир кисломолочний жирністю 5 %. Обраний зразок сирка містить у собі 202,75 мг/100 г продукту вітаміну С та 156,87 мг/100 г продукту β-каротину, титровану кислотність 1,57 та масову частку жиру 5,58 %. Цей кисломолочний продукт відноситься до групи збагачених продуктів, а вищезазначені наповнювачі позитивно впливають на органолептичні показники, харчову та біологічну цінність продукту.

Література

1. *Пилат Т.Л.* Функциональные продукты питания: своевременная необходимость или общее заблуждение / Т.Л. Пилат, О.А. Белых, О.А. Волкова // Пищевая промышленность. — 2013. — № 2. — 72 с.
2. *Скурихин И.М.* Химический состав пищевых продуктов / И.М. Скурихин и др. (ред.) Кн. 1: 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
3. *Вироби сиркові.* Загальні технічні умови: ДСТУ 4503:2005. — [Чинний від 28.01.2006]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2006.
4. *Продукты переработки плодов и овощей.* Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ: ГОСТ 28562-90. — [Дата введения 01.07.1991]. — Москва: ИПК Издательство стандартов, 1990.
5. *Молоко и молочные продукты.* Методы определения жира: ГОСТ 5867-90. — [Чинний від 07.01.1991]. — Киев: Межгосударственный стандарт, 1990.

6. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности: ГОСТ 3624-92. — [Дата введения 01.01.1994]. — Москва: ИПК Издательство стандартов, 1994.

7. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С: ГОСТ 24556-89. — [Дата введения 01.01.1990]. — Киев: Межгосударственный стандарт, 1990.

8. Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Метод визначення вмісту каротину: ДСТУ 4305:2004. — [Чинний від 28.05.2004]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2005.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЦЕПТУРЫ ОБОГАЩЕННЫХ ГЛАЗИРОВАННЫХ СЫРКОВ С НАЧИНКОЙ

Н.В. Попова, В.В. Ткаченко

Национальный университет пищевых технологий

Производство молочных функциональных продуктов в Украине все еще находится на начальной стадии и зависит от спроса на данный вид продуктов. Кисломолочные продукты пользуются широкой популярностью в Украине, что дает мощный стимул для разработки обогащенных кисломолочных продуктов. В статье приведена разработанная рецептура производства обогащенных глазированных сырков с начинкой. В качестве обогатителя был выбран облепиховый и лимонно-имбирный джем. Обосновано количество внесения каждого компонента для производства готового продукта. Именно такое сочетание избранных джемов обеспечит повышение биологической и энергетической ценности продукта, что положительно повлияет на состояние здоровья человека. Разработанный образец глазированного сырка проверен на соответствие требованиям нормативного документа.

Ключевые слова: *антиоксиданты, обогатитель, творог, глазированный сырок, лимонно-имбирный джем, облепиховый джем.*

УДК 536.6:664.8.047

DIFFERENCES IN HEAT AND CHEMICAL PROPERTIES OF THE CAP AND THE STEM OF CHAMPIGNON MUSHROOMS

T. Roman, O. Yeshchenko, M. Ivanchenko, A. Mazurenko

National University of Food Technologies

Key words:

*Mushroom
Chemical composition
Heat of evaporation
Drying*

Article history:

Received 13.02.2016
Received in revised form
21.02.2016
Accepted 15.03.2016

Corresponding author:

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

ABSTRACT

The article presents the complete chemical composition and content of vitamins, macro- and micronutrients in fresh cultivated champignon mushrooms. To save the maximum amount of nutrients in dried mushroom semi-product, scanning calorimetry and thermogravimetry at different temperatures were applied and the experiments were conducted to determine the heat of moisture evaporation from the tissues of mushroom caps and stems, which was compared to the heat of pure water evaporation. The timing difference in drying caps and stems to the final moisture content of 12.5 % is determined and all the results of experimental studies are represented.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДМІННОСТЕЙ ТЕПЛОВИХ І ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ШАПИНКИ Й НІЖКИ ШАМПІНЬЙОНА

Т.О. Роман, О.А. Єщенко, М.Г. Іванченко, О.Г. Мазуренко

Національний університет харчових технологій

У статті приведено повний хімічний склад, а також вміст макро- та мікроелементів, вітамінів у свіжому культивованому грибі шампінйоні. Для збереження максимуму корисних речовин у сушеному грибному напівфабрикаті за допомогою сканувальної калориметрії й термогравіметрії при різних температурах проведено дослід з визначення теплоти випаровування вологи з тканин ніжки та шапинки гриба, яка була порівняна з теплою випаровування чистої води. Визначено різницю в часі при сушінні ніжки й шапинки до кінцевої вологості 12,5 % і представлено всі результати експериментальних досліджень.

Ключові слова: шампінйон, хімічний склад, теплота випаровування, сушіння.

Постановка проблеми. Стабільне постачання населенню високоякісних, біологічно повноцінних та екологічно безпечних продуктів харчування можна забезпечити, розвиваючи виробничий потенціал харчової промисловості. Культивовані гриби, особливо шампінйони, мають високу харчову цінність і користуються високим попитом на ринку. В останні роки вживання в їжу лісових грибів унаслідок забруднення навколишнього середовища може вияви-

тися смертельно небезпечним, а штучно вирощені гриби є екологічно чистим продуктом, що виключає можливість отруєння. Вчені вважають, що найближчим часом протеїн культивованих грибів відіграватиме важливу роль в істотному збільшенні ресурсів білка в світі.

Мета дослідження. З'ясування відмінностей зневоднення тканин шампінйона шляхом експериментального визначення часу сушіння і прямого вимірювання витрати теплоти на випаровування вологи для отримання якісного грибного напівфабрикату.

Матеріали і методи. Для дослідження обрано штучно культивованій гриб шампінйон двоспоровий (*Agaricus bisporus*).

М'якоть гриба являє собою трам, що утворюється зі сплетінь гіф. Розрізняють трам шапинки, гіменофора і ніжки. Шампінйон містить цінні жирові речовини, які майже повністю засвоюються людським організмом. До складу шампінйона входять органічні кислоти (масляна, оцтова, олейнова, стеаринова, молочна тощо), які зумовлюють кислу реакцію клітинного соку грибів.

У шампінйонах багато вуглеводів, особливо клітковини, що містить хітин, який є основною частиною клітинної оболонки грибів. Особливо багато ферментів у шампінйонах, що прискорюють розщеплення білків, жирів і вуглеводів.

Результати і обговорення. Калорійність 100 грам свіжих шампінйонів невисока і коливається в межах 25—30 ккал. Суха речовина становить 10 %, тоді як 90 % — вода (табл. 1, 2, 3). В середньому близько 50 % сухої речовини становить протеїн, який засвоюється організмом здорової людини на 70—80 % [1].

Таблиця 1. Загальний хімічний склад плодового тіла шампінйона, г/100г

Речовина	Вміст, г
Вода	88—92,5
Білки	3,09—4,5
Жири	0,1—0,3
Вуглеводи	2,5—3,5
Клітковина	0,6—1,1
Зола	0,9—1,2

Білки грибів містять 18 амінокислот, включаючи всі незамінні, які позитивно впливають на розумову активність, пам'ять, перешкоджають розвитку атеросклерозу. До складу шампінйона також входять різні види вуглеводів: дисахариди (трегалоза), моносахариди (глюкоза, галактоза), полісахариди (глікоген), аміноцукри (глюкозаміни).

Таблиця 2. Мінерали, що містяться в 100 г плодового тіла шампінйона

Макроелемент	Вміст, мг	Мікроелемент	Вміст, мкг
Калій, К	318—447	Ферум, Fe	400—500
Кальцій, Ca	4—15	Манган, Mn	50—100
Магній, Mg	8—10	Купрум, Cu	320—500
Натрій, Na	4—6	Селен, Se	10—25
Фосфор, P	85—120	Цинк, Zn	550—1000

З високомолекулярних біополімерів міститься хітин (N-ацетилглюкозамінік). Грибний хітин добре вбирає шлаки і важкі метали, виводить їх з організму в процесі травлення.

Мінеральні речовини є складовою частиною всіх тканин, гормонів, крові, ферментів, беруть безпосередню участь у всіх процесах, що відбуваються в організмі.

Таблиця 3. Вітаміни, що містяться в плодovому тілі шампінйона, мкг/100г

Вітамін	Вміст, мкг
B1 (тіамін)	80—90
B2 (рибофлавін)	400—490
PP, B3 (ніацин, нікотинова кислота)	3600—3800
B5 (пантотенова кислота)	1490—1500
B6 (піридоксин)	100—110
B7, H (біотин)	1,6—1,7
B9 (фолієва кислота)	14—17
B12 (ціанокобаламін)	0,05—0,1
E (токоферол)	80—110
C (аскорбінова кислота)	1300—2100

Вітаміни виконують каталітичну функцію у складі активних центрів різноманітних ферментів, а також можуть брати участь у гуморальній регуляції екзогенних прогормонів і гормонів.

З аналізу результатів дослідження хімічного складу шампінйона випливає, що у тканинах плодovого тіла гриба кількість замінних і незамінних амінокислот, а також клітковини неоднакова. Вміст вивчених незамінних амінокислот збільшується від ніжки до м'якуша шапинки та гіменофору. Гіменіальний шар збагачений усіма іншими амінокислотами. Ніжка в основному складається з клітковини та вологи. Вміст клітковини у ніжці на 20—25 % більший, ніж у шапинці, остання містить вологи на 4—5% більше, ніж ніжка. Крім того, структура тканин ніжки та шапинки відрізняються формою клітин: тканина ніжки має призматичну структуру (складається з призматичних клітин), а шапинки — глобулярну текстуру, тобто її клітини мають кульовидну форму.

Біологічна цінність міцелію шампінйонів визначається індексом незамінних амінокислот і коливається в межах від 72,9—98,6 (згідно з EAA index). Лімітуючими амінокислотами вважають метіонін, цистин, лейцин, ізолейцин. Біологічна цінність становить 67,8—95,8 (згідно з BV FAO) [2]. Амінокислотний показник коливається в межах 36,0—90,0. Індекс поживності 22,2 (згідно з N FAO).

Гриби — швидкопсувний продукт, тому що вони містять 90 % вологи і їх не рекомендується зберігати більше 5 днів [3]. Однак подовжити термін придатності шампінйона можна протягом тривалого часу, якщо призупинити діяльність мікроорганізмів або затримати їх розвиток. Для цього гриби піддають різним видам обробки — сушка, заморожування, соління або маринування.

Найоптимальнішою є сушка грибної сировини, спрямована на створення напівфабрикату, з новими фізичними, ароматичними і смаковими властивостями. Після сушіння зменшується маса продукту, що дозволяє використовувати раціональну упаковку, спрощує зберігання і транспортування напівфабрикату, підвищується тривалість зберігання, формуються нові фізичні, смакові й ароматичні властивості. За вмістом білка сушені гриби значно багатші за мариновані або солені. Так, у консервованих грибах вміст води становить

приблизно 88 %, а білкових речовин — 5 %; в сушених, відповідно, 12 % і 23 %, калорійність сушених грибів приблизно в 6 разів вища за калорійність вихідної сировини.

Специфічний аромат сушених грибів формує складна суміш похідних фурану, піразину, піролу і метіоналю. Метіональ - найважливіший компонент грибного аромату, що утворюється при розщепленні амінокислоти метіоніну. Він дуже пахучий — людина відчуває його запах навіть у концентрації близько 0,2 нг/л. Вміст метіоналю в сушених грибах в 6—10 разів більший, ніж у свіжих варених. Ще два важливих з'єднання (2-метілфурантіол-3 і 2-метилдгідрофурантіол-3) вносять у запах сушених грибів відтінок аромату приготовленого м'яса.

Проведені експерименти з сушіння шампінйона виявили, що ніжка сушиться приблизно в 1,5 раза довше (табл. 4), ніж шапинка, незважаючи на початкову середню вологість ніжки 88 %, а шапинки 92 %. Кінцева вологість усіх дослідних зразків складає 12 %.

Таблиця 4. Тривалість процесу сушіння ніжки і шапинки шампінйона при різних температурах

Температура, °С	τ, с	
	Шапинка	Ніжка
40	15215	23735
50	7405	8405
60	4050	5870
70	2345	3265
80	1420	2360

Таким чином, необхідно розділити шампінйон на дві частини та визначати теплоту випаровування вологи окремо з ніжки та окремо з шапинки гриба, оскільки при сушінні конвективний теплообмін супроводжується випаровуванням. При теплових розрахунках процесів і апаратів необхідна інформація про взаємний вплив масообміну й теплообміну [4].

Витрати теплоти на випаровування вологи з гриба в процесі конвективно-кондуктивного сушіння визначалися диференціальним мікрокалориметром випаровування ДМКВ-1, який було розроблено в Інституті технічної теплофізики НАН України спеціально для таких досліджень [5] і який поєднує в собі можливості калориметрії і термогравиметрії.

Робота мікрокалориметра заснована на безперервному й одночасному вимірі втрати маси проби досліджуваного продукту і кількості теплоти, що витрачається в одиницю часу на випаровування вологи в процесі ізотермічної сушки тонкого шару досліджуваного зразка. При цьому температура проби досліджуваного зразка підтримується за допомогою ізотермічного джерела теплоти (електричного нагрівача) та дорівнює температурі повітря в робочій камері.

За допомогою перетворювачів теплового потоку вимірюють різницю між тепловими потоками, що йдуть від калориметричної платформи в комірці з досліджуваним зразком та еталоном. Різниця цих теплових потоків відповідає потужності, що підводиться до досліджуваного зразка для фазового переходу. Спад маси зразка в процесі досліджень визначають за допомогою аналітич-

них ваг безперервно і дані автоматично записуються на комп'ютер, оснащений спеціальним програмним забезпеченням.

Для експериментів використовували тонкі (товщиною ~ 1 мм) зрізи тканин окремо шапинки та ніжки плодового тіла шампінйона. Сушіння зразків проводили при температурах 40 °С, 50 °С, 60 °С, 70 °С, 80 °С та швидкості повітря 0,8 см/с. Реєстрація теплових потоків і зміни маси зразка в процесі сушіння здійснювалася безперервно. Сушку зразків закінчували при досягненні ними рівноважної вологості. Початкову вологість шапинки та ніжки визначали шляхом досушування зразків у калориметрі при температурі 105 °С до постійної маси. Отримані значення питомої теплоти випаровування з дослідних зразків $r_{гр}$ були зведені з табличними для чистої води $r_{води}$ [6] і представлені у вигляді залежності параметра $r_{гр}$ від поточного значення відносної вологості зразка W , % (рис. 1, 2, 3, 4, 5), таким чином отримано криві динаміки сушіння ніжки та шапинки шампінйона.

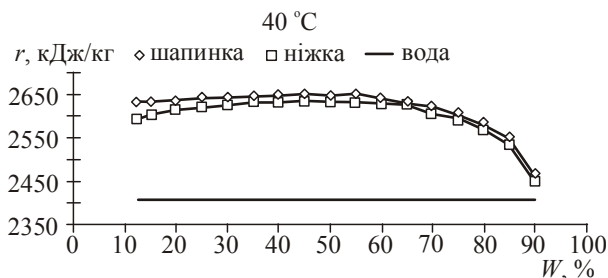


Рис. 1. Теплоти випаровування чистої води і вологи з шапинки та ніжки гриба при $T = 40$ °С

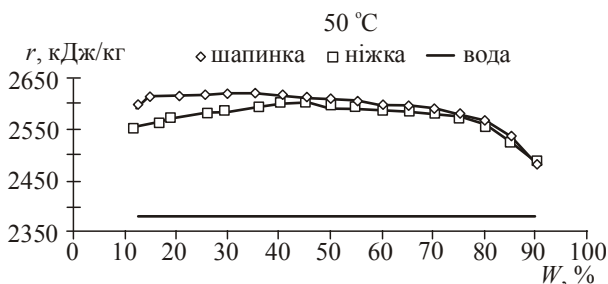


Рис. 2. Теплоти випаровування чистої води і вологи з шапинки та ніжки гриба при $T = 50$ °С

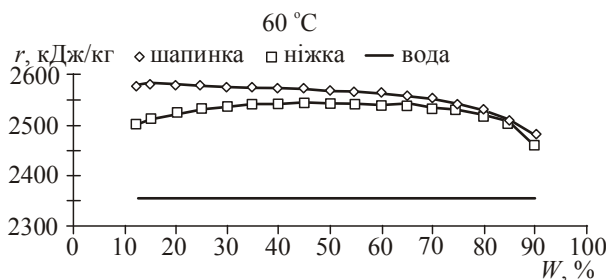


Рис. 3. Теплоти випаровування чистої води і вологи з шапинки та ніжки гриба при $T = 60$ °С

Аналіз проведених досліджень вказує (рис. 1, 2) на незалежність загальної динаміки випаровування вологи з нативних тканин шапинки та ніжки пло-

дового тіла гриба при температурах сушіння 40 °С та 50 °С — хід кривих залежності $r_{ш}$ та r_n для цих температур сушіння практично збігається в межах похибки експерименту ($\leq 2\%$).

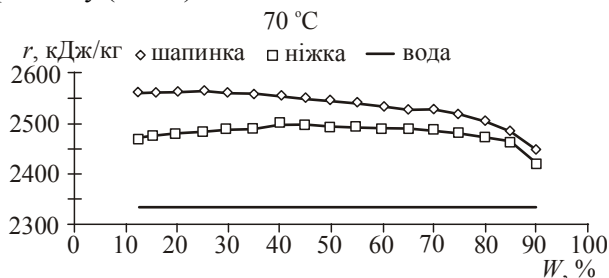


Рис. 4. Теплоти випаровування чистої води і вологи з шапинки та ніжки гриба при $T = 70\text{ °C}$

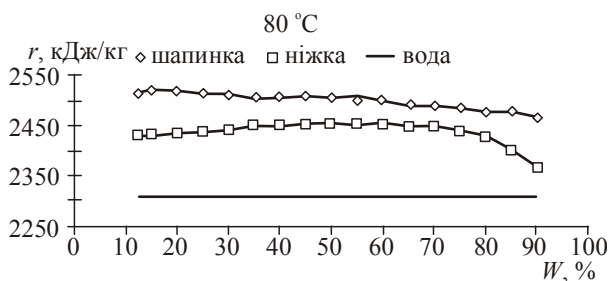


Рис. 5. Теплоти випаровування чистої води і вологи з шапинки та ніжки гриба при $T = 80\text{ °C}$

Загальна відмінність приведеної питомої теплоти випаровування при температурах 60 °С, 70 °С, 80 °С (рис. 3, 4, 5) пояснюється деструкцією білків у тканинах гриба, яка починається при температурі $\sim 55\text{ °C}$ і тим значніша, чим вища температура сушіння [7]. Ця деструкція, вочевидь, призвела до зменшення вологоутримувальної здатності білків [8], яких у шампінйона до 42 г на 100 г сухої речовини [9], тобто до зменшення вихідної кількості зв'язаної води в тканинах гриба і, в підсумку, до загального зменшення приведеної питомої теплоти випаровування [10].

Але всі криві випаровування вологи як з ніжки, так і з шапинки відрізняються від випаровування чистої води через те, що енергія, яка витрачається на видалення вологи при сушінні, витрачається не лише на фазовий перехід води в пару, але й на руйнування зв'язку вологи з твердою фазою тіла, що сушиться. Це не тільки підтверджує наявність залежності теплоти випаровування від вологоутримувальної здатності гриба, але й дає уявлення про порядок збільшення теплоти випаровування і характер її зміни під час сушіння. Загальний приріст питомої теплоти випаровування вологи з нативних тканин шапинки при різних температурах у порівнянні з табличним значенням для випаровування чистої води з вільної поверхні складає $\sim 9\%$, а характер залежності його від вологості корелює з динамікою зміни стану вільної та зв'язаної води при зневодненні гриба. До поступового зростання загальних витрат теплоти на випаровування майже з самого початку процесу сушіння тканин гриба призводить зменшення частки вільної води і зростання частки зв'язаної вологи.

Висновки

1. Завдяки низькому вмісту кількості цукрів шампінйони можна вживати при цукровому діабеті й ожирінні. Крім цього, в них міститься багато незамінних амінокислот і протеїн, тому цей гриб надзвичайно корисний для спортсменів і вегетаріанців.

2. Проведені експерименти підтвердили відмінності не тільки в структурі та хімічному складі, але і в теплоті випаровування вологи в шапинці та ніжці культивованого шампінйона. Ці відмінності впливають на час процесу сушіння. Так, час сушіння ніжки порівняно з часом сушіння шапинки збільшується приблизно в 1,5 рази.

3. Загальний приріст питомої теплоти випаровування води з тканин шампінйона при різних температурах досягає 9 % порівняно з табличним значенням для випаровування води з вільної поверхні, а характер залежності його від вологості корелює з динамікою зміни вологи в тканинах гриба при зневодненні.

4. Отримані авторами роботи результати можуть бути використані для проектних та імітаційних розрахунків процесу сушіння шампінйона.

Література

1. Сычов П.А., Ткаченко Н.П. Грибы и грибоводство. — Донецк-Москва: Сталкер, 2003. — 512 с.

2. Вдовенко С.А. Вирощування їстівних грибів // Навч. посібник. — Вінниця: РВВ ВНАУ, 2010. — 120 с.

3. Роман Т.О., Мазуренко О.Г., Дубівко А.С. Фізико-біохімічні зміни при старінні гриба шампінйон // Харчова промисловість. — 2014. — № 15. — С. 52—56.

4. Симатос Д., Фоур М., Бонжур И. и др. Применение дифференциального термического анализа и дифференциальной сканирующей калориметрии при изучении воды в пищевых продуктах / Вода в пищевых продуктах. Под ред. Р.Б. Докуорта. — Москва: Пищевая промышленность, 1980. — С. 156—170.

5. Патент України № 84075 МПК G01N 25/26, G01N25/28. Калориметричний пристрій для визначення питомої теплоти випаровування вологи і органічних рідин з матеріалів / Ю.Ф. Снежкін, Л.В. Декуша, Н.С. Дубовікова, Т.Г. Грищенко, Л.Й. Воробйов, Л.А. Боряк. — Заявка № а200613266 від 15.12.2006.

6. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. Изд. второе, дополненное и переработанное. — Москва: Наука, 1972. — 720 с.

7. Гришин М.А., Погужих Е.И., Потапов В.А. Эффект динамического структурирования влаги в процессе сушки // Промышленная теплотехника. — 2001. — Т. 23, №. 4—5. — С. 100—105.

8. Даниленко А.Н. Термодинамический поход к сравнительному анализу интегральной гидрофобности нативных и денатурированных форм легуминов-Т гороха / А.Н. Даниленко, В.Т. Дианова, Г.О. Кожевников, Е.Е. Браудо, Н.Г. Кроха, Л.А. Агаларова, А.Д. Задорин // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2000. — № 1. — С. 32-35.

9. Химический состав пищевых продуктов. Кн.1: Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / Под ред. проф., д-ра техн. наук И.М. Скурихина и проф., д-ра мед. наук М.Н. Волгарева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ВО «Агропромиздат», 1987. — 224 с.

10. Дмитренко Н.В. Вивчення впливу стану води в харчових рослинних матеріалах на теплоту випаровування / Н.В. Дмитренко, Н.С. Дубовікова, Ю.Ф. Снежкін, В.А. Михайлик, Л.В. Декуша, Л.І. Воробйов // Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій — 2011. — Вип. 40, т. 2. — С. 71—75.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТЛИЧИЙ ТЕПЛОВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШЛЯПКИ И НОЖКИ ШАМПИНЬОНА

Т.А. Роман, О.А. Ещенко, М.Г. Иванченко, А.Г. Мазуренко

Национальный университет пищевых технологий

В статье приведен полный химический состав, а также содержание макро- и микроэлементов, витаминов в свежем культивируемом грибе шампиньоне. Для сохранения максимума полезных веществ в сушеном грибном полуфабрикате с помощью сканирующей калориметрии и термогравиметрии при различных температурах проведены опыты по определению теплоты испарения влаги из тканей ножки и шляпки гриба, которая была сопоставлена с теплотой испарения чистой воды. Определена разница во времени при сушке ножки и шляпки до конечной влажности 12,5 % и представлены все результаты экспериментальных исследований.

Ключевые слова: шампиньон, химический состав, теплота испарения, сушка.

RICE WORT TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF NON-ALCOHOLIC FERMENTED DRINKS

N. Dong, S. Oliinyk, V. Prybylskyi
National University of Food Technologies

Key words: <i>Fermented drinks</i> <i>Rice</i> <i>Dispersibility</i> <i>Wort</i> <i>Enzyme preparations</i>	ABSTRACT On the basis of theoretical and practical studies, the need to develop the technologies of wort made of rice grains for the production of non-alcoholic fermented drinks has been shown. The optimal dispersion of rice grains and the hydronic impact on the duration of saccharification of mash are determined. The dynamics of accumulation of reducing substances in the wort with different grain grinding was studied and the optimal value of the enzyme preparations was calculated. The potential of the developed technology of rice mash preparation for the production of non-alcoholic fermented drinks and for expanding the range of wellness products was substantiated.
Article history: Received 12.02.2016 Received in revised form 21.02.2016 Accepted 13.03.2016	
Corresponding author: V. Prybylskyi E-mail: undihp@mail.ru	

ТЕХНОЛОГІЯ РИСОВОГО СУСЛА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ ФЕРМЕНТОВАНИХ НАПОЇВ

Н.Ф. Донг, С.І. Олійник, В.Л. Прибильський
Національний університет харчових технологій

На основі теоретичних і практичних досліджень у статті показано необхідність розроблення технології сусла із зерна рису для приготування безалкогольних ферментованих напоїв. Визначено оптимальну дисперсність помелу зерна рису та встановлено вплив гідромодуля на тривалість оцукрення затору. Досліджено динаміку накопичення редуруючих речовин у суслі з різною дисперсністю помелів і встановлено оптимальну кількість розріджувальних та оцукрювальних ферментних препаратів. Доведено перспективність розробленої технології рисового сусла для виробництва безалкогольних ферментованих напоїв і розширення асортименту ринку продуктів оздоровчого напрямку.

Ключові слова: ферментовані напої, рис, помел, дисперсність, сусло, ферментні препарати.

Постановка проблеми. Ефективний розвиток харчової промисловості передбачає раціональне використання сировинних ресурсів і розроблення нових видів продукції, зокрема безалкогольної, з підвищеною біологічною цінністю.

У безалкогольній галузі досить гостро стоїть проблема випуску напоїв виключно з натуральної сировини. Це обумовлено тим, що більшість з них

готують з використанням штучних або ідентичних натуральним харчових добавок — ароматизаторів, барвників, підсолоджувачів. Такі напої мають спрощену технологію, тривалі терміни зберігання, однак біологічна та харчова цінність їх є сумнівною. Найбільш перспективними з точки зору оздоровчої дії на організм людини є ферментовані безалкогольні напої. Ці напої характеризуються використанням культур мікроорганізмів, виключно натуральної сировини, особливостями технології та низьким вмістом етилового спирту.

Більшість технологій ферментованих напоїв базується на незавершеному комбінованому спиртовому і молочнокислому бродіннях, які викликають дріжджі й молочнокислі бактерії. Готові напої містять продукти їх життєдіяльності, при цьому відбувається зміна хімічного складу суслу з наданням готовому продукту характерних органолептичних якостей.

Найбільш розповсюдженими видами сировини, з якої з давніх часів готували ферментовані напої, наприклад, квас у слов'янських народів, були житній хліб, плодово-ягідна сировина, мед.

У наш час для вирішення проблеми раціонального харчування населення необхідне розширення асортименту оздоровчих і функціональних безалкогольних напоїв з підбором сировини, зокрема злакових культур [1].

Рис є однією з найважливіших високоврожайних зернових культур у світовому рослинництві й основним продуктом харчування багатьох народів світу. На відміну від пшениці, жита і ячменю, рис — аглютенова сировина, що є позитивним чинником, оскільки глютен як рослинний білок може викликати алергічну реакцію у людей, які страждають на хворобу целиакія. Рисова крупа містить мало клітковини, добре засвоюється організмом людини і є дієтичним продуктом. Рис використовують у вигляді крупи, яка містить до 88 % крохмалю, 7,7 % білків, 0,5 % цукрів, 1 % олії, вітаміни В1, В2, РР. До складу зерна рису входять вісім незамінних амінокислот, серед яких найбільш важливі лізин, валін, метіонін. Білок рису більш корисний, ніж інших злаків [2, 3].

Таким чином, перед виробниками ферментованих напоїв стоїть завдання із впровадження інноваційних технологій, здатних забезпечити комплексне використання сільськогосподарської сировини, підвищену стійкість та органолептичні характеристики готової продукції. Цим обґрунтовується актуальність проведення досліджень з визначення оптимальних технологічних режимів приготування рисового суслу для виробництва безалкогольних ферментованих напоїв.

Метою дослідження є вдосконалення технології ферментованих напоїв шляхом використання рису, що дозволить підвищити харчову та біологічну цінність готової продукції, надати напоям оздоровчих і функціональних властивостей.

Матеріали і методи. В дослідженнях використовували рисові зерна без віскової оболонки («білий» рис) згідно з ДСТУ 4965:2008 сортів «Агат», «Престиж», «Преміум», отриманих з Науково-дослідного інституту рису НААН України.

Для приготування затору використовували воду питну згідно з ДСанПіН 2.2.4-171-10 і ДСТУ 7625:2015.

Для розрідження затору й оцукрення крохмалю використовували ферментні препарати (ФП):

- Termamyl SC: термостабільна бактеріальна α -амілаза у вигляді рідкого препарату, одержана при культивуванні штаму *Bacillus licheniformis*; розщеплює α -1,4-глюкозидні зв'язки до амілози й амілопектину з утворенням декстринів і олігосахаридів; знижує в'язкість затору;

- San Super 240 L: комплексний ФП, що містить глюкоамілазу, грибку α -амілазу та бактеріальну нейтральну протеїназу.

Для вирішення поставлених завдань розроблено блок-схему досліджень, застосовано загальноприйняті та спеціальні методи аналізу. Результати досліджень систематизували і на основі сучасного програмного забезпечення обробляли математичними й статистичними методами.

Викладення основних результатів дослідження. Аналіз літературних джерел показав, що рисові зерна можуть бути використані для приготування рисового сусла, однак недостатньо вивчено вплив дисперсності помелу рису на тривалість оцукрювання в технології ферментованих напоїв.

У попередніх наукових дослідженнях було проведено аналіз сортів рису української селекції. Досліджено різні зразки рису і встановлено перспективність використання сортів «Агат», «Престиж», «Преміум» для виробництва ферментованих напоїв.

Для приготування та зброджування рисового сусла необхідно було дослідити показники основної сировини із встановленням вибору оптимальної дисперсності помелу, гідромодуля, параметрів проведення процесу розрідження й оцукрювання.



Рис. 1. Вплив дисперсності помелу зерна рису на тривалість процесу оцукрювання затору

Для забезпечення ферментативного гідролізу полімерів зерна основними показниками при його подрібненні, які забезпечують вихід екстракту, є дисперсність та однорідність помелу. Під час приготування замісу ступінь подрібнення зерна впливає на швидкість і повноту ферментативного гідролізу полімерів подрібнених зернопродуктів, а отже, і на вихід екстрактних речовин [1, 4—5]. Таким чином, основною вимогою до помелу має бути його однорідність при забезпеченні високої дисперсності. Слід зазначити, що при надтонкому (високодисперсному) помелі, порівняно з грубим помелом, вміст амінного азоту підвищується на 30—50 %. Це забезпечує додаткове азотне живлення для дріжджів при подальшому зброджуванні сусла, що є актуальним, оскільки вміст білкових речовин у рисі невисокий. Однак це може призвести до утворення барвних речовин за рахунок цукроамінної реакції [4—5].

Затор готували з використанням помелу зерна рису сорту «Агат» із дисперсністю 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 мм та визначали його вплив на тривалість оцукрювання суслу (рис. 1).

Встановлено, що оптимальною дисперсністю помелу зерна рису є 1,0 мм. Застосування помелу з дисперсністю 0,5 мм і менше, порівняно з дисперсністю 1,0 мм, не призводило до суттєвого скорочення тривалості оцукрювання затору. Крім того, подрібнення зерна до дисперсності 0,5 мм, порівняно з дисперсністю 1,0 мм, потребує збільшення витрат електроенергії в 1,3—1,6 раза. При використанні помелу з розміром часток понад 1 мм через ускладнення проникнення води, неповного екстрагування та погіршення доступу ферментів до субстрату збільшувались втрати і не досягалось повне розчинення та гідроліз крохмалю. Із збільшенням дисперсності помелу до 1,5—2,0 мм тривалість оцукрювання заторів також збільшувалась через наведені вище причини.

Аналіз експериментальних даних показав (рис. 2), що в процесі оцукрювання заторів, приготовлених з використанням помелу рису дисперсністю до 1,0 мм, через 40 хв оцукрювання накопичувалось до 55 % редукуючих речовин. Підвищення дисперсності помелу до 0,5 мм не призводило до суттєвого зменшення тривалості оцукрювання і збільшення кількості редукуючих речовин. Зниження дисперсності помелу до 1,5—2,0 мм подовжувало тривалість оцукрювання до 50—60 хв.

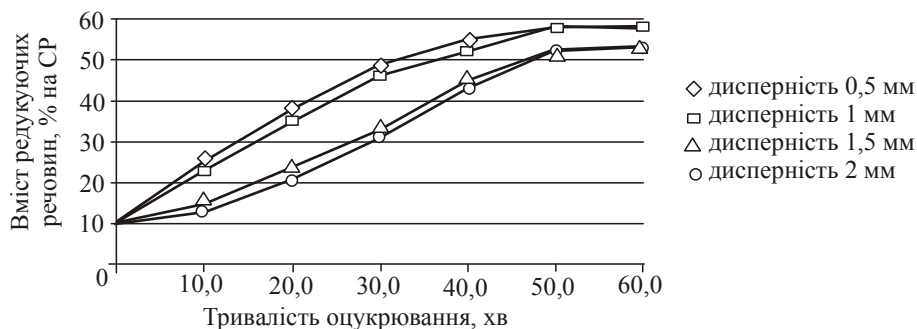


Рис. 2. Динаміка накопичення редукуючих речовин у суслі з рису сорту «Агат» з різною дисперсністю помелу

Отже, при дослідженні впливу ступеня дисперсності помелів на тривалість оцукрювання заторів і динаміку накопичення редукуючих речовин встановлено, що для приготування заторів із рису найбільш ефективно використовувати помели дисперсністю до 1,0 мм.

Відомо, що гранули крохмалю нерозчинні в холодній воді, але при нагріванні поглинають вологу і легко набухають. На початковому етапі розчинення крохмалю відбувається переважно гідрофільна гідратація біополімерів. З підвищенням температури понад 30 °С зростають коливання крохмальних молекул, руйнуються міжмолекулярні зв'язки, що призводить до звільнення місць сполучення для взаємодії з молекулами води через водневі зв'язки. Таке проникнення води й збільшення поділу великих і довгих сегментів крохмальних ланцюгів збільшує невпорядкованість у загальній структурі та зменшує кількість і розмір кристалічних областей. Різка зростання гідратації амілози й амілопектину

призводить до збільшення розміру гранул, тобто відбувається їх набухання. Міцніше утримуються крохмалем молекули води, адсорбовані на поверхні амілопектинових молекул. На цьому етапі посилюється гідролітична дія власних амілоз зерна, що обумовлює незначне зниження в'язкості суспензії [1, 5—7].

Здатність гранул крохмалю до набухання характеризується відношенням найбільшого значення в'язкості до в'язкості повністю клейстеризованого крохмалю за температури 95 °С. Зі зменшенням розмірів гранул ця здатність знижується. При подальшому нагріванні з великою кількістю води відбувається повна втрата кристалічності, що супроводжується початком руйнування крохмальних гранул. Амілоза частково дифундує з аморфної частини гранул і переходить у розчин, а амілопектин переважно залишається в нерозчинному вигляді. З подальшим руйнуванням гранул відбувається деструкція кристалічної частини гранул і починається процес клейстеризації, який супроводжується переходом амілози в розчин, а амілопектину — у стан желе, що призводить до значного підвищення в'язкості суспензії. При переході в розчин довгі ланцюги амілози здатні закріплюватися в крохмальних гранулах, збільшуючи простір, який займає кожна гранула, і таким чином сприяти підвищенню в'язкості суспензії [1, 5—7]. Зважаючи на це, необхідно встановити залежність тривалості оцукрювання від гідромодулю затору при використанні розріджувальних ферментних препаратів (рис. 3).

Для приготування сусла рис подрібнювали до дисперсності помелу 1 мм, змішували з водою у співвідношеннях від 1:3 до 1:6, вносили розріджувальний ФП Termamyl SC. Далі затор підігрівали до температури 90 °С, розріджували, охолоджували до температури 60 °С, вносили ФП Sun Super 240 L і оцукрювали. Контролювали процес оцукрювання за йодною пробою.

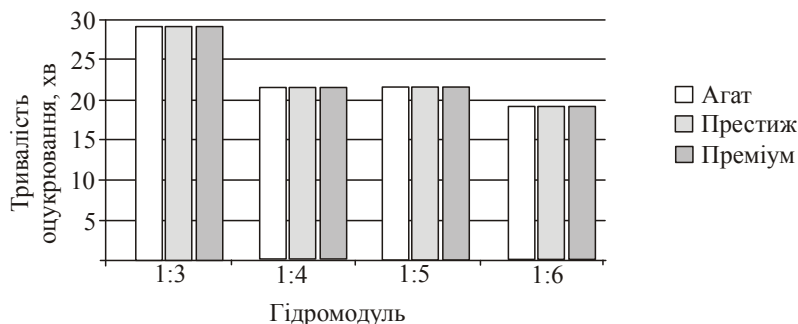


Рис. 3. Вплив гідромодулю затору на тривалість оцукрювання

Встановлено, що гідромодуль значно впливав на швидкість оцукрювання. При цьому найшвидше процес відбувався при гідромодулі 1:6. Під час затирання процес оцукрювання і розщеплення білків значно сповільнювався при гідромодулі 1:3. При цьому утворюється більше високомолекулярних продуктів гідролізу, а в суслі накопичується менше зброджуваних цукрів і амінокислот. Для більш глибокого розщеплення крохмалю необхідно застосовувати гідромодуль 1:4. Затори з гідромодулем 1:5 необхідно використовувати для отримання великої кількості цукрів, здатних до збродження, а також для більш глибокого розщеплення білків. При густих заторах велика

кількість екстракту першого сусла утримується зерною дробиною, при цьому витрачається більша кількість води на її промивання. Це призводить до надмірного розбавлення першого сусла. До того ж надмірне екстрагування оболонки зерна погіршує якість готового продукту. Отже, при зміні співвідношення помелу рису та води отримуємо сусло різного складу. Показано, що тривалість оцукрювання досліджуваних заторів з рису була практично однаковою при гідромодулі 1:4 та 1:5. При цьому концентрація сусла становила 10—12 %, а кількість промивних вод не перевищувала 0,5 %.

При застосуванні гідромодуля 1:3 тривалість оцукрювання збільшувалася на 30 %, а зі збільшенням до 1:6 — зменшувалася на 16 %. З урахуванням викладеного слід вважати, що оптимальним для даної технології є гідромодуль 1:4—1:5 при дисперсності 95—100 % проходу крізь сито з діаметром отворів 1 мм.

Практика використання ФП свідчить, що їх дозування на підприємствах здійснюють відповідно до рекомендацій фірм виробників за масою або об'ємом на певну масу (об'єм) сировини. Це призводить до того, що не враховується реальна ферментативна активність препарату та вміст субстрату в сировині. Як наслідок, мають місце або перевитрати ФП, або порушується технологічний режим, тому ФП необхідно дозувати залежно від їх активності та вмісту субстрату в сировині.

Для приготування замісу зерно рису подрібнювали до часток розміром 1 мм, змішували з підготовленою водою у співвідношенні 1:4, вносили розрахункову кількість ФП Termamyl SC і зі швидкістю 1 °C на хвилину при постійному перемішуванні нагрівали до температури 90—92 °C. Після досягнення необхідного розріджування затор охолоджували до температури 58—60 °C, вносили ФП San Super 240 L і витримували при цій температурі до повного оцукрювання.

Результати досліджень з визначення оптимальної кількості ФП наведено в таблиці.

Таблиця. Вибір оптимальної кількості ФП для приготування сусла

Кількість ФП, од./г крохмалю		Вміст вуглеводів, г/100 см ³	
Termamyl SC	San Super 240 L	Глюкоза	Мальтоза
0,05	5	0,94±0,01	0,68±0,02
0,15	6	2,30±0,05	1,00±0,02
0,25	5	4,10±0,10	2,00±0,04
0,35	5	5,10±0,10	2,30±0,04
0,65	6	7,50±0,10	3,10±0,06
1,00	6	7,58±0,10	3,12±0,06
1,50	5	7,60±0,10	3,15±0,06
2,00	5	7,60±0,10	3,15±0,06

Встановлено, що співвідношення та кількість розріджувальних і оцукрювальних ФП суттєво впливає на кількісний склад простих вуглеводів. Визначено, що раціональна кількість ФП Termamyl SC становить від 0,35 од. до 0,65 од. на 1 г крохмалю, а ФП San Super 240 L — від 5 од. до 6 од. на 1 г крохмалю при виході екстракту 80,4 %.

Висновки

На основі теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтовано технологію рисового сусла для виробництва безалкогольних ферментованих напоїв оздоровчого й функціонального призначення.

Встановлено, що при оптимальній дисперсності помелу зерна рису 1 мм необхідне значення гідромодулю становить 1:4—1:5. Визначено оптимальні кількості розріджувальних і оцукрювальних ферментних препаратів, що становлять 0,35—0,65 та 5—6 од. активності на 1 г крохмалю відповідно.

Література

1. *Технологія безалкогольних напоїв*: підруч. [Текст] / В.Л. Прибыльський, З.М. Романова, В.М. Сидор та ін.; за ред. докт. техн. наук, проф. В.Л. Прибыльського. — Київ: Національний університет харчових технологій, 2014. — 312 с.
2. *Види та особливості рису* [Текст]: За ред. професора В.В. Морозова, В.В. Дудченко, Л.П. Діденко, М.В. Гай та ін. — Херсон: ХДУ, 2010. — 78 с.
3. *Зінченко О.І. Рослинництво* / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко — Київ: Аграрна освіта, 2001. — 591 с.
4. *Напитки брожения* — напитки, содержащие биологически активные вещества [Текст] / М.Н. Елисеев, Д.С. Лычников, Л.К. Емельянова, Т.И. Кузичкина // Пиво и напитки. — 2006. — № 3. — С. 32.
5. *Технологія екстрактів, концентратів і напоїв із рослинної сировини*: підруч. [Текст] / В.А. Домарецький, В.Л. Прибыльський, М.Г. Михайлов за ред. В.А. Домарецького. — Вінниця: Нова Книга, 2005. — 408 с.
6. *Silvestre M.P.C., Vieira C.R., Silva M.R., Carreira R.L., Silva V.D.M., Morais H.A.* Protein extraction and preparation of protein hydrolysates from rice with low phenylalanine content // Asian J. Sci. Res — 2009. — # 2. — P. 146—154.
7. *Ju Z.Y., Hettiarachchy N.S., Rath N.* Extraction denaturation and hydrophobic properties of rice flour proteins // Journal of Food Science. — 2001. — # 66. — P. 229—232.
8. *Патент RU 2198209, МПК C12G3/02.* Способ производства безалкогольного напитка брожения / Ю.П. Ким, М.И. Ли, В.П. Ким, В.С. Исаева, Т.В. Иванова, Е.В. Воронина; опубл. 10.02.2003. <http://ru-patent.info/21/95-99/2198209.html>.

ТЕХНОЛОГИЯ РИСОВОГО СУСЛА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ НАПИТКОВ

Н.Ф. Донг, С.И. Олейник, В.Л. Прибыльський

Национальный университет пищевых технологий

На основе теоретических и практических исследований в статье определена необходимость разработки технологии сусли из рисовых зерен для производства безалкогольных ферментированных напитков. Установлена оптимальная дисперсность помола рисовых зерен и влияние гидромодуля на длительность осахаривания затора. Исследована динамика накопления редуцирующих веществ в сусле с разной дисперсностью помола и определено оптимальное количество разжижающих и осахаривающих ферментных препаратов. Доказана перспективность разработанной технологии рисового сусли для производства безалкогольных ферментированных напитков и расширения ассортимента рынка продуктов оздоровительного направления.

Ключевые слова: ферментированные напитки, рис, помол, дисперсность, сусли, ферментные препараты.

DISPERSIBILITY OF BUTTER PASTE PLASMA WITH NUTRIENT COMPLEX HAVING HEPATOPROTECTIVE PROPERTIES

Yu. Kovtun

National University of Food Technologies

Key words:

*Butter paste
Whey protein
Inulin
Dispersibility of plasma
Coalescence
Aggregation
Resistance to storage*

Article history:

Received 12.02.2016
Received in revised form
17.03.2016
Accepted 22.03.2016

Corresponding author:

Yu. Kovtun

E-mail:

Jurijkovtun@mail.ru

ABSTRACT

A set of dietary supplements with hepatoprotective properties that are used to develop butter paste formulations was chosen based on literature data. The effect of complex additives on plasma dispersion in the mass of butter paste depending on temperature and shelf life has been studied. It is established that, when applying a complex of additives at the storage temperature of -18°C , the coalescence of butter paste droplets in plasma structure decelerates due to its self-organization. The concentration of small droplets on the surface of serum protein and inulin plasma units is detected, indicating the hydrogen bonds between the butter paste plasma and the components of the additives.

ДИСПЕРСНІСТЬ ПЛАЗМИ МАСЛЯНОЇ ПАСТИ З КОМПЛЕКСОМ НУТРИЄНТІВ, ЩО ВОЛОДІЮТЬ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Ю.А. Ковтун

Національний університет харчових технологій

На основі аналізу даних літературних джерел у статті підібрано комплекс біологічно активних добавок з гепатопротекторними властивостями, які використані для розроблення рецептури масляної пасти. Досліджено вплив комплексу добавок на дисперсність плазми у моноліті масляної пасти залежно від температури і терміну зберігання. Встановлено, що при внесенні комплексу добавок за температури зберігання -18°C уповільнюється коалесценція краплин плазми у структурі масляної пасти, що пов'язано з самоорганізацією його структури. Виявлено концентрування дрібних краплин плазми на поверхні агрегатів сироваткових білків та інуліну, що свідчить про водневі зв'язки плазми масляної пасти з компонентами добавок.

Ключові слова: масляна паста, сироваткові білки, інулін, дисперсність плазми, коалесценція, агрегація, стійкість до зберігання.

Постановка проблеми. Сьогодні розвиток харчових технологій пов'язаний з розробкою лікувально-профілактичних та оздоровчих харчових продуктів і дослідженням їх властивостей як на мікро-, так і на нанорівні. Так, з урахуванням вимог до продуктів функціонального призначення була розроблена технологія масляної пасти з комплексом нутрієнтів, що володіють гепатопротекторними властивостями [1]. Розподіл плазми у моноліті масляної пасти та її склад суттєво впливає на товарну якість і стійкість продукту. Ф.А. Вишемірський і С.В. Василісін встановили, що дисперсність плазми в масляній пасти в основному залежить від способу виробництва [2].

На стійкість масла під час зберігання великий вплив має не так кількість краплин, як об'єм плазми, яку вони містять. Дослідження сумірності розмірів краплин плазми і бактеріальних клітин показали, що в краплині діаметром до 2 мкм жодна клітина вміститись не може. У краплинах діаметром 2—3 мкм може розміститись 1—2 клітини бактерій, 3—4 мкм — до 6 клітин, а діаметром 5—8 мкм — до 53 клітин. Очевидно, що важливе значення для прогнозування стійкості масляної пасти до мікробіологічного псування в процесі її зберігання має об'єм плазми, що міститься у великих краплинах, діаметр яких перевищує 5 мкм.

Експериментальні дані також показали, що із збільшенням вмісту вологи в маслоподібних продуктах мікробіологічні процеси псування продукту відбуваються інтенсивніше. На дисперсність плазми в масляній пасти суттєво впливають режими термостатування і зберігання. Витримка свіжоприготовленої масляної пасти за умови позитивної температури сприяє збільшенню краплин вологи та зниженню її дисперсності в моноліті, що негативно відображається на якості масла та здатності до зберігання [2]. Зважаючи на це, Ф.А. Вишемірський рекомендує не проводити термостатування свіжоприготовленої масляної пасти.

Нами була розроблена технологія масляної пасти з комплексом гепатопротекторних нутрієнтів. Комплекс складається з 80-відсоткового концентрату сироваткових білків (КСБ80), сиропу шипшини на фруктозі та інуліну. За літературними даними було встановлено, що ці компоненти окремо володіють гепатопротекторними властивостями, високою вологзв'язуючою здатністю та запобігають агрегації і коалісценції плазми, що, у свою чергу, збільшує дисперсність краплин у моноліті масляної пасти. Оскільки масляна паста — це продукт з високим вмістом плазми (до 46 %), що суттєво впливає на її споживчі характеристики, постає питання впливу комплексу добавок на стан водної фази пасти.

Метою статті є дослідження впливу комплексу нутрієнтів з гепатопротекторними властивостями на розподіл і дисперсність плазми у масляній пасти.

Матеріали і методи досліджень. Об'єктом досліджень були модельні зразки масляної пасти з комплексом нутрієнтів, що володіють гепатопротекторними властивостями. Контролем слугували зразки масляної пасти, виготовлені за класичною рецептурою.

Раніше проведені нами дослідження показали, що в масляній пасти з комплексом гепатопротекторних нутрієнтів вміст адсорбційної вологи вищий, ніж у масляній пасти, виготовленій за класичною рецептурою без добавок, у

4,2 раза, у тому числі найміцніше зв'язаної мономолекулярної — у 5,7 раза. Дисперсність і об'ємний розподіл плазми вивчали у свіжоприготовлених зразках, вироблених способом ПВЖВ, та після їх зберігання за температури +5 °С протягом 15 діб і за температури –18 °С — протягом 50 діб. Вміст вологи у досліджуваних зразках становив 46 %.

Дисперсність плазми досліджували методом мікроскопії за методикою В. Мора, модифікованою Ф.А. Вишемірським [2]. Препарати масла вивчали під оптичним мікроскопом МБІ-15 у прохідному світлі з використанням світофільтрів. Для підрахунку краплин плазми фотографували п'ять найтипівіших полів зору препаратів і шкалу лінійки об'єктмікрометра. Краплини плазми за розміром поділяли на фракції: 1 — діаметр краплин 1—2 мкм, 2 — 2—3 мкм, 3 — 3—4 мкм тощо. У досліджуваних зразках визначали кількість краплин кожної фракції та середній діаметр краплин і об'єм плазми, який включали краплини кожної фракції.

Результати і обговорення. Дослідження зразків масляної пасти під мікроскопом показав наявність краплин плазми різної величини та їх нерівномірний розподіл. Розміри видимих краплин плазми перебували в інтервалі 1—15 мкм.

Отримані результати показують, що під час зберігання масляної пасти змінюється розподіл плазми у її структурі. Крім того, на дисперсність плазми суттєво впливають режими термостатування масла в процесі зберігання за різних температур. Усі зразки контролю містять найбільше краплин розміром до 7 мкм. Їх вміст становить: у контролі свіжоприготовленому 90,5 %; у контролі, який зберігався при температурі +5 °С, зменшується до 86 %; при –18 °С суттєво не змінюється. Слід зазначити, що хоча близько 90 % краплин у зразках контролю мають розмір до 5 мкм, частка об'ємного розподілу в них плазми змінюється у межах 35—57,3 %. У свіжоприготовленому контролі вона становить 57,3 %, у контролі, що зберігався при температурі +5 °С, зменшується на 14,1 % і становить 43,2 %, що свідчить про коалесценцію краплин у процесі зберігання за температури +5 °С. У контролі, що зберігався при температурі –18 °С, об'єм плазми, який міститься у краплинах діаметром до 5 мкм, зменшується на 5,1 % і становить 52,2 %. Усі зразки контролю характеризуються найбільшим вмістом фракції краплин діаметром до 2 мкм, у яких жодна бактеріальна клітина розміститися не може. Їхня кількість становить: у свіжоприготовленій масляній пасті — 38,9 %; контроль, що зберігався при +5 °С, — 33 %; контроль, що зберігався при –18 °С, — 37 %. Об'єм плазми, що міститься в краплинах цієї фракції, невеликий і становить 2,1 % у пасті свіжоприготовленій (ПСВК), а в зразках, що зберігалися при температурі +5, — 0,8 %. Зниження в масляній пасті, що зберігалась при температурі +5 °С (ПК5), кількості краплин діаметром до 2 мкм на 9,3 % та відповідне зменшення об'єму плазми, що міститься в них, свідчить про коалесценцію краплин. Збільшення кількості краплин діаметром до 2 мкм у ПК18 на 1,5 % порівняно з ПСВК пов'язане з процесами формування мікроструктури масляної пасти за температури зберігання –18 °С, що супроводжуються коалесценцією вологи з утворенням краплин, які містяться у мікровимірному масштабі та видимі під оптичним мікроскопом. Порівняно з першою фракцією вміст краплин плазми другої фракції діаметром 2—3 мкм у

всіх зразках ПСВК утричі нижчий, але об'єм плазми, що міститься у краплинах другої фракції, втричі більший. Збільшення кількості краплин другої фракції свідчить про коалесценцію краплин першої фракції в процесі зберігання ПК за температури 5 °С і перехід їх за розміром у другу фракцію. З даних видно, що число краплин у решті фракцій поступово знижується в міру збільшення в них величини краплин, але об'єм плазми, яку вони містять, зростає.

Відомо, що на мікробіологічне псування маслоподібних продуктів основний вплив мають краплини плазми, діаметр яких перевищує 5 мкм. Кількість краплин у ПСВК і ПК18 становить 17,9 і 20 %, а частка розподіленої в них плазми — 67,1 і 73,4 %. У зразку ПК5 кількість цих краплин порівняно з ПСВК зростає на 7,5 %, а частка розподіленої в них плазми — на 23,7 %. Збільшення кількості плазми в краплинах діаметром більше, ніж 5 мкм, свідчить про коалесценцію краплин плазми в структурі ПСВК в процесі зберігання, що інтенсивно відбувається в ПК5. Середній діаметр краплин плазми у ПСВК становить 4,33 мкм, ПК5 — 6,1 мкм, ПК18 — 4,7 мкм. Таким чином, основний об'єм плазми у зразках ПСВК розподілений у краплинах діаметром 4—13 мкм [3].

Під час перегляду препаратів зразків масляної пасти свіжоприготовленої з комплексом добавок (ПСВ) під мікроскопом виявлено концентрування дрібних краплин плазми на поверхні агломератів сироваткових білків, що можна пояснити водневими зв'язками компонентів і краплин плазми.

Мікроскопічні дослідження показали тонший розподіл краплин плазми в усіх зразках ПСВ порівняно з ПСВК. Розмір краплин у зразках ПСВ перебуває в інтервалі 1—10 мкм.

В усіх зразках ПСВ основна частина краплин плазми має розмір до 5 мкм. Вміст їх у ПСВ > П5 і коливається в межах 86,1—93,3, що більше, ніж в аналогічних зразках ПСВК. Об'єм плазми, що міститься у цих краплинах, у зразках ПСВ також є доволі високим. Він на 27,1 %, 38,7 % та 40,1 % перевищує об'єм плазми краплин у зразках ПСВК.

Зменшення кількості цих краплин в П5 на 5,7 % стосовно ПСВ свідчить про їх коалесценцію в процесі зберігання за температури 5 °С. Об'єм плазми, яка міститься в краплинах цієї фракції, перевищує об'єм плазми в аналогічних зразках ПСВК на 1,7—2,3 %. Краплини плазми, діаметр яких перевищує 5 мкм, в усіх зразках ПСВ представлені трьома дрібними фракціями, кількість їх у ПСВ, ПСВ5, ПСВ18 на 9,8 %, 7,3 % та 5,3 % менша, ніж в аналогічних зразках ПСВК. Частка об'ємного розподілу плазми в цих краплинах дорівнює 21,7 %, 26,3 % та 19,9 % відповідно, що менше, ніж в аналогічних зразках ПСВК.

Об'єм плазми в зразках ПСВ розподілений у краплинах діаметром 3—5 мкм. Середній діаметр краплин плазми ПСВ дорівнює 3,6 мкм, в П5 — 4,96 мкм, П18 — 3,61 мкм. Збільшення середнього діаметра краплин плазми П5 свідчить про їх коалесценцію.

Із даних дослідження видно, що в ПСВ відбувається тонший розподіл плазми стосовно ПСВК. До того ж у процесі зберігання ПСВ дисперсність і розподіл плазми в краплинах змінюється меншою мірою, ніж у зразках ПСВК. Це підтверджує, що внесення комплексу добавок гальмує коалесценцію краплин плазми в процесі зберігання масляної пасти. Зміна дисперсності та

розподілу плазми в процесі зберігання масляної пасти пов'язана із самоорганізацією структури, що базується на фазових перетвореннях у молочному жирі пасти і взаємодії жирової та водної фаз [4, 5].

Висновки

Результати досліджень показали, що внесення комплексу добавок (КСБ80, інулін, сироп шипшини на фруктозі) у масляну пасту спричиняє тонший розподіл краплин плазми в його мікроструктурі. Це корелює зі збільшенням у зразках ПСВ, порівняно зі зразками ПСВК, вмісту адсорбційної вологи до 19 %, що міцно зв'язана в структурі продукту. Відповідно, у зразках ПСВ, порівняно із зразками ПСВК, на 6,5—9 % зменшується вміст слабко зв'язаної вологи, яка диспергована в мікроструктурі масляної пасти.

Отже, встановлено, що внесення комплексу добавок змінює розподіл вологи у масляній пасті, а саме: сприяє тоншому диспергуванню плазми у структурі ПСВ, при цьому збільшується кількість краплин плазми діаметром до 2 та 5 мкм та об'єм вологи, що міститься в них, відповідно зменшується вміст краплин більших, ніж 5 мкм, і частка об'ємного розподілу в них плазми.

Тонкий розподіл вологи в ПСВ корелює із збільшенням вмісту в ньому міцнозв'язаної адсорбційної вологи. Внесення комплексу добавок і температура зберігання –18 °С гальмують коалесценцію краплин плазми у структурі масляної пасти, що пов'язано з самоорганізацією його структури. Виявлено концентрування дрібних краплин плазми на поверхні агломератів сироваткових білків, що свідчить про водневі зв'язки плазми масляної пасти з компонентами добавок.

Література

1. Белкин В.Г. Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания / В.Г. Белкин // *Масла и жиры*. — 2010. — № 7—8. — С. 20—22.
2. Вышемирский Ф.А. Дисперсность и аминокислотный состав плазмы масла различных способов производства / Ф.А. Вышемирский, С.В. Василисин // *Молочная промышленность*. — 1972. — № 3. — С. 6—8.
3. Kinstlla J.E. Milk protein: physicochemical and functional properties / C.R.C. *Critical review in food science and nutrition*. — 1984. — P. 197—262.
4. Канева Е.Ф. Влияние температурной обработки свежеработанного сливочного масла на его качество / Е.Ф. Канева, А.В. Гудков // *Сб. научн. тр. НПОВНИИ «Углич» «Интенсификация производства сливочного масла»*. — Углич, 1989. — С. 18—28.
5. Рашевская Т.А. Электронно-микроскопические исследования микроструктуры межглобулярной области сливочного масла, выработанного способом преобразования высокожирных сливок / Т.А. Рашевская, И.С. Гулый // *Хранение и переработка сельхозсырья*. — 2001. — № 3. — С. 44—47.

ДИСПЕРСНОСТЬ ПЛАЗМЫ МАСЛЯНОЙ ПАСТЫ С КОМПЛЕКСОМ НУТРИЕНТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Ю.А. Ковтун

Национальный университет пищевых технологий

На основе анализа данных литературных источников в статье подобран комплекс биологически активных добавок с гепатопротекторными свой-

ствами, которые использовались при разработке рецептуры масляной пасты. Исследовано влияние комплекса добавок на дисперсность плазмы в монолите масляной пасты в зависимости от температуры и срока хранения. Установлено, что при внесении комплекса добавок (температура хранения $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$) замедляется коалесценция капель плазмы в структуре масляной пасты, что связано с самоорганизацией структуры комплекса. Выявлено концентрирование мелких капель плазмы на поверхности агрегатов сывороточных белков и инулина, что свидетельствует о водородных связях плазмы масляной пасты с компонентами добавок.

Ключевые слова: масляная паста, сывороточные белки, инулин, дисперсность плазмы, коалесценция, агрегация, устойчивость к хранению.

ДО ВІДОМА АВТОРІВ

Шановні колеги!

Редакційна колегія журналу «Наукові праці Національного університету харчових технологій» запрошує вас до публікації наукових праць.

До друку приймаються рукописи, які раніше не були опубліковані в друкованих та електронних виданнях. Автор, який подає матеріали до друку, зберігає за собою всі авторські права та надає відповідному виданню право першої публікації, дозволяючи розповсюджувати даний матеріал із зазначенням авторства й джерела первинної публікації, а також погоджується на розміщення її електронної версії на сайті Національної бібліотеки ім. В.І. Вернадського та у відкритому доступі в електронній мережі університету і на сайті журналу <http://journal.nuft.edu.ua>. Автор надає редакційній колегії на рецензування та відхилення поданих для опублікування матеріалів. В одному номері може бути опублікована лише одна стаття автора (як власна, так і в співавторстві).

У редакційно-видавничий відділ необхідно представити:

- файл статті;
- рецензію доктора наук певної галузі (за тематичною спрямованістю статті). Якщо один із авторів статті є доктором наук, то рецензія необов'язкова;
- роздруковку тексту статті, що відповідає наданому файлу;
- заяву з підписами автора(-ів) про те, що надіслана стаття раніше не друкувалася і не подана до будь-яких інших видань.
- витяг з протоколу засідання кафедри (підрозділу) з рекомендацією роботи до друку.

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Статті подаються у вигляді вичитаних роздруковок на папері формату А4 (поля з усіх сторін по 2 см, Time New Roman, кегль 14, інтервал 1,5) та електронної версії (редактор Microsoft Word). У тексті статті не повинно бути порожніх рядків. Між словами допускається лише один пробіл. Усі сторінки тексту мають бути пронумеровані. Обсяг статті має бути не менший 12 тис. знаків і не перевищувати 24 тис. знаків (як виняток, не більше 40 тис. знаків).

ПОСЛІДОВНІСТЬ СТРУКТУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ СТАТТІ

1. Індекс УДК.
2. Назва статті (англійською, українською та російською мовами).
3. Ініціали та прізвища авторів англійською, українською та російською мовами (не більше чотирьох авторів).
4. Анотація англійською, українською та російською мовами (не менше 650 символів з пробілами). Анотація має містити коротку інформацію про мету, об'єкт та методику досліджень, основні результати й рекомендації щодо їх застосування.
5. Ключові слова (5—6 слів/ключових словосполучень англійською, українською та російською мовами).
6. Структура текстової частини:
 - постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими практичними завданнями;
 - аналіз останніх досліджень і публікацій, на які спирається автор;
 - постановка завдання (формулювання мети статті);
 - викладення основного матеріалу;
 - висновки і перспективи подальших наукових досліджень.
7. Після тексту статті в алфавітному або порядку цитування в тексті наводиться список літературних джерел (не менше п'яти джерел, не більше дванадцяти). Бібліографічні описи оформляються згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006, ДСТУ ГОСТ 7.80:2007 і 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.