



---

---

2016

# НАУКОВІ ПРАЦІ

## НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 22 № 2

*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 # 9 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 № 9 від 3 березня 2016 року

© НУХТ, 2016

## Редакційна колегія

Склад редакційної колегії журналу

«Наукові праці Національного університету харчових технологій»

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

## Члени редакційної колегії:

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

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

## ЗМІСТ

### Автоматизація та інформаційні технології

*Іващук В.В., Ладанюк А.П.* Використання моделей для ковзного режиму керування в умовах асортиментного виробництва  
*Богусhevський В.С., Самарай Р.В., Самарай В.П.* Розробка моделі і алгоритмічного забезпечення системи керування машиною лиття під тиском на основі нечіткої логіки  
*Костіков М.П.* Електронний тренажер самонавчання словозміни іноземної мови

### Безпека харчових продуктів

*Гуменюк Г.Д.* Гармонізація національних стандартів України з міжнародними стандартами у харчовій промисловості  
*Пенчук Г.С., Пенчук Ю.М.* Сучасний стан продовольчої безпеки в Україні

### Біотехнології

*Кушнір А.І., Волошина І.М., Зінченко О.А., Шкотова Л.В.* Наноматеріали: різноманітність і можливості застосування  
*Павлюковець І.Ю., Пирог Т.П.* Біоконверсія пересмаженої соняшникової олії в поверхнево-активні речовини *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241

### Економіка і соціальний розвиток

*Басюк Д.І., Гембець А.В.* Особливості розвитку гастрономічного туризму Польщі  
*Спасенко Ю.О.* Особливості формування диференціації заробітної плати в Україні і шляхи її регулювання  
*Примак Т.Ю., Рогинська Я.А.* Основні завдання туристичної галузі України в контексті підписання Угоди про асоціацію з ЄС

### Менеджмент і стратегічне управління

*Казakov О.О., Казакowa В.І.* Оптимізація функціонального змісту процесу управління фінансовими ресурсами аграрних підприємств  
*Арич М.І.* Обґрунтування вибору стратегій управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств на основі концепції Six Sigma  
*Петухов В.Р.* Групове прийняття рішень при плануванні виробництва на підприємствах

### Науки про життя

*Українець А.І., Сімахіна Г.О., Поліщук Г.Є., Науменко Н.В.* Аюрведичні знання як унікальна цілісна система оздоровлення і лікування хвороб  
*Полумбрік М.О., Совко М.С., Омельченко Х.В.* Прооксидантна система організму людини, оксидативний стрес, його наслідки і шляхи подолання. Частина III. Захист від оксидативного стресу і його наслідків

## CONTENTS

### Automation and information technologies

7 *Ivashchuk V., Ladanyuk A.* Use of the models for sliding control mode under conditions of assortment production  
15 *Bogushevsky V., Samaray R., Samaray V.* Modelling and algorithmic support of the control system of injection molding machine based on fuzzy logic

22 *Kostikov M.* Electronic trainer for self-instruction of a foreign language inflection

### Food Products Safety

29 *Gumenyuk G.* Harmonization of the national standards of Ukraine with the international standards in food industry

38 *Penchuk G., Penchuk Yu.* Current conditions of food security in Ukraine

### Biotechnologies

46 *Kushnir A., Voloshyna I., Zinchenko O., Shkotova L.* Nanomaterials: variety and application capabilities

54 *Pavliukovets I., Pirog T.* Bioconversion of fried sunflower oil into surfactants of *Acinetobacter calcoaceticus* IMB B-7241

### Enterprise Economy and Social Development

60 *Basiuk D., Hembets A.* Features of Polish food tourism

68 *Spasenko Yu.* Features of formation of wage differentials in Ukraine and ways of its regulation

82 *Prymak T., Rogynska Ya.* Main objectives of the tourism industry in the context of signing the Association Agreement between Ukraine and the EU

### Business Administration and Strategic Management

88 *Kazakov A., Kazakova V.* Functional optimization of financial resources management of agricultural enterprises

99 *Arych M.* Reasoning of the management strategies of financial and economic results of a company based on the concept of Six Sigma

109 *Pietukhov V.* Group decision making while production planning in a business environment

### Life Sciences

117 *Ukrayinets A., Simakhina G., Polishchuk G., Naumenko N.* Ayurvedic knowledge as the unique integrated system of wellness and treatment of diseases

124 *Polumbryk M., Sovko M., Omelchenko Ch.* Prooxidant system of the human body, oxidative stress, its consequences and ways of overcoming. Part III. Protection from oxidative stress and its consequences

- Охорона праці і цивільний захист**
- Євтушенко О.В., Сірик А.О., Породько П.В.* 134 *Evtushenko O., Siryk A., Porodko P.* Background and measures for prevention of occupational injury at food enterprises
- Процеси і апарати харчових виробництв**
- Шаркова Н.О., Турчина Т.Я., Декуша Г.В., Козак М.М.* 144 *Sharkova N., Turchina T., Dekusha G., Kozak M.* Research of spray drying of protein-mineral extract
- Соколенко А.І., Шевченко О.Ю., Марценюк О.С.* 151 *Sokolenko A., Shevchenko A., Martseniuk A.* Regime methods of the mass transfer intensification
- Погорилій Т.М.* 164 *Pogorilyy T.* Temperature distribution in the sucrose solution–sugar crystal–massecuite cells under their various location in the heating tube
- Тепло- і енергопостачання**
- Бржезицький В.О., Лапоша М.Ю., Маслюченко І.М., Проценко О.Р.* 173 *Brzhezytskyi V., Laposha M., Maslyuchenko I., Protsenko O.* Regulations of electric field of the high-voltage coil by means of dielectric profiling
- Ізволеньський І.С., Семко Д.М., Шестеренко В.С.* 181 *Izvolenskiy I., Semko D., Shesterenko V.* Influence of reactive power on the quality of operation of enterprises of milk processing industry
- Харчові технології**
- Осокіна Н.М., Костецька К.В.* 188 *Osokina N., Kostetska K.* Comparative estimation of grain of spring and winter wheat and spring triticale as the raw material for bread production
- Попов М.О.* 197 *Popov M.* Oil production wastes: trends, problems and prospects
- Кобець О.С., Арпуль О.В., Доценко В.Ф., Задкова С.П.* 204 *Kobets O., Arpul O., Dotsenko V., Zadkova S.* Vegetable oils as a source of functional ingredients
- Кошова В.М., Мукоїд Р.М., Гуріна О.О., Усач А.В.* 213 *Koshova V., Mukoid R., Gurina O., Usach A.* Characteristics of different oat varieties
- Науменко К.А., Любцова Ю.Л.* 220 *Naumenko K., Lyubtsova Yu.* Modeling of green sauce recipes with specified consumer properties
- Іщенко В.М., Кочубей-Литвиненко О.В., Суходольська Н.П., Іщенко М.В.* 230 *Ischenko V., Kochubei-Lytvynenko O., Sukhodolska N., Ischenko M.* Identification of different varieties of milk using instrumental and chemometric methods
- Хімічні науки**
- Зінченко Н.Ю., Сімурова Н.В., Мазур Л.М., Кучер Н.С.* 236 *Zinchenko N., Simurova N., Mazur L., Kucher N.* Study of the swelling process of inulin in organic solvents
- Айрапетова В.В., Грабовська О.В., Сабаш Н.І., Фесич І.В.* 242 *Ayrapetova V., Grabovska O., Sabadash N., Fesich I.* Thermographic research of charge for the synthesis of oxide-polymer composites based on ZnO
- Кроніковський О.І., Котляр К.О., Діденко В.В.* 250 *Kronikovskii O., Kotlyar E., Didenko V.* Polyethers as a class of selective reagents
- Occupational Safety**
- Processes and Equipment for Food Industries**
- Heat and Electricity**
- Food Technology**
- Chemical Sciences**

УДК 681.518.25

## USE OF THE MODELS FOR SLIDING CONTROL MODE UNDER CONDITIONS OF ASSORTMENT PRODUCTION

V. Ivashchuk, A. Ladanyuk

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Break parts  
State space  
Assortment  
Control*

---

**Article history:**

Received 12.01.2016  
Received in revised form  
04.02.2016  
Accepted 22.02.2016

---

**Corresponding author:**

V. Ivashchuk

**E-mail:**

ivaschuk@nuft.edu.ua

---

**ABSTRACT**

The article describes the techniques for creation of an algorithm for a control system. The general problem of using the practical control systems for expanding a product assortment has been defined. The analysis of the process of creating a sliding control for a system, which was described at space states, had been done. The estimation of algorithms, that were applied to the objects having a big time constant or time delay of control channel, has been made. The method of constructing a model for robust control has been represented. The possibility of practical application of the model for production assortment control has been specified.

## ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ КОВЗНОГО РЕЖИМУ КЕРУВАННЯ В УМОВАХ АСОРИМЕНТНОГО ВИРОБНИЦТВА

В.В. Іващук, А.П. Ладанюк

Національний університет харчових технологій

*У статті розроблено методику побудови алгоритму керування. Визначено загальні проблеми застосування практичних систем управління в умовах розширення виробничого асортименту. Проаналізовано будову ковзного керування для системи, що описується у просторі станів, і виконано оцінку будови алгоритмів, що застосовуються до об'єктів, які мають велику сталу часу або час запізнення каналу керування. Представлено методику побудови моделі для реалізації робастного керування. Модель буде використано для здійснення технічних завдань по відділенням виробництва в умовах зміни асортименту продукції. Вказано на можливість практичного застосування моделі для керування виробничим асортиментом.*

**Ключові слова:** розривна частина, простір станів, асортимент, керування.

**Постановка проблеми.** Реальні функції виробничих процесів, що за своєю природою будуються на основі масо- і теплообмінних явищ, є інерційними та характеризуються значними сталими часу й транспортними запізненнями сигналу. Таким чином, застосування глибоких зворотних зв'язків, за вихідним станом координат об'єкта, призводить до втрати адекватності керування змінними

об'єкта, збільшення коливальності процесу регулювання та зростання динамічної похибки. Отже, необхідною умовою розв'язання проблеми є використання алгоритмів керування з прогнозуючими моделями в контурі керування.

Моделювання як процес представлення має забезпечувати цілі, для яких воно здійснюється. Зв'язування параметрів у моделі відбувається шляхом апроксимації функціональних залежностей, де порядок представлення та розмах можливих варіювань аргументів залежить від характеру базового функціоналу. Впорядкованість базового функціоналу для представлення моделі оцінюється величиною та розмахом значень його параметрів.

Актуальною проблемою моделювання процесів багатоасортиментного виробництва є використання функції з компактним носієм, що здатна представляти зміну функціональної залежності між координатами стану в об'єкті. На разі увагу в середовищі технологічних процесів привертають носії, що змінюють свою гладкість у представленні похідних функцій. Під компактним перетворенням слід розуміти можливість функціоналу здійснювати незалежне представлення дій групи аргументів на вибрану цільову величину. Для інших координат предметного дослідження представлення має бути лінійно незалежним або його характеристика має бути нормованою з урахуванням дій інших аргументів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні 30 років теорія систем набула розвитку для методичного представлення. Доволі поширене використання засобів представлення складних функціональних залежностей у вигляді функціонала Вінера [1] та Гаммерштейна [2]. Різниця між ними полягає у способі внесення нелінійної складової поряд із використанням представлення динамічної поведінки. При варіюванні поведінки згаданих функціоналів, навіть за незначних змін, доводиться здійснювати перерахунок усіх параметрів моделі для збереження норми впливу показника вхідних координат на цільову характеристику продукту.

Необхідність у компактному носії спричинена задачами розробки багатомірних описів, що вимагає спрощень і пониження порядків, складних для представлення функцій процесів. Так, для представлення параметрично зв'язаних процесів динамічної системи застосовується метод простору станів. Методика моделювання у просторі станів дозволяє вирішувати проблеми з теорії інтерполяції, теорії згортки рівняння, обернені задачі для канонічної форми диференціальних рівнянь і їх дискретних аналогів [3].

Для того, щоб уникнути часових запізнь у лінійних динамічних системах, застосовуються розв'язки диференційних рівнянь із запізнювальним аргументом. З позицій представлення процесів системи керування диференціальні рівняння із запізнювальним аргументом можна розглядати як функціонально-диференціальні рівняння. Однак слід зазначити, що при дослідженні стійкості функціонально-диференціальних рівнянь методом функціоналів Ляпунова виникають проблеми, пов'язані з обчисленням похідних функціоналів уздовж розв'язків. Останній недолік позбавляє теорію функціонально-диференційних рівнянь конструктивності, оскільки вимагає попереднього аналізу самого розв'язку. При проектуванні практичних систем ця умова так чи інакше допускається. Численні приклади показують, що часто похідна функціоналу вздовж рішення розділяється на дві частини, одна з яких інваріантна щодо продовжен-



ня рішення в наступні моменти часу, а інша може бути виражена через праву частину рівняння. Ця властивість функціоналів була формалізована в праці А.В. Кіма [4], де були введені поняття інваріантної похідної та інваріантної диференційованості, розроблено відповідний апарат для дослідження функціонально-диференціальних рівнянь на стійкість. Загально визначеними, за даним напрямком, є способи дослідження рівнянь з розривною правою частиною, засновані на теорії диференційних включень. Слід зазначити, що багато завдань теорії автоматичного регулювання призводять до систем з розривними зворотними зв'язками, де основні режими функціонування таких систем являють собою рух по перетину поверхонь розриву правих частин опису цих систем. Представлені рухи отримали назву ковзних режимів. Практичного розвитку системи набули стосовно лінійних динамічних систем, де актуальними питаннями залишаються пошук ефективної поверхні перемикавання та проблема утворення «блукання» за керуванням [5].

Якщо дотримуватися функціональної концепції Красовського, то при описі «змінних режимів» функціонально-диференціальних рівнянь з розривною правою частиною виникають ті ж труднощі, що і в теорії стійкості із застосуванням функціоналів Ляпунова, пов'язані з обчисленням похідних функціоналів уздовж рішень [6].

**Метою статті** є поширення результатів гладкого аналізу [4], який базується на понятті інваріантної диференційованості, на клас функціонально диференціальних рівнянь з кусково-безперервними правими частинами. Це дозволить розглядати «ковзні режими» при відповідному описі множин розривів правих частин систем у функціональному просторі та реалізувати режим на моделях, що представлені в просторі станів. Застосована методика дозволить розв'язати проблему «блукання» та втрати якості при зміні режиму керування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Ключова ідея методології проектування для ковзного режиму полягає у керуванні системою пониженого порядку, що визначається рівняннями, які описують поверхні розриву. Перший етап проектування передбачає вибір поверхонь розриву, де ковзний рух буде проявляти бажані властивості та забезпечувати точність реалізації керування. На даному етапі можуть бути застосовані методи традиційної теорії управління, такі як стабілізація, розміщення власного значення та динамічної оптимізації. Другий етап полягає в знаходженні функціоналів для здійснення переривчастого керування, щоб забезпечувати дотримання режиму ковзання при перетині поверхонь, обраних на першому етапі. Ще одна проблема при зменшенні порядку полягає в тому, що його розмірність задачі дорівнює кількості поверхонь розриву, що обґрунтовує розмірність алгоритму керування.

Розбиття загальної руху в два рухи меншої розмірності, де перший рух передуює режиму ковзання у скінченному інтервалі часу, а другий — режиму з необхідними властивостями ковзання, може спростити процедуру проектування. Крім того, що ковзний режим може бути нечутливим до «викидів» при оцінці значення контрольованих технологічних змінних і невимірюваних збурень, що підкреслює властивість інваріантності стосовно інших процесів у системі.

Модель спостереження вихідної координати об'єкта можна представити у вигляді нерівності Коші:

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx \end{cases}, \quad (1)$$

де  $x \in R, \dim R = n$  — вектор стану; матриця системи  $A \in R, \dim A = [n \times n]$ ;  $B \in R, \dim B = [n \times m]$  — матриця коефіцієнтів підсилення; вектор багатокоординатного керування  $u \in R, \dim u = n$ ,  $C \in R, \dim C = [m \times m]$ . Для підвищення стабільності й точності керування процесом необхідно розділяти вхідні дії, які спричинені каналом керування, та розподіл неконтрольованих збурень вихідної координати стану. При цьому матриця  $B$  представлена як

$$B = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

де  $B_1 \in R, \dim B_1 = [(m-l) \times m]$  та  $B_2 \in R, \dim B_2 = [m \times m]$  за умови, що  $\det B_1 \neq 0, \det B_2 \neq 0$ ,  $l$  — розмірність елементів, які представляють частину реалізації керування. Розмірність відповідає за сходження через технологічно ефективні параметри впливу на цільові координати процесу та обирається за таким правилом:

$$l : \dim B \xrightarrow{\|x(x_{zad})\| \geq \Delta} m. \quad (3)$$

Стандартна конструкція ковзного керування, що підтримує режим, складається з двох етапів. Перший етап передбачає відповідний менший порядок в елементах ковзання, а розмірність задачі відповідає вектору керування. Обмеження варіацій, за обраними координатами керування, визначаються заздалегідь. На другому етапі відповідний закон розподіляє керування вздовж траєкторії динаміки в окресленому просторі за час, що задовольняє задачі, та зберігає подальший рух на ньому. Зниження порядку і нечутливість до похибок у ковзному режимі є двома основними перевагами такого підходу.

Модель спостереження входів може бути представлена таким чином:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = A_{11}x_1 + A_{12}x_2; \\ \dot{x}_2 = A_{21}x_1 + A_{22}x_2, \end{cases} \quad (4)$$

або у матричному вигляді:

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix} \cdot x. \quad (5)$$

Слід зауважити, що представлення у вигляді системи простору станів не є унікальним описом вхід-вихідної поведінки лінійної системи, а здійснює представлення фактично кусково-лінійними елементами. По-перше, дуже зручно для обчислень, оскільки локалізовані навіть емпіричні налаштування. По-друге, навіть при мінімальній реалізації (реалізація з найменшим числом станів і, отже, з неспостережними або неконтрольованими режимами) кількість варіацій є скінченною.

Імпульсний відгук матриці управління визначається так:

$$g(t) = \begin{cases} 0, & t < 0; \\ Ce^{At} B_1 B_2, & t \geq 0. \end{cases} \quad (6)$$

З урахуванням матриці спостережності  $I$ , яка використовується для оцінки зміщення та містить оцінку приросту помилки управління й приріст контролю

$$I = \text{diag} \left( \sum_{i=1}^{N_{y2}} [\hat{y}(k+i) - y_{zad}(k+i)]^2 + \lambda \sum_{i=1}^{N_{u1}} [\Delta u(k+i-1)]^2 \right), \quad (7)$$

де  $\lambda$  — коефіцієнт підсилення  $\lambda_i = K^u_i / K^y_i$ , що формує матрицю підсилення відповідного каналу;  $y(t) = g(t) * u(t)$ , де  $*$  — згортка функцій.

Модель керованого об'єкта із спостерігачем набуває такого вигляду:

$$\begin{cases} \dot{x} = (I - A)^{-1} B_1 B_2 u; \\ y = (C(I - A)^{-1} B_1 B_2) u, \end{cases} \quad (8)$$

а  $G$  — матриця передавальної функції

$$G = C(I - A)^{-1} B_1 B_2 \quad (9)$$

або

$$G = \frac{1}{\det(I - A)} [C(I - A) B_1 B_2]. \quad (10)$$

Слід зауважити, що будь-яка система записана у вигляді простору станів може утворювати передавальну функцію, але зворотна операція є некоректною. Наприклад, час затримки і розузгодження системи можуть бути представлені перетвореннями Лапласа у просторі станів і матимуть інше відображення. З іншого боку, запис моделі в просторі станів дає внутрішній опис системи, яка може бути корисна для випадку, якщо модель отримана від механістичного уявлення про процеси, що більш прийнятно для чисельних розрахунків. Проблемою динамічної системи й втрати адекватності моделі керування є створення таких умов, коли система виходить на межу стійкості та створює коливання, що не затухають, або ж реалізація надто «сильного» керування, що призводить до динамічної похибки, яка порушує технологічний регламент. Так, необхідною вимогою застосування ковзного алгоритму керування є сходження процесу керування за визначений час в окіл цільової координати з точністю

$$\|x(x_{zad})\| < \Delta. \quad (11)$$

Для забезпечення даного керування реалізується перемикання в області поверхні, що визначається таким чином:

$$l \div B_2 u = B_1 u + \Delta \|A\|. \quad (12)$$

Управління для ковзного режиму обирається як

$$\Delta u = -k \cdot \text{sign}(S(x)), \quad (13)$$

де  $k$  — обирається як амплітуда збурювального впливу.

Режим називається некерованим, якщо жоден із входів не може порушувати цей режим. Маємо, що  $i$ -й режим некерований, якщо і тільки якщо  $i$ -й вхідний полюс вектора дорівнює нулю, в іншому випадку режим керований. Нелінійна система вважається керованою, якщо всі її режими керовані. Тобто за дотримання умови, що всі її вхідні полюсні вектори відмінні від нуля.

Існування помилки відхилення ковзного режиму в системі вимагає забезпечити остаточну обмеженість або асимптотичну стійкість системи. Однак може існувати область, з якою траєкторія помилки стану сходиться до поверхні ковзання за кінцевий час і після цього залишається на цій поверхні в початку координат. У цьому випадку проблема уникнення нестійкого режиму для ковзної системи не може бути повністю вирішеною, але коли відбувається ковзання, траєкторія рухається в околі поверхні ковзання навколо цільових координат.

Асимптотичну стійкість побудованої системи перевіряють через оцінку поведінки вихідної координати (координат) за такої умови:

$$y \cdot \frac{dy}{dt} < 0. \quad (14)$$

Проблема «блукання» частково вирішується з використанням ковзної функції у вигляді ланки насичення чи тангенціальної ланки, замість типового релейного елемента  $\text{sign}(-)$ . Однак слід звернути увагу на підсилення  $k$  даної ланки для забезпечення необхідного керування в зворотному відгуку. При моделюванні ковзного режиму керування для збільшення стійкості системи необхідно розраховувати параметри перемикачів з урахуванням дії некерованих збурень і запасу стійкості.

Для матричного представлення системи зручно досліджувати стійкість за перевіркою умови Рауса-Гурвіца до коренів характеристичного рівняння, що описує ковзний режим керування та власних значень простору станів (просторове представлення можна отримати у вигляді характеристичного рівняння). У результаті отримаємо керування у такому вигляді:

$$k_{B2} = [A_{22} + CA_{12}] [C \quad (I - CB_1)B_2^{-1}]^T; \quad (15)$$

$$k_{B1} = [A_{21} - A_{22}C + CA_{11} - CA_{12}C] [I \quad -B_1B_2^{-1}]^T; \quad (16)$$

$$u = -\text{diag}(k_{B1} + k_{B2})_m \text{sign}[S(\gamma)]; \quad (17)$$

$$S(\gamma) = (C \quad I) \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \end{bmatrix}; \quad (18)$$

$$\text{sign}(\gamma) = \begin{cases} -1, \gamma < +\frac{\delta}{2}; \\ 1, \gamma > -\frac{\delta}{2}. \end{cases} \quad (19)$$

Якщо розглядати змінну  $x_2$  як фіктивне управління станом  $x_1$  для пониження порядку системи, то проблема пошуку матриці  $C$  така, що умова  $A_{11} - A_{12}C$  задовольняє критерій Гурвіца і зводиться до розрахунку стабілізуючого лінійного зворотного зв'язку  $x_2 = -Cx_1$  для  $\dot{x}_1 = A_{11}x_1 + A_{12}x_2$ . Останнє може бути легко отримане через розв'язок лінійних матричних нерівностей.

Цілі управління при ковзному керуванні досягаються шляхом обмеження динаміки системи на правильно обраній поверхні за допомогою розривних законів управління. Ця методика забезпечує високу точність і надійність для широкого спектра порушень і невизначеностей.

Проблема створення контролерів ковзного режиму вищих порядків вимагає знання інформації про похідні  $n - 1$  порядків. Винятком є використання алгоритмів скручування та суперскручування або субоптимального алгоритму.

### **Висновки**

Представлені дослідження можуть слугувати доповненням існуючої теоретичної бази для вирішення прикладних задач у теорії автоматичного регулювання, які можуть отримати розв'язки у вигляді систем функціонально-диференціальних рівнянь з розривною правою частиною при належній ідеалізації реальних процесів. Так, наприклад, у математичних моделях каналів якісної оцінки рН або вмісту газу шляхом оцінки накопичення електростатичних потенціалів у потоці середовища важливо враховувати запізнювання в механізмі зворотного зв'язку, але ці зворотні зв'язки часто моделюються розривними (релейного типу) функціями. Такі поєднання раніше практично не вивчалися.

### **Література**

1. *Syms R.* Dynamic competition model of regime change / Richard Syms, Laszlo Solymar // Journal of the Operational Research Society: EEE Operational Research SocietyLtd. — 2015. — Vol. 66. — P. 1939—1947.
2. *Dynamic extended Hammerstein model of RF power amplifiers for digital predistortion / Yingjie Xu Jingqi Wang, Xiaowei Zhu, Jianfeng Zhai // Microwave Integrated Circuits Conference (EuMIC), Manchester, UK, 2011. — P. 276—279.*
3. *Девятков М.А.* Автоматический синтез систем автоматического управления на основе фазовых пространств / М.А. Девятков // Информационные, измерительные и управляющие системы и устройства: тем. сб. научн. тр. — Челябинск: Изд-во ЮурГУ, 2003. — С. 50—52.
4. *Ким А.В.*  $i$ -гладкий анализ. Основные понятия и конструкции. Обобщенные и инвариантные производные функций и функционалов / А.В. Ким. — Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2011. — 78 с.
5. *Duanfeng Ch.* Smooth Sliding Mode Control for Vehicle Rollover Prevention Using Active Antiroll Suspension / Chu Duanfeng, Lu Xiao-Yun, Wu Chaozhong, Hu Zhaozheng, Zhong Ming // Mathematical Problems in Engineering: Hindawi Publishing Corporation. — 2015. — Volume 2015 — P. 1—8. — access: [downloads.hindawi.com](http://downloads.hindawi.com).
6. *Jakovljevi B.* On the sliding-mode control of fractional-order nonlinear uncertain dynamics / B. Jakovljevi, A. Pisano, M.R. Rapai, E. Usai // Int. J. Robust Nonlinear Control: John Wiley & Sons, Ltd. — 2015. — P. 1—17. — access: <http://www.diee.unica.it>.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СКОльзяЩЕГО РЕЖИМА УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ АССОРТИМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**В.В. Иващук, А.П. Ладанюк**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье приведена методика построения алгоритма управления. Определены общие проблемы применения практических систем управления и проблемы их*

експлуатації в умовах розширення виробничого асортименту. Виконано аналіз структури систем скользящего управління для системи, яка описується в просторі станів. Дано оцінку існуючим алгоритмам, застосовуваним до об'єктів, які мають велику постійну затримку часу або час затримки каналу управління. Представлено методику побудови моделі для реалізації робастного управління. Моделю можна використовувати для розв'язання технічних завдань на відділах виробництва в умовах зміни асортименту продукції. Вказано на можливість практичного застосування моделі для управління виробничим асортиментом.

**Ключевые слова:** разрывная часть, пространство состояний, ассортимент, управление.

## MODELLING AND ALGORITHMIC SUPPORT OF THE CONTROL SYSTEM OF INJECTION MOLDING MACHINE BASED ON FUZZY LOGIC

V. Bogushevsky, R. Samaray, V. Samaray

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute"

---

<b>Key words:</b> <i>Injection molding Management Model Fuzzy logic</i>	<b>ABSTRACT</b>
<b>Article history:</b> Received 15.01.2016 Received in revised form 08.02.2016 Accepted 24.02.2016	The process of injection molding (IMP) is quite complex and multifaceted. The parameters characterizing it require careful monitoring and regulation in order to get the best indicators of quality castings. Currently, the machines are equipped with IMP automation systems at various levels, ranging from monitoring and control defined contours, integrated information systems control the entire process to the process control system closed IMP. The level of IMP automation on the domestic enterprises is rather low, and sometimes there is no automation at all. Thus, the modeling of some parameters of the injection molding machine and completely autonomous automatic control process can highly improve the quality of castings and decrease burden on human operators.
<b>Corresponding author:</b> R. Samaray <b>E-mail:</b> oxygen@i.ua	

---

## РОЗРОБКА МОДЕЛІ І АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ МАШИНОЮ ЛИТТЯ ПІД ТИСКОМ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

В.С. Богусhevський, Р.В. Самарай, В.П. Самарай

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут»

*Процес лиття під тиском (ЛПТ) досить складний і багатогранний, параметри, що його характеризують, потребують ретельного контролю та регулювання з метою отримання найкращих показників якості виливків. Машини ЛПТ оснащені системами автоматизації різного рівня, починаючи від систем контролю і керування визначеними контурами, інформаційних систем комплексного контролю всього технологічного процесу до систем замкнутого керування процесом ЛПТ. На вітчизняних підприємствах автоматизація ЛПТ знаходиться на досить низькому рівні, тому моделювання деяких параметрів роботи машин лиття під тиском, а в кінцевому результаті цілісна автономна автоматична система керування технологічним процесом надає можливість різко підвищити якість виливків, додатково зменшивши навантаження на операторів-ливарників.*

**Ключові слова:** лиття під тиском, керування, модель, нечітка логіка.

**Постановка проблеми.** Замкнуті системи керування будуються на стандартних ПІ- і ПІД регуляторах. Враховуючи, що процес ЛПТ характеризується

нестационарністю, стандартні регулятори часто працюють неефективно. Це пов'язано зі зміною коефіцієнтів передачі й сталих часу окремих контурів регулювання в процесі експлуатації машини, тому доцільно проаналізувати можливість використання регуляторів з нечіткою логікою (НР).

**Мета дослідження.** Порівняти можливість керування контурами машини ЛПТ за допомогою ПД регулятора та НР і зробити висновки про доцільність їх використання в конкретних контурах.

**Викладення основного матеріалу.** При литті під тиском основними факторами, що визначають формування виливка, є тиск в камері пресування і прес-формі, швидкості руху поршня і впуску рідкого металу в форму, параметри ливниково-вентиляційної системи, температури заливання металу і форми, режими змащування й охолодження робочої порожнини форми та камери пресування. Сукупність таких параметрів, як тиск у потоці металу, швидкість руху металу, протитиск, що виникає внаслідок ускладненого видалення повітря і газоподібних продуктів згорання змащувального матеріалу, визначає гідродинамічний режим формування виливка. Температури сплаву і форми, тривалість заповнення та підпресовки, а також темп роботи визначають тепловий режим процесу. Все це потрібно враховувати при автоматичному регулюванні процесу ЛПТ, тому дуже важливим є варіант заміни ПД регуляторів на регулятори на основі нечіткої логіки у тих контурах машини ЛПТ, де це є дійсно необхідним і може сприяти покращенню процесу лиття.

Технологічний процес машини ЛПТ відрізняється швидкоплинністю і циклічністю операцій, підвищеними вимогами до точності й своєчасності регламентованих керуючих діянь при отриманні відливок, різноманітним устаткуванням, що використовується. Передача керуючому обчислювальному комплексу (КОК) функцій автоматизації технологічного процесу значно підвищує функціональні можливості АСКТП, якість інформації, що отримана, і ефективність автоматизації процесу в цілому.

Система керування, розроблена на кафедрі ФХОТМ НТУУ «КП», вирішує такі завдання: термостатування сплаву в заливальній установці; розрахунок і регулювання дози сплаву; регулювання температури робочої рідини у гідросистемі, тиску робочої рідини машини ЛПТ; розрахунок і регулювання тривалості кристалізації відливки й прес-залишку; контроль положення і регулювання швидкості прес-поршня при запресовці; регулювання тиску і тривалості підпресовки, змикання форми й зусилля закривання; програмне керування циклом машини ЛПТ, маніпулятора знімання відливок і змащувальника.

У склад технічного забезпечення АСКТП входять прилади контролю технологічних параметрів, засоби управління виконавчими механізмами, пристрої відображення інформації про хід технологічного процесу, пульт оператора-ливарника, керуючий обчислювальний комплекс.

Як базовий засіб автоматизації машини ЛПТ обрано обчислювальний комплекс (КОК), що складається з чотирьох контролерів. Перший реалізує задачі керування процесами запресовки і підпресовки, регулювання натягу колон, температури і дози розплаву. Другий реалізує задачі регулювання процесів кристалізації відливки і прес-залишку, тиску і температури робочої рідини, термостатування прес-форми. Третій здійснює керування технологічними опера-



ціями машини ЛПТ у визначеній послідовності. Четвертий — зв'язок КОК із пультом оператора-ливарника й системою верхнього рівня.

Регулювання температури робочої рідини відбувається в режимі трипозиційного регулятора. Якщо значення температури робочої рідини вище за верхню допустиму межу, включається охолоджувач рідини, якщо нижче за нижню допустиму межу — нагрівач. Регулювання проводиться між циклами машини ЛПТ. Регулювання тиску робочої рідини проводиться окремо в гідросистемах машини ЛПТ, маніпулятора для знімання відливок і змащувальника. Якщо поточне значення тиску вище за номінальне, то формується постійне керуюче діяння на реверсивний двигун, що направлене на зменшення тиску в системі й навпаки. Тривалість підрегулювання тиску в системі становить 1 секунду. Підрегулювання проводиться між циклами машини ЛПТ при відключеній магістралі з напірним золотником і датчиком тиску. Цей процес є інерційним і нестационарним, тому в цьому контурі доцільною буде заміна ПД регулятора на НР, але при цьому НР потребує правильного налаштування з урахуванням усіх особливостей контуру й процесу, написання бази нечітких правил для НР, вибору оптимальної функції приналежності, лінгвістичних змінних та оптимальної кількості їх термів. Замкнута система автоматичного керування «регулятор + об'єкт керування» зображена на рис. 1. Синтез НР виконано за формулами для трикутних функцій приналежності з кроком квантування  $h = 0,1$  с. Помилка на

виході АЦП  $\theta(k)$ , її перша  $\theta'(k) = \frac{[\theta(k) - \theta(k-1)]}{h}$  і друга

$\bar{\theta}(k) = \frac{[\theta'(k) - \theta''(k-1)]}{h}$  різниця подаються на вхід НР. Сигнал з виходу НР

поступає на ЦАП (фіксатор нульового порядку з передаточною функцією  $H(s) = (1 - e^{-hS}) / S$  і далі в неперервну частину системи (теплообмінник + прес-форма).

Схема (рис. 1) складається з устаткування порівняння, НР, об'єкта управління (ОУ) та ланцюга зворотного зв'язку. НР містить три основні блоки: блок фазифікації, блок формування логічного рішення з базою правил і блок дефазифікації. НР практично реалізується на мікроЕОМ (або мікропроцесорі) та працює у дискретному режимі, тому система автоматичного управління з НР містить устаткування поєднання мікроЕОМ з ОУ — аналого-цифровий перетворювач (АЦП) та цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП).

Система регулювання (рис. 1) виконана на стандартних засобах вимірювання і регулюючому мікроконтролері. Як датчики температури використані датчики системи Метран-270МП, датчики тиску і витрати — датчики системи Метран-100, датчики вилучення відливки і наявності металу в прес-формі виконані на базі безконтактного датчика положення типу БК. Блоки управління охолодженням і нагрівом представляють собою підсилювачі, що перетворюють одиничний вихідний сигнал контролера в напругу  $\sim 110$  В для включення, відповідно, електромагнітного клапана магістралі охолоджуючої води і магнітного рушя, який управляє нагрівом теплоносія. Регулювання температури прес-форми проводиться за рахунок зміни температури термо-

статуючої рідини, тому за вхідні параметри процесу обрано температуру термостатуючої рідини й прес-форми, відхилення температури прес-форми від заданого значення, (помилка регулювання), швидкість і прискорення зміни відхилення та задане значення температури термостатуючої рідини.

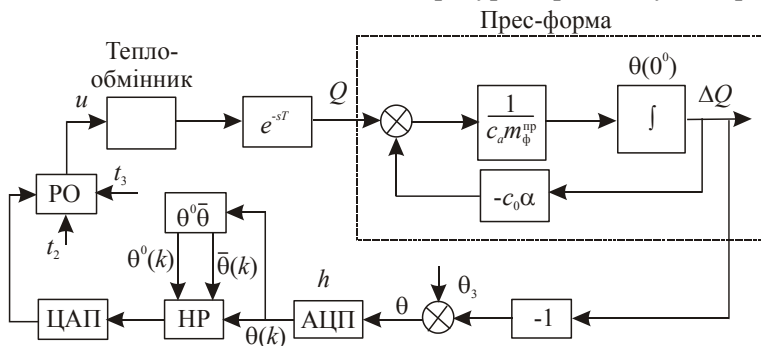


Рис. 1. Замкнута система автоматичного регулювання

Поточне значення температури прес-форми, термостатуючої рідини на вході й виході порожнини теплообмінника ливарної форми вимірюється термопарами. При моделюванні автоматичного регулювання процесу в програмі Matlab Simulink НР показав кращий результат, ніж ПІД регулятор. Висновки за отриманими графіками регулювання процесу в програмі Matlab Simulink: основні параметри порівняння амплітуда, період і площа графіка процесу. Порівнюємо показання помилки (ERR):

1. *Метод Мамдани:* максимальна амплітуда становить  $-3 \cdot 10^{18}$ ,  $0,8 \cdot 10^{18}$ ; перепад висот —  $3,8 \cdot 10^{18}$ ; період — з 2,7 до 9,8 сек, тобто період регулювання становить 7,1 сек. Площа графіка — середня по величині з трьох методів, графік має форму синусоїди.

2. *Метод Сугено:* максимальна амплітуда становить  $-4,8 \cdot 10^6$ ,  $17,5 \cdot 10^6$ ; перепад висот —  $22,3 \cdot 10^6$ ; період — з 2,75 до 10 сек, тобто період регулювання становить 7,25 сек. Площа графіка — найменша по величині з трьох методів, графік має форму синусоїди.

3. *ПІД-регулятор:* максимальна амплітуда становить  $-1,7 \cdot 10^{15}$ ,  $1,7 \cdot 10^{15}$ ; перепад висот —  $3,4 \cdot 10^{15}$ ; період — з 2,65 до 10 сек, тобто період регулювання становить 7,35 сек. Площа графіка — найбільша по величині з трьох методів, графік має форму автоколивального і не може закінчити процес регулювання.

На даному етапі аналізу отриманих результатів можна зробити висновок, що найбільш якісне регулювання забезпечує НР на основі методу Сугено.

Однією з важливих операцій роботи машини ЛПТ є замикання прес-форми. При закритті прес-форми необхідно забезпечувати задане зусилля закриття, що виключає виплеск розплавленого металу при пресуванні. Це досягається регулюванням навантаження на несучих колонах машини ЛПТ. У процесі регулювання навантаження на несучих колонах машини ЛПТ виконуються такі функції: вимірювання величини навантаження на кожній з чотирьох колон, порівняння вимірюваних величин з максимально і мінімально можливими значеннями, переміщен-

ння механізму замикання виконавчим реверсивним двигуном в напрямку зміни зусилля запирання до заданого значення, блокування циклу управління машиною ЛПТ у разі неможливості регулювання виконавчого реверсивного двигуна.

В основу технічного рішення покладено непрямий контроль зусилля замикання за величиною тиску масла в гідравлічному циліндрі замикання. Ідентифікація характерних ділянок на кривій зміни тиску масла в гідравлічному циліндрі замикання дозволяє однозначно інтерпретувати правильну настройку механізму замикання. Зусилля замикання контролюється тільки при закритій прес-формі. Розпізнавання динаміки зміни тиску масла в гідравлічному циліндрі замикання з допомогою блоків обчислювальної техніки дозволяє здійснювати контроль зусилля запирання прес-форми в машині лиття під тиском. При керуванні контуром в автоматичному режимі краще використати НР, тому що цей процес є нестационарним та інерційним. При правильних налаштуваннях НР зменшується час регулювання порівняно з ПД регулятором і час втручання обслуговуючого персоналу в процес.

Розкриває і закриває прес-форму запірний механізм, що одночасно використовується для виштовхування відливки й змащування прес-форми. Найбільш поширені розповсюджені гідроважильні запірні механізми. На початку роботи ливарної машини готують мастило з підвищеним вмістом змащувального матеріалу в розчиннику. В момент змикання напівформ перед заливкою металу в прес-камеру ливарної машини вимірюють величину зазору між напівформами ( $d$ ). При перевищенні величиною зазору технологічно допустимого значення ( $d > 10^{-6}$  м), у випадку наявності облою в роз'ємі форми необхідно зупинити цикл ливарної машини для видалення облою. Після видалення облою проводиться змащування форми. В протилежному випадку цикл продовжується, і при отриманні сигналу про розкриття форми після закінчення кристалізації відливки аналогічно визначається наявність облою в роз'ємі форми. Внаслідок виникнення додаткових зусиль виштовхування відливки за наявності облою в цьому випадку склад змащувальної рідини форми на наступний цикл змінюють. За відсутності облою протягом 1—5 сек від моменту початку розкриття форми, що достатньо для підриву і видалення відливки, періодично вимірюють зусилля виштовхування відливки, визначають найбільше сумарне значення виміряних зусиль на виштовхувачах і порівнюють його з максимально допустимим значенням зусилля і найбільшим попереднім сумарним значенням зусилля. Крім того, визначають відповідність щільності відливки допустимому значенню.

Принципову схему системи змащуванням прес-форми зображено на рис. 2. Термопари встановлюються в найбільш теплонавантажених ділянках прес-форми. Пристрій працює таким чином: від термопари 13 напруга, що відповідає фактичній температурі, передається по електропроводам 15 в обчислювальний пристрій 2 і потім через напругу зворотного зв'язку 4 в підсилювач 5, з'єднаний з електродвигуном 11. Пристрій 6 коригує сигнал відповідно до заданої програми і передає його регулятору прохідного перетину дроселя 10, забезпечуючи необхідну кількість ЗОР, яка подається з бака 1 насосом 8 по трубопроводах 9 до форсунок 12. При зміні температури форми 14 з 195 °С

до 245 °С витрата ЗОР збільшується, що призводить до зниження температури форми за рахунок збільшення шару ЗОР.

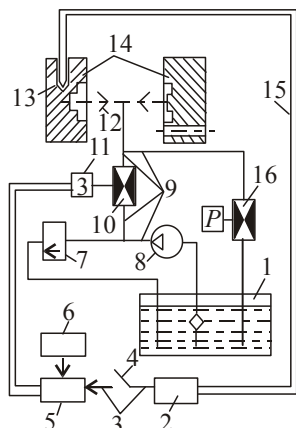


Рис. 2. Принципова схема системи змащування прес-форми

тись під час лиття, що, у свою чергу, потребуватиме постійного переналаштування ПІД регулятора. Показано, що вищевказане призведе до погіршення якості виливка, втрати великої кількості часу та втручання обслуговуючого персоналу в цей процес, тому використання НР в цьому контурі є більш доцільним і значно покращує процес автоматичного регулювання та підвищує якість виливки в цілому.

### Висновки

Запропоновану математичну модель системи управління процесом ЛПТ доцільно представити математичними моделями управління окремими контурами, що об'єднані критерієм автоматизації. При формуванні структурних схем систем управління з НР важливим є вибір вхідних параметрів НР і методика параметричного налаштування НР. Побудовано системи керування з НР і проведено дослідження шляхом моделювання в програмі Matlab Simulink, використовуючи різні алгоритми нечіткого виводу. При порівнянні отриманих результатів при моделюванні автоматичного керування термостатування прес-форми в програмі Matlab Simulink НР регулятор показав кращий результат, ніж ПІД регулятор. Запропоновані алгоритми показали, що найбільш якісне регулювання дає НР на основі методу Сугено.

### Література

1. Богущевский В.С. Система регулирования температуры пресс-формы на основе нечеткой логики / В.С. Богущевский, Р.В.Самарай // Металл и литье Украины. — 2014. — № 3. — С. 16—20.
2. Богущевський В.С. АСКТП комплексу лиття під тиском // Автоматизація виробничих процесів. — 2001. — № 2 (13). — С. 53—55.
3. Моисеев Ю.В. Автоматизация специальных способов литья / Ю.В. Моисеев, А.И. Личак // Процессы литья. — № 1. — 2008. — С. 12—15.

4. *Богушевський В.С.* Система регулювання температури ливарної форми / В.С. Богушевський, О.М. Меженський, Ю.І. Сирбу / Матеріали V МНТК «Нові матеріали і технології в машинобудуванні», 28-29.05.2013, Київ. — С. 128—129.

5. *Богушевський В.С.* Система керування машиною лиття під тиском / В.С. Богушевський, Я.К. Антоневич, О.О. Антоневич / Матеріали XII МНТК «Електромеханічні та енергетичні системи, методи моделювання та оптимізації», Кременчук. — 2014. — С. 223—224.

6. *Голод В.М.* Теория, компьютерный анализ и моделирование литейных процессов / В.М. Голод, К.Д. Савельев // Литейщик России. — 2011. — № 2. — С. 13—16.

7. *Богушевський В.С.* Система керування машинами лиття під тиском / В.С. Богушевський, Я.К. Антоневич // Наукові праці національного університету харчових технологій. — 2013. — № 48. — С. 10—16.

8. *Богушевський В.С.* Пристрій регулювання температури прес-форми / В.С. Богушевський, Я.К. Антоневич / Матеріали V МНТК «Нові матеріали і технології в машинобудуванні», 28-29.05.2013, Київ. — С. 124—126.

9. *Гостев В.И.* Нечеткие регуляторы в системе автоматического управления. — Киев: «Радиоаматор», 2008. — 972 с.

10. *Гостев В.И.* Синтез цифровых регуляторов систем автоматического управления / В.И. Гостев, Д.А. Худолый, А.А. Баранов. — Киев: «Радиоаматор». — 2000. — 400 с.

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ И АЛГОРИТМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОЙ ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

**В.С. Богушевский, Р.В. Самарай, В.П. Самарай**  
*Национальный технический университет Украины*  
*«Киевский политехнический институт»*

*Процесс литья под давлением (ЛПД) достаточно сложный и многогранный, а характеризующие его параметры требуют тщательного контроля и регулирования с целью получения наилучших показателей качества отливок. В настоящее время машины ЛПД оснащены системами автоматизации различного уровня, начиная от систем контроля и управления определенными контурами, информационных систем комплексного контроля всего технологического процесса до систем замкнутого управления процессом ЛПД. На отечественных предприятиях автоматизация ЛПД находится на достаточно низком уровне, а иногда отсутствует вовсе, поэтому моделирование некоторых параметров работы машин литья под давлением, а в конечном результате целостная автономная автоматическая система управления технологическим процессом дает возможность резко повысить качество отливок, дополнительно уменьшив нагрузку на операторов-литейщиков.*

**Ключевые слова:** *литье под давлением, управление, модель, нечеткая логика.*

## ELECTRONIC TRAINER FOR SELF-INSTRUCTION OF A FOREIGN LANGUAGE INFLECTION

M. Kostikov

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Grammar  
Expert tutoring systems  
Computer-assisted  
language learning  
E-learning  
Morphology  
Natural language  
processing*

**Article history:**

Received 18.01.2016  
Received in revised form  
06.02.2016  
Accepted 26.02.2016

**Corresponding author:**

M. Kostikov

**E-mail:**

mikolaszk@gmail.com

---

**ABSTRACT**

The electronic trainer for self-instruction of a foreign language inflection as a part of the expert tutoring system of a foreign language grammar is developed. The issues of teaching material decomposition and inflection modeling for the purposes of teaching are considered. The described modeling of inflection via separating the so called elementary transformations helps to demonstrate the process of word form generation step by step, making it visual and clearer to students. The assessment of importance of learning elements via assigning them the weighting coefficients is considered. The algorithms of exercise constructor functioning (in automatic and semi-automatic modes) and undergoing training exercises with feedback are described.

## ЕЛЕКТРОННИЙ ТРЕНАЖЕР САМОНАВЧАННЯ СЛОВОЗМІНИ ІНОЗЕМНОЇ МОВИ

М.П. Костіков

Національний університет харчових технологій

*У статті розроблено електронний тренажер самонавчання словозміни як складову частину експертно-навчальної системи граматики іноземної мови. Розглянуто питання декомпозиції навчального матеріалу та моделювання словозміни іноземної мови для навчальних цілей. Описане моделювання словозміни шляхом виділення так званих елементарних перетворень дозволяє продемонструвати процес утворення граматичних форм слів крок за кроком, роблячи подання цього процесу наочним і більш зрозумілим для студентів. Розглянуто оцінювання важливості елементів навчання шляхом присвоєння їм вагових коефіцієнтів. Описано алгоритм роботи конструктора вправ в автоматичному і напівавтоматичному режимі, а також алгоритм проходження тренувальних вправ студентом із реалізацією механізму зворотного зв'язку.*

**Ключові слова:** граMATика, експертно-навчальні системи, електронні засоби навчання, морфологія, обробка природної мови.

**Постановка проблеми.** Сучасне реформування системи вищої освіти передбачає зростання ролі самостійної роботи студентів у процесі навчання. Зменшується кількість аудиторних годин, однак звичайні друковані підручники та посібники не забезпечують достатньої ефективності процесу самонавчання і мотивації студентів до самостійної роботи. Просте переведення традиційних навчальних матеріалів в електронний формат також не вирішує наявних проблем. Тим часом на сьогодні вже розроблено широкий спектр електронних засобів навчання для різних дисциплін, у яких реалізовано принципи адаптації та індивідуалізації навчання, подання матеріалу є більш зрозумілим і наочним, а процес самостійного навчання — цікавішим. Завдяки цьому зростає мотивація й успішність студентів при самонавчанні, а час, відведений на самостійну роботу, використовується ефективніше. Серед електронних засобів навчання, що надають такі можливості, слід особливо виділити експертно-навчальні системи. Такі системи дозволяють користувачеві відслідкувати хід розв'язання задач і пересвідчитись в обґрунтованості кожного кроку [1, с. 24]. Також у них забезпечується індивідуалізація навчання завдяки використанню моделі студента.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблему розроблення експертно-навчальних, або інтелектуальних навчальних систем, та їх компонентів досліджували К. Буль, Ю. Машбиць, О. Меньяйленко, В. Петрушин [1], І. Пустиннікова [2], Л. Растрігін, О. Співаковський [3]. Питанню застосування інформаційних технологій у навчанні іноземних мов присвячені праці П. Асоянц, Т. Коваль, Л. Морської, П. Сердюкова, Г. Чекаль та інших.

**Невирішені частини проблеми.** Незважаючи на те, що на сьогодні створено велику кількість різноманітних електронних засобів навчання, досі відчувається певний брак ефективних засобів для підтримки процесу навчання іноземних мов. Так, існуючі системи зазвичай не приділяють достатньої уваги опануванню граматики, яка набуває особливо важливої ролі при вивченні флективних мов. Такі мови, до яких належить і більшість слов'янських мов, мають багату словозміну, а одне слово може мати кільканадцять чи навіть кількадесят різних граматичних форм. Особливості їх правильного утворення та застосування становлять серйозні труднощі для студентів, особливо на початковому етапі вивчення мови.

У зв'язку з цим при проектуванні електронних засобів навчання флективних мов на чаші перед слід забезпечити опанування, відпрацювання та закріплення студентами навичок утворення граматичних форм слів. Процес словозміни повинен бути поданий якомога більш наочно та доступно. Також має бути передбачено індивідуалізацію процесу навчання, аби відповідним чином реагувати на потреби різних користувачів. Усе це можна реалізувати шляхом створення електронного тренажера самонавчання словозміни в рамках експертно-навчальної системи.

**Мета статті.** Розробити електронний тренажер самонавчання словозміни як складову частину експертно-навчальної системи граматики іноземної мови.

**Виклад основних результатів дослідження.** При розробленні тренувальних вправ зі словозміни нам передусім необхідно описати цю предметну область відповідним чином. Загалом, для формалізації знань у предметній

області доцільно провести їх декомпозицію до найпростіших елементів. Декомпозицію навчального матеріалу можна розглядати в двох аспектах: декомпозиція програми вивчення дисципліни (на теми, розділи, модулі, заняття, вправи) і декомпозиція власне знань у предметній області. Що стосується знань, існують різні підходи до їхньої формалізації залежно від специфіки предметної області. Однак у будь-якому разі при побудові структури навчальних елементів спершу слід визначити базові елементи знання та відношення між ними.

О. Співаковський описує організацію навчального процесу з використанням компонентно-орієнтованого підходу. Його суть полягає в тому, що попередні, раніше засвоєні знання і способи діяльності повинні використовуватись як новий інструмент для розв'язування завдань більш високого рівня [3]. І. Пустиннікова розглядає моделювання знань у предметній області шляхом формування ієрархії понять [2, с. 88—89]. Можна побудувати ієрархічну структуру понять будь-якого предмета, яка може містити різну кількість рівнів залежно від змісту й глибини курсу, професіоналізму експертів та інженерів знань.

У нашому випадку при формалізації граматичних правил серед них слід виокремити базові, які студентам необхідно вивчити спочатку, і ті, що потребують застосування знань, засвоєних раніше, а тому мають бути вивчені на основі попередніх. Передусім треба якомога докладніше описати процес словозміни, тобто утворення різних граматичних форм слів при побудові словосполучень і речень. У свою чергу, в цьому процесі доцільно виділити окремі перетворення, які застосовуються до слів при їх постановці в різні відмінки, числа та інші категорії.

Проведений нами аналіз наявних моделей морфології флективних мов показав, що існуючі на сьогоднішній день моделі не відповідають цілі навчання мови. Будучи розробленими для завдань морфологічного аналізу тексту та створення електронних граматичних словників, вони не описують і не пояснюють сутності тих явищ, які відбуваються при словозміні. В наявних моделях можна побачити всі граматичні форми слів, проте важко зрозуміти суть самого процесу утворення окремих форм, що необхідно при опануванні граматики.

Для врахування специфіки процесу вивчення іноземної мови нами було розпочато розроблення нової моделі, що базується на виділенні у процесі словозміни так званих елементарних перетворень — окремих змін у написанні слова при утворенні граматичних форм. Це додавання, вилучення або заміна літери чи послідовної групи літер. Ланцюжки таких перетворень дають змогу послідовно утворити будь-яку форму слова від початкової, демонструючи цей процес крок за кроком і забезпечуючи таким чином наочність подання цього процесу.

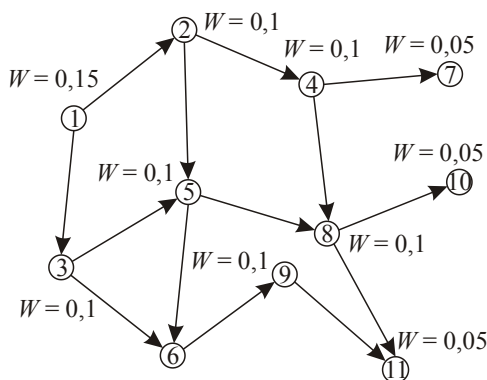
При використанні інформаційних технологій у процесі самонавчання іноземної мови доцільно розглядати дві складові: інваріантну, яка є загальною для різних мов, і спеціальну, яка відображає специфіку кожної мови. Що стосується спеціальної складової, то для практичної реалізації моделі, що розробляється, було взято польську мову. Ця мова має особливо розвинену словозміну, а також стає дедалі більш популярною для вивчення в Україні як іноземна.



У результаті моделювання словозміни 356 іменників з першої тисячі найбільш частотних слів польської мови (згідно з [4]) було виділено 75 елементарних перетворень. Через їх комбінації змодельовано утворення всіх існуючих граматичних форм для заданого набору слів. Правильність утворених форм було перевірено з допомогою словника морфологічного аналізатора польської мови Morfologik [5]. Одержані ланцюжки елементарних перетворень записано до бази даних. Завдяки цьому стало можливо через SQL-запити проводити автоматичну вибірку всіх слів, у яких при постановці в заданий відмінок відбувається те чи інше граматичне явище.

Виділені перетворення було прийнято за елементи навчання (ЕН) — найменші фрагменти знань, опанування яких фіксується в моделі студента, що входить до складу створюваної нами експертно-навчальної системи. ЕН було згруповано за темами (додання закінчень, чергування приголосних в основі тощо). У межах тем встановлено зв'язки між окремими ЕН, що показують, які з них повинні бути вивчені на основі попередніх. Таким чином сформовано орієнтовані графи зв'язків між ЕН.

Також було визначено відносну важливість окремих ЕН у межах кожної теми. Для цього кожному ЕН присвоєно певний ваговий коефіцієнт  $w$ , що має враховуватися при оцінюванні знань за тему. Вагові коефіцієнти нормуються за їхнім середнім значенням і таким чином впливають на значимість опанування студентами окремих елементів, не змінюючи загальної кількості балів за тему чи курс у цілому [6]. На рис. 1 наведено приклад графу зв'язків між ЕН в межах однієї теми та позначено вагові коефіцієнти кожного елемента, що в сумі дорівнюють 1.



**Рис. 1. Фрагмент графу зв'язків між ЕН**

Якщо подати ЕН (тобто окремі перетворення у процесі словозміни) в межах курсу як множину  $I = \{i_1, i_2, \dots, i_M\}$ , де  $M$  — загальна кількість елементів, то для кожного  $i_j \in I$  оцінка його важливості  $w_j$  (ненормована) визначається як

$$w_j = K_\gamma \cdot \frac{\gamma_j(D)}{\gamma(D)} + K_\eta \cdot \eta_j + K_\theta \cdot \theta_j, \quad (1)$$

де  $K_\gamma$ ,  $K_\eta$ ,  $K_\theta$  — коефіцієнти врахування відповідно частотності перетворення, його зв'язків з іншими та експертних оцінок,  $K_\gamma$ ,  $K_\eta$ ,  $K_\theta \geq 0$ ;  $D$  — загальний обсяг слів іноземної мови, для яких змодельовано словозміну в межах цілого курсу чи поточного рівня;  $\gamma(D)$  — кількість усіх граматичних форм, які утворюються для обсягу слів  $D$ ;  $\gamma_j(D)$  — кількість граматичних форм для обсягу слів  $D$ , при утворенні яких використовується перетворення  $i_j$ ,  $0 \leq \gamma_j(D) \leq \gamma(D)$ ;  $\eta_j$  — кількість перетворень, для вивчення яких необхідне знання перетворення  $i_j$ ,  $\eta_j \geq 0$ ;  $\theta_j$  — оцінка важливості перетворення, визначена за методом експертних оцінок за певною шкалою,  $\theta_j > 0$ .

Після цього значення  $w_j$  у межах тем нормуються за такою формулою:

$$w'_j = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^N w_j}, \quad (2)$$

де  $N$  — кількість ЕН, що входять до теми.

Вагові коефіцієнти окремих ЕН враховуються при контролі знань, а також для визначення пріоритетності тих чи інших ЕН при їх вивченні. Мета навчання вважається досягнутою, якщо

$$\sum_{j=1}^{NI} w'_j p_j(t) \geq \delta, \quad (3)$$

де  $p_j(t)$  — рівень знання студентом ЕН  $i_j$  у поточний момент часу  $t$ ;  $\delta$  — бажаний рівень знань студента, визначений на початку навчання,  $\delta \in (0; 1]$ .

Для створення тренувальних завдань розроблено конструктор вправ. В автоматичному режимі він формує вправи відповідно до спеціальності та зацікавлень студента, які обираються ним при реєстрації в системі та фіксуються в моделі. Зокрема, проводиться підбір слів, найбільш відповідних потребам конкретного студента. Це забезпечується за рахунок розмітки словника за темами та сферами використання лексики. Після вибору слова для поточної вправи система бере з бази даних правильну відповідь, тобто кінцеву граматичну форму, а також ланцюжок перетворень, який застосовується при її утворенні. У тестових завданнях із множинним вибором неправильні варіанти відповіді генеруються автоматично за рахунок підвантаження інших (нетотожних) граматичних форм обраного слова.

При проходженні вправ реалізовано зворотний зв'язок, що виявляється у реакції системи на неправильні відповіді студента. Спершу система ставить додаткове запитання, подаючи завдання, аналогічне до початкового. При цьому з бази даних береться слово, в якому при словозміні відбувається те саме перетворення, що відпрацьовується в поточний момент.

За відсутності правильної відповіді на додаткове запитання демонструється підказка — розв'язання частини поданого завдання, тобто застосування окремих перетворень із ланцюжка. Студенту лишається виконати один із кроків у процесі словозміни, утворивши кінцеву граматичну форму.

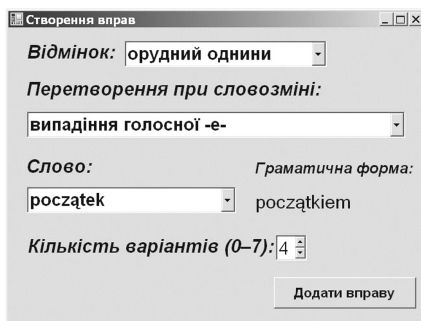
Якщо після підказки студент дає необхідну відповідь, то вона зараховується йому як частково правильна. В іншому випадку демонструється

правильна відповідь і її пояснення, після чого відбувається перехід до наступного завдання.

Конструктор вправ може працювати також у напіваавтоматичному режимі. Для роботи з ним розроблено модуль викладача. Такий режим роботи може використовуватись при підготовці друкованих тестових завдань для контролю знань під час аудиторних занять. Завдання, створені таким чином, дозволяють перевірити знання студентами конкретних граматичних правил, а саме: які перетворення відбуваються у слові при постановці його в ту чи іншу граматичну форму. Як і при роботі в автоматичному режимі, тут також є можливість підлаштувати завдання під потреби окремих груп студентів за рахунок використання насамперед тієї лексики, що стосується певної спеціальності або теми.

На рис. 2 наведено приклад вікна створення вправи на словозміну іменників. Спершу зі списку, що з'являється на екрані, викладач обирає необхідний відмінок. Для обраного відмінка система підвантажує перелік перетворень, що відбуваються при постановці в нього слів, наявних у словнику системи. Після вибору конкретного перетворення підвантажується список слів, у яких воно проходить. При виборі слова генерується та відображається на екрані його граматична форма в заданому відмінку. Після цього викладач може визначити кількість варіантів у поточному завданні та додати його до тесту. Якщо обрано 2 чи більше варіантів відповіді, неправильні варіанти підвантажуються інші (нетотожні) граматичні форми заданого слова. Якщо ж обрано значення «0», створюється питання з відкритою відповіддю.

Після додання всіх завдань можна надрукувати отриманий тест, який перевіряє знання студентами обраних граматичних правил при словозміні визначених слів.



**Рис. 2. Вікно створення вправи**

Варто зазначити, що створення тренувальних вправ і тестових завдань на основі вищеприписаної моделі словозміни дає змогу значно спростити цей процес. Так, при потребі відпрацювати певне граматичне правило чи оцінити його знання студента раніше доводилося шукати і вводити вручну слова для кожного прикладу і завдання. Так само ручного введення потребували правильні відповіді. Тепер же необхідна інформація може бути підвантажена автоматично з відповідної бази даних, а вправи й тести вже не обмежуються тією кількістю, що була закладена в курс початково.

### Висновки

Отже, розроблений тренажер самонавчання словозміни повинен підвищити ефективність самостійної роботи студентів при вивченні мови за рахунок унаочнення процесу утворення граматичних форм слів та індивідуалізації процесу навчання. Крім того, використання конструктора вправ, заснованого на розробленій моделі знань, значно спрощує процес підготовки друкованих тестових завдань викладачем. Предметом подальшого дослідження є проектування та створення інших складових експертно-навчальної системи граматики.

### Література

1. Петрушин В.А. Экспертно-обучающие системы [Текст] / В.А. Петрушин. — Київ: Наукова думка, 1992. — 196 с.
2. Пустынникова И.Н. Современные информационные технологии в подготовке учителя физики: дисс. ... канд. пед. наук: спец. 13.00.02 «Теория и методика обучения (физики)» [Текст] / Пустынникова Ирина Николаевна. — Донецк, 1999. — 247 с.
3. Співаковський О.В. Типологічні ознаки рівнів навченості студентів у межах компонентно-орієнтованого підходу [Текст] / О.В. Співаковський // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: зб. наук. пр. — Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2003. — Вип. 7. — С. 28—35.
4. Kajoń J. Słownik frekwencyjny leksemów V.06.2009 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.slowniki.org.pl/slownik-frekwencyjny-leksemow.pdf>.
5. Morfologik v. 2.0 [Електронний ресурс]. — 2013. — Режим доступу: <http://sourceforge.net/projects/morfologik/files/morfologik/2.0>.
6. Самсонов В.В. Алгоритм адаптивного навчання в системі електронних навчально-методичних ресурсів дисципліни [Текст] / В.В. Самсонов, А.М. Сильвестров, М.П. Костіков // Тези доповідей Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційні технології в освіті, науці і техніці» (ІТОНТ-2012). — Черкаси: ЧДТУ, 2012. — Т. 2. — С. 85—86.

## ЭЛЕКТРОННЫЙ ТРЕНАЖЕР САМООБУЧЕНИЯ СЛОВОИЗМЕНЕНИЮ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

Н.П. Костиков

Национальный университет пищевых технологий

*Исследование посвящено разработке электронного тренажера самообучения словоизменению как составной части экспертно-обучающей системы грамматики иностранного языка. Рассмотрен вопрос декомпозиции учебного материала и моделирования словоизменения иностранного языка для учебных целей. Описанное моделирование словоизменения путём выделения так называемых элементарных преобразований позволяет продемонстрировать процесс образования грамматических форм слов шаг за шагом, делая представление этого процесса наглядным и более понятным для студентов. Рассмотрено оценивание важности элементов обучения путём присвоения им весовых коэффициентов. Описан алгоритм работы конструктора упражнений в автоматическом и полуавтоматическом режимах, а также алгоритм прохождения упражнений студентом с реализацией механизма обратной связи.*

**Ключевые слова:** грамматика, морфология, обработка естественного языка, экспертно-обучающие системы, электронные средства обучения.

УДК 006.034/.35:664

## **HARMONIZATION OF THE NATIONAL STANDARDS OF UKRAINE WITH THE INTERNATIONAL STANDARDS IN FOOD INDUSTRY**

**G. Gumenyk**

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Standards  
National  
Interstate  
Products  
Methods of control  
Food processing  
Harmonization  
International and  
European standards*

---

**Article history:**

Received 16.01.2016  
Received in revised form  
30.01.2016  
Accepted 18.02.2016

---

**Corresponding author:**

G. Gumenyk  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article analyzes national and international standards for food production and other control methods applicable for different sectors of food industry. The focus is made on such sectors as meat and dairy, sugar, fruit and vegetables, cereals and legumes, production of beverages, fat, spices, seasonings, food additives, baby food, materials contacting with food products, equipment for food industry). The progress in the harmonization of the Ukrainian and the international and European standards has been determined. The recommendations for improving the regulations for these kinds of production are proposed in this paper.

## **ГАРМОНІЗАЦІЯ НАЦІОНАЛЬНИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ З МІЖНАРОДНИМИ СТАНДАРТАМИ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

**Г.Д. Гуменюк**

*Національний університет харчових технологій*

*У статті проаналізовано національні й міждержавні стандарти на продукцію, методи контролю та інші чинні норми в різних галузях харчової промисловості: м'ясо-молочної, цукрової, переробки фруктів і овочів, зернових і бобових, виробництва напоїв, жирів, прянощів-приправ, харчових добавок, продуктів дитячого харчування, матеріалів, що контактують з харчовими продуктами, й обладнання для харчової промисловості. Також оцінено рівень їх гармонізації з міжнародними та європейськими стандартами. Розроблено рекомендації щодо удосконалення нормативних документів для цих видів продукції.*

**Ключові слова:** *стандарти, національні, міждержавні, продукція, методи контролю, харчова промисловість, гармонізація, міжнародні і європейські стандарти.*

**Постановка проблеми.** Харчова промисловість України — це могутня харчова індустрія, до складу якої входять десятки галузей, а саме: м'ясна, молочна, рибна, цукрова, оліє-жирова, макаронна, кондитерська тощо. Підприємства харчової промисловості щорічно переробляють мільйони тонн сільськогосподарської сировини рослинного й тваринного походження і виробляють для потреб населення, народного господарства, внутрішнього та зовнішнього ринку велику кількість різної продукції.

Перед харчовою промисловістю постійно ставиться завдання не тільки збільшувати обсяги продукції, а й постійно підвищувати її якість, смакові властивості та обновляти асортимент для задоволення потреб населення в харчових продуктах.

Економіка будь-якої галузі народного господарства залежить від обсягів експорту виробленої продукції. Україна прагне свою харчову продукцію й продовольчу сировину продавати на міжнародному та європейському ринках. Конкурентоспроможною на цих ринках може бути тільки високоякісна та безпечна продукція.

У розвитку вітчизняної харчової промисловості та у покращенні якості її продукції велику роль відіграє стандартизація. Світова організація торгівлі (СОТ) вимагає від країн-експортерів не створювати технічні бар'єри в торгівлі, виготовляти продукцію відповідно до вимог міжнародних стандартів, які пройшли погодження в багатьох країнах світу. Згідно із Законом України «Про стандартизацію» [1], одним із пріоритетів державної політики в стандартизації є впровадження міжнародних стандартів.

**Метою дослідження** є вивчення сучасного стану нормативної бази харчової промисловості та рівень її гармонізації з міжнародними і європейськими стандартами.

**Вклад основних результатів дослідження.** Варто зазначити, що стандарти, розроблені у 70—80 рр. минулого століття, є застарілими, оскільки не переглядалися і до них не вносилися зміни, тому першочерговим завданням стандартизації є перегляд таких стандартів. З метою вивчення рівня гармонізації нормативної бази з міжнародними та європейськими стандартами зроблено аналіз документів, чинних у харчовій промисловості, станом на 01.07.2015 [2], результати наведено в табл. 1.

*Таблиця 1. Загальна кількість стандартів, чинних у харчовій промисловості*

Назва нормативних документів	ДСТУ	РСТ УРСР	ГОСТ	Разом
1	2	3	4	5
Технологічні процеси в харчовій промисловості і харчові продукти взагалі	28	1	8	37
Загальні і органолептичні методи аналізування харчових продуктів	64	-	40	104
Зернові, бобові культури і продукти їх перероблення	116	16	114	246
Фрукти, овочі і продукти їх перероблення взагалі	59	-	24	83
Фрукти, овочі і продукти їх перероблення	77	17	43	137

## FOOD PRODUCTS SAFETY

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5
Овочі і продукти їх перероблення	106	35	34	175
Молоко і продукти з переробленого молока	139	5	36	180
М'ясо, м'ясні продукти та інша тваринна продукція	120	16	208	344
Чай, кава, какао та інші напої	40	-	19	59
Напої алкогольні	135	2	18	155
Напої безалкогольні	40	-	33	73
Цукор і цукристі вироби	57	-	6	63
Крохмаль і крохмалепродукти	16	2	2	20
Жири тваринні, рослинні, олії і насіння олійних культур	139	1	42	182
Прянощі, приправи, харчові добавки	63	5	33	101
Продукти дитячого харчування, продукти кулінарно оброблені	6	1	17	24
Матеріали, що контактують з харчовими продуктами	24	-	3	27
Обладнання для харчової промисловості	19	-	51	70
Всього	1 1248	101	731	2080

Отже, із загальної кількості стандартів, чинних у харчовій промисловості (2080 стандартів), міждержавні (ГОСТ) становлять 731 (35,1 %), а РСТ УРСР — 101 (4,9 %). Так, відсоток ГОСТ і РСТ УРСР на зернові, бобові культури та продукти їх перероблення, м'ясо і м'ясні продукти, обладнання для харчової промисловості та на продукти дитячого харчування становить, відповідно, 52,8, 65,1, 72,8 і 75 % від загальної кількості стандартів чинних у цих сферах діяльності.

В Україні виконувалась програма перегляду всіх ГОСТ, розроблених до 1992 року. В результаті багато з них скасовано через недоцільність їх застосування, але, виходячи із вищенаведеного, ця робота не завершена і її необхідно продовжувати. Задовільна ситуація склалася із стандартизацією цукру та цукристих виробів, матеріалів, що контактують із харчовими продуктами, та алкогольних напоїв (9,5, 11,1 і 12,9 % ГОСТ від загальної кількості чинних стандартів).

Результати аналізу гармонізації національних стандартів з міжнародними та європейськими наведено в табл. 2.

**Таблиця 2. Гармонізація національних стандартів (ДСТУ і РСТ УССР) з міжнародними і європейськими**

Назва нормативних документів	Продукція		Методи контролю		Інші стандарти		Загальний рівень гармонізації, %
	всього	в т.ч. гармонізовані	всього	гармонізовані	всього	гармонізовані	
1	2	3	4	5	6	7	8
Технологічні процеси в харчовій промисловості і харчові продукти взагалі	1	-	3	-	25	6	20,7

## БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Загальні і органолептичні методи аналізування харчових продуктів	-	-	63	45	1	-	70,3
Зернові, бобові культури і продукти їх перероблення	72	-	52	40	8	4	33,3
Фрукти, овочі і продукти їх перероблення взагалі	5	-	49	24	5	5	49,1
Фрукти, овочі і продукти їх перероблення	55	4	26	24	13	12	42,5
Овочі і продукти їх перероблення	90	-	24	24	27	24	34
Молоко і продукти з переробленого молока	50	-	89	77	5	1	52,8
М'ясо, м'ясні продукти та інша тваринна продукція	93	-	34	22	9	-	16,2
Чай, кава, какао та інші напої	11	2	25	24	4	4	75
Напої алкогольні	46	-	90	-	1	-	-
Напої безалкогольні	12	-	24	15	4	-	37,5
Цукор і цукристі вироби	18	-	35	1	4	-	1,7
Крохмаль і крохмалепродукти	7	-	10	9	1	-	50
Жири тваринні, рослинні, олії і насіння олійних культур	31	-	99	67	10	-	47,8
Прянощі, приправи, харчові добавки	30	9	37	15	1	-	32,7
Продукти дитячого харчування, продукти кулінарно оброблені	4	-	2	-	1	1	14,3
Матеріали, що контактують з харчовими продуктами	3	3	18	16	3	3	91,7
Обладнання для харчової промисловості	13	4	1	1	5	1	31,6
Всього	541	22	681	402	127	61	35,9

Із загальної кількості національні стандарти на продукцію становлять 40,1 %, на методи контролю — 50,5 %, інші стандарти — 9,4 %. Стандарти на продукцію практично не гармонізовані — всього 22 із 541 (4,1 %), стандарти на матеріали, що контактують з харчовими продуктами, і стандарти на обладнання для харчової промисловості гармонізовані з європейськими стандартами (EN), решта — з ISO. Такий низький рівень гармонізації стандартів на продукцію можна пояснити тим, що міжнародних і європейських стандартів на харчову продукцію практично немає, і це зрозуміло, адже в кожній країні харчові продукти виготовляють за своєю технологією, рецептурою, з використанням вітчизняної сировини тощо. Національні стандарти на харчову продукцію не створюють технічних бар'єрів у торгівлі, оскільки вимоги до продукції можна врегулювати угодами (контрактами) між торговельними партнерами. Створюють технічні бар'єри в торгівлі переважно максимально допустимі рівні показників безпечності та методи їх контролю. Саме ці стандарти потребують гармонізації.

На методи контролю чинними є 681 стандарт. Рівень їх гармонізації в середньому становить 59 %, але стандарти на загальні й органолептичні методи гармо-



нізовано на 71,4 %, методи контролю зерна і продуктів їх перероблення — на 76,9 %, молока і молочних продуктів — на 86,5 %, менше гармонізовані стандарти на методи контролю м'яса і м'ясних продуктів (64,7 %). Стандарти на методи контролю гармонізовані із стандартами ISO (91,2 %) і EN (8,8 %).

Необхідно звернути увагу на гармонізацію стандартів на методи контролю фруктів і овочів. Національних стандартів на методи контролю цієї продукції є 99, із них 72 гармонізовано, що становить 72,7 %. Інші стандарти цієї групи гармонізовані на 91,1 %. Це прийнятний рівень гармонізації. Стандарти на методи контролю і стандарти, якими встановлені вимоги щодо умов зберігання, гармонізовані із стандартами Європейської економічної комісії ООН (ЄЕК ООН). І це є позитивним, оскільки ЄЕК ООН розробляє стандарти на свіжу продукцію, що швидко псується (овочі, фрукти, м'ясо, квіти тощо) і встановлює вимоги до умов зберігання, транспортування такої продукції, а також настанови щодо постачання та контролювання їх якості.

Гармонізовано також стандарти ISO на методи контролю овочів, а також стандарти щодо зберігання фруктів і овочів у регульованому газовому середовищі, що є позитивними, оскільки такі способи зберігання забезпечують високу якість продукції від урожаю до урожаю і в Україні набувають поширення.

Проте загальний рівень гармонізації національних стандартів, чинних у харчовій промисловості, низький і становить 35,9 %, в основному за рахунок негармонізованих стандартів на продукцію.

Кількість чинних міждержавних стандартів (ГОСТ) у харчовій промисловості наведено в табл. 3.

*Таблиця 3. Кількість міждержавних стандартів (ГОСТ) у харчовій промисловості*

Назва нормативних документів	Продукція	Методи контролю	Інші стандарти	Разом
1	2	3	4	5
Технологічні процеси в харчовій промисловості і харчові продукти взагалі	7	-	1	8
Загальні і органолептичні методи аналізування харчових продуктів	-	40	-	40
Зернові, бобові культури і продукти їх перероблення	51	60	3	114
Фрукти, овочі і продукти їх перероблення взагалі	-	19	5	24
Фрукти, овочі і продукти їх перероблення	35	4	4	43
Овочі і продукти їх перероблення	25	6	3	34
Молоко і продукти з переробленого молока	8	24	4	36
М'ясо, м'ясні продукти та інша тваринна продукція	142	46	20	208
Чай, кава, какао та інші напої	11	6	2	19
Напої алкогольні	3	12	3	18
Напої безалкогольні	10	22	1	33
Цукор і цукристі вироби	-	4	2	6
Крохмаль і крохмалепродукти	-	1	1	2
Жири тваринні, рослинні, олії і насіння олійних культур	14	25	3	42

1	2	3	4	5
Прянощі, приправи, харчові добавки	26	6	1	33
Продукти дитячого харчування, продукти кулінарно оброблені	3	14	-	17
Матеріали, що контактують з харчовими продуктами	1	1	1	3
Обладнання для харчової промисловості	47	2	2	51
Всього	383	292	56	731

Отже, чинними в харчовій промисловості є 731 міждержавний стандарт (ГОСТ), із них 383 (52,4 %) — на продукцію, 292 (39,9 %) — на методи контролю і 56 (7,7 %) — інші стандарти. Ці стандарти практично не гармонізовані, крім одного ГОСТу на методи контролю зернових, бобових культур і продуктів їх перероблення і чотирьох ГОСТів на методи контролю та інші стандарти щодо фруктів і овочів, що становить 0,68 % від загальної кількості. Це пояснюється тим, що в 70—80 рр. XX ст., коли розроблялись ці стандарти, проблема гармонізації не була такою актуальною. Проте ці стандарти становлять більше третини всіх чинних стандартів у харчовій промисловості.

Для удосконалення нормативної бази у харчовій промисловості необхідно постійно відслідковувати появу нових нормативних документів в ISO [3], IEC [4], CEN [5], CENELEC [6], оскільки щорічна поява нових стандартів у цих організаціях відчутна.

Аналіз стандартизації й ознайомлення з об'єктами, які стандартизують інші міжнародні організації, дає підставу рекомендувати постійно тримати у полі зору стандарти цих організацій. Наприклад, необхідно вивчати також нормативну базу Комісії Кодекс Аліментаріус (CAC) [7]. Кодекс Аліментаріус (у перекладі з латинської мови означає законодавство про харчові продукти або збір правил і норм на харчові продукти) — це збірник схвалених на міжнародному рівні стандартів на харчові продукти, спрямованих на захист здоров'я споживачів і гарантування чесної практики в торгівлі. Кодекс Аліментаріус містить стандарти на всі основні види харчових продуктів і напівфабрикатів, призначених для постачання споживачу.

Стандарти та інші НД CAC рекомендовані продовольчою і сільськогосподарською організацією ООН (ФАО) та Всесвітньою організацією охорони здоров'я ООН (ВООЗ) для урядів країн і цінні саме з цього погляду, але вони набувають чинності в країні тільки після їх гармонізації.

У стандартах CAC розроблено вимоги до безпечності продукції, гігієнічні та санітарні вимоги до підприємств харчової промисловості, встановлено максимально допустимі рівні (МДР) показників безпечності, зокрема пестицидів, гормональних препаратів та інших лікувальних засобів у продукції, методи контролю, вимоги до продукції (свіжі овочі, фрукти, молоко, м'ясо, приправи, харчові добавки тощо). Велика кількість у Комісії Кодекс Аліментаріус настанов (55) щодо пакування, маркування, заморожування продукції, вимог щодо органічної продукції тощо. Є також настанови щодо оцінювання ризиків у харчових продуктах та розроблення елементів аналізу небезпечних чинників відповідно до Концепції НАССР.

Усього Комісією Кодекс Аліментаріус розроблено більше 300 НД. САС оперативно реагує на актуальні питання виробництва якісної і безпечної харчової продукції широкого асортименту. Відповідно до Угоди про технічні бар'єри в торгівлі стандарти САС визнані СОТ. На жаль, процес гармонізації стандартів САС в Україні тільки починається (набули чинності всього 3 стандарти).

Останнім часом з'явилися гармонізовані стандарти Європейської економічної комісії ООН (ЄЕК ООН) [8]. Раніше ЄЕК ООН, співпрацюючи з ISO, IEC, CEN, CENELEC та іншими міжнародними і європейськими організаціями, основну увагу приділяла визначенню пріоритетних напрямків у стандартизації та рекомендувала їх урядам країн-членів ЄЕК ООН, а уряди спрямовували роботу національних органів зі стандартизації на вирішення пріоритетних завдань. На сьогоднішній день ЄЕК ООН розробляє понад 100 стандартів, в т.ч. на овочі, фрукти — 80, м'ясо і яйця — 13, свіжі квіти — 8.

У стандартах ЄЕК ООН встановлені вимоги, в основному, на продукцію, яка швидко псується, на необроблену продукцію, яка використовується як сировина. В стандартах ЄЕК ООН встановлені мінімальні специфікації якості, які гарантують якість для споживачів. До 30 % стандартів ЄЕК ООН в Україні вже впроваджено, це стандарти на фрукти, овочі та іншу продукцію.

Основними напрямками роботи Міжнародного бюро епізоотій (ОІЕ) [9] є: сприяння та захист міжнародної торгівлі шляхом гармонізації стандартів і регламентів щодо торгівлі тваринами й продукцією тваринного походження, публікації санітарних норм і правил торгівлі у даній сфері забезпечення гарантування безпечності продуктів тваринного походження.

Метою діяльності Міжнародної федерації виробників фруктових соків (IFU) [10] у сфері стандартизації є розроблення й упровадження стандартів на методи контролю соків і передового досвіду, необхідних для даного виробництва.

Міжнародна федерація виробників молока (IDF) [11] опікується питаннями гігієни і безпеки молочних продуктів, розробленням стандартів на продукцію, методи контролю і відбору проб, поживною цінністю, технологією виробництва даної продукції.

Гармонізація національних стандартів з міжнародними, європейськими та національними стандартами передових країн є ефективним засобом підвищення науково-технічного рівня стандартів, але не єдиним. Національні стандарти харчової промисловості містять основні показники якості на готову продукцію, сировину і матеріали, що застосовують при її виробництві, вимоги до застосування, пакування, маркування, встановлюють оптимальні терміни зберігання, умови зберігання і транспортування, а також розробляють методи контролювання показників якості і безпечності продукції.

Підвищення науково-технічного рівня нормативної бази харчової промисловості справа нелегка і довготривала, оскільки вимагає:

- систематично відслідковувати й аналізувати останні досягнення науки, техніки, передових технологій з метою вибору отриманих найбільш ефективних результатів для впровадження їх у виробництво через розроблені стандарти;
- впроваджувати стандарти на нові технології виробництва продукції в різних галузях харчової промисловості з метою отримання високоякісних харчових продуктів;

- приділяти увагу новим прогресивним видам пакувальних матеріалів і тари, якості картону, пакувального паперу, полімерних плівок тощо, підвищеним вимогам до якості продовольчої сировини, приладів для контролю показників якості і, особливо, показників безпечності;

- систематично переглядати чинні в Україні стандарти, вносити в них зміни, доповнення, а застарілі скасовувати;

- систематично відслідковувати появу нових НД міжнародних і регіональних організацій та національних стандартів розвинутих країн з метою їх прийняття як національних в Україні;

- особливу увагу приділяти гармонізації стандартів на методи контролю показників безпечності харчової продукції, зі стандартами, в яких встановлені вимоги до безпеки праці й охорони навколишнього природного середовища при виробництві тощо.

Особливо ефективно для вирішення всіх цих питань застосовувати методи комплексної і випереджаючої стандартизації.

Метод випереджаючої стандартизації надасть можливість впроваджувати найефективніші результати науково-дослідних робіт, передових технологій, методів контролю, машин і обладнання тощо. Реалізація методу комплексної стандартизації дасть змогу підвищити науково-технічний рівень усієї нормативної бази харчової промисловості та в інших галузях, причетних до виробництва харчової продукції.

Звичайно, таке масштабне удосконалення нормативної бази галузей харчової промисловості вимагає проведення науково-дослідних робіт і впровадження їх результатів через стандарти. Все це не тільки підвищить рівень нормативної бази харчової промисловості, а також сприятиме підвищенню якості й конкурентоспроможності продукції на зовнішньому й внутрішньому ринках, і, відповідно, поліпшенню економіки країни та добробуту населення України.

### Висновки

1. Аналіз сучасного стану стандартизації у харчовій промисловості свідчить про те, що чинними є 2080 стандартів, із них 1350 (64,9 %) національних і 731 (35,1 %) міждержавних.

2. Загальний рівень гармонізації національних стандартів дуже низький і становить у середньому 35,9 % від загальної їх кількості. Гармонізація стандартів на методи контролю також незадовільна і в середньому становить 59 %, хоча стандарти на загальні й органолептичні методи контролю овочів і фруктів, зернових, молока та продуктів їх перероблення гармонізовано, відповідно, на 72,7, 76,9 і 86,5 %. Міждержавні стандарти (ГОСТ) не гармонізовані.

3. Національні стандарти потребують значного підвищення рівня гармонізації, а міждержавні — перегляду доцільності їх чинності в Україні.

4. З метою максимального наближення вимог стандартів, чинних у харчовій промисловості, до міжнародних необхідно постійно відслідковувати появу нових стандартів ISO, IEC, SAC, CEN та інших міжнародних і регіональних організацій, що займаються стандартизацією об'єктів стандартизації харчової промисловості і за доцільності приймати їх як національні в Україні.

5. В основу розроблених національних стандартів вкладати найновіші, найефективніші досягнення науки, техніки, передових технологій.

### **Література**

1. Закон України «Про стандартизацію» від 05.06.2014, № 1315-VII [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua>.
2. Каталог національних нормативних документів України станом на 01.07.2015 VII [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ukrndns.org.ua/index>.
3. Перелік міжнародних стандартів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.iso.org/iso/iso/\\_catalogue.htm](http://www.iso.org/iso/iso/_catalogue.htm).
4. Міжнародна електротехнічна комісія (IEC) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.ies.ch>.
5. Перелік європейських стандартів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.esearch.cen.eu/extended](http://www.esearch.cen.eu/extended).
6. Європейський комітет стандартизації електроніки (CENELEC) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.xumuk.ru.smm/34-html>.
7. Комісія Кодекс Аліментаріус (ФАО / ВООЗ з розроблення стандартів на харчові продукти (CAC) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.codexalimentarius.org](http://www.codexalimentarius.org).
8. Перелік нормативних документів Європейської економічної комісії ООН [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.enece.org/agr/info/accept/htm](http://www.enece.org/agr/info/accept/htm).
9. Міжнародне бюро з епізоотії (OIE) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.oie.int](http://www.oie.int).
10. Міжнародний союз виробників фруктових соків (IFU) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.ifu-fruitjuice.com](http://www.ifu-fruitjuice.com).
11. Міжнародна федерація підприємств молочної промисловості (IDF) [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [www.fil-idf.org](http://www.fil-idf.org).

## **ГАРМОНИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ СТАНДАРТОВ УКРАИНЫ С МЕЖДУНАРОДНЫМИ СТАНДАРТАМИ В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**Г.Д. Гуменюк**

*Національний університет пищевих технологій*

*В статье проанализированы национальные и межгосударственные стандарты на продукцию, методы контроля качества продукции и другие нормы, действующие в различных отраслях пищевой промышленности: мясо-молочной, сахарной, переработке фруктов и овощей, зерновых и бобовых, производстве напитков, жиров, пряностей и приправ, пищевых добавок, продуктов детского питания, материалов, контактирующих с пищевыми продуктами, оборудования для пищевой промышленности. Также проведена оценка уровня гармонизации украинских стандартов с международными и европейскими стандартами. Даны рекомендации по совершенствованию нормативных документов для этих видов продукции.*

**Ключевые слова:** *стандарты, национальные, межгосударственные, продукция, методы контроля, пищевая промышленность, гармонизация, международные и европейские стандарты.*

## CURRENT CONDITIONS OF FOOD SECURITY IN UKRAINE

G. Penchuk, Yu. Penchuk

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Food security  
Indicators of food  
security  
Availability of food  
Food independence  
Purchasing power*

---

**Article history:**

Received 14.01.2016  
Received in revised form  
28.01.2016  
Accepted 15.02.2016

---

**Corresponding author:**

Yu. Penchuk  
**E-mail:**  
npnuf@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The food security concern in Ukraine is the subject of this article. The definition of food security has been investigated and the efforts to summarize all the aspects of this concept have been made to evaluate the current condition of the country. It has been shown that the existing approaches to the definition of food security assessment indicators should be further improved. Also, the conditions of food safety in Ukraine have been investigated and the conclusions regarding the provision of population with food in a given time period have been made. It has been shown that the condition of food security of the country is determined by a wide range of interrelated indicators and requires further research and improvement.

---

## СУЧАСНИЙ СТАН ПРОДОВОЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ

Г.С. Пенчук, Ю.М. Пенчук

Національний університет харчових технологій

*У статті розглянуто питання продовольчої безпеки України. З'ясовано зміст поняття «продовольча безпека» та зроблено спробу узагальнити всі складові цього поняття для оцінки стану продовольчої безпеки в Україні. Зазначено, що існуючі підходи до визначення індикаторів оцінки стану продовольчої безпеки вимагають подальшого вдосконалення. Також досліджено стан продовольчої безпеки в Україні та зроблено висновки щодо забезпечення населення продуктами харчування в даний період часу. Показано, що стан продовольчої безпеки країни визначається широким спектром взаємозалежних показників і потребує подальшого дослідження й удосконалення.*

**Ключові слова:** *продовольча безпека, індикатори рівня продовольчої безпеки, доступність продуктів харчування, продовольча незалежність, купівельна спроможність.*

**Постановка проблеми.** Одним із ключових завдань у сфері економічної безпеки держави на теперішній час є вирішення комплексу проблем, від яких залежить продовольча безпека країни, недопущення експансії неякісних імпортованих харчових продуктів та продовольчої сировини, які може випускати в необхідних обсягах і належної якості національний агропромисловий комплекс.

Дослідження стану продовольчої безпеки дозволить запобігти можливим ризикам, що виникають при недостатньому забезпечення населення країни продовольчими продуктами, та визначити ступінь продовольчої безпеки в той чи інший період часу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням державного регулювання забезпечення й оцінки продовольчої безпеки приділяли увагу українські та зарубіжні учені. Серед українських авторів слід виділити Ю. Білика, П. Борщевського, В. Гейця, Л. Дейнеко, О. Кочеткова, І. Лукінова, Р. Маркова, Г. Мостового, В. Трегобчука, В. Юрчишина та ін. Серед зарубіжних вчених питаннями забезпечення продовольчої безпеки займалися В. Балабанов, Е. Борисенко, Е. Серова та ін. Значний внесок у розробку методики кількісної оцінки рівня продовольчої безпеки зробили українські вчені Т.Л. Мостенська, Н.С. Скопенко В.І. Власов, Н.В. Волченко [2], О.І. Гойчук, А.С. Лисецький, Б.Й. Пасхавер, П.П. Руснак, Р.І. Тринько, П.Т. Саблук, О.В. Скидан, А.А. Бабенко [1] та ін., проте питання кількісної оцінки рівня продовольчої безпеки залишається дискусійним і потребує постійного моніторингу й аналізу.

**Мета статті.** Дослідити трансформаційні підходи до розуміння поняття «продовольча безпека», а також визначити стан продовольчої безпеки в Україні й оцінити її складові елементи.

**Виклад основного матеріалу.** Згідно з визначенням продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO): «Продовольча безпека — це стан, що характеризується постійним фізичним, соціальним і економічним доступом усіх людей до достатнього за обсягом, поживністю та безпечністю продовольства, яке необхідне для здорового й активного життя» [11].

У Законі України «Про продовольчу безпеку України» наводиться дещо інше визначення продовольчої безпеки: «Продовольча безпека — це захищеність життєво важливих інтересів людини і громадянина, суспільства і держави, за якої держава гарантує фізичну і економічну доступність та якість життєво важливих продуктів харчування населенню згідно з науково обґрунтованими наборами продуктів харчування, підтримує стабільність продовольчого забезпечення населення та забезпечує продовольчу незалежність» [5].

За визначенням Федерації американських товариств з експериментальної біології, продовольча безпека являє собою доступ усіх людей у будь-який час до достатньої кількості їжі для активного, здорового способу життя і включає в себе як мінімум: а) доступність повноцінних і безпечних продуктів харчування; б) забезпечення можливості придбати їжу, не вдаючись до надзвичайної продовольчої допомоги [10].

Комітет із всесвітньої продовольчої безпеки FAO визначає, що всі люди в будь-який час мають фізичний і економічний доступ до основної їжі, якої вони потребують, а Всесвітній банк визначає продовольчу безпеку як доступ усіх людей в усі часи до достатньої кількості їжі для активного й здорового життя [11]. Громадська організація з питань здоров'я «Онтаріо» характеризує продовольчу безпеку як забезпечення безпечного доступу до достатньої кількості безпечної, поживної (відповідно до культури) їжі для всіх, виробленої в екологічно чистих умовах та за умов забезпечення людської гідності [9].

Громадська організація з питань здоров'я Британської Колумбії визначає, що продовольча безпека існує, коли всі громадяни мають право отримати безпечний, особисто прийнятний, поживний склад продуктів харчування за рахунок створення стійкої продовольчої системи, яка максимізує здоровий спосіб життя та рівний доступ для всіх до продуктів харчування [9].

Агентство США з міжнародного розвитку визначає стан продовольчої безпеки, коли всі люди в будь-який час мають доступ до достатньої кількості продовольства для задоволення своїх потреб для продуктивного та здорового життя.

Вищенаведене дозволяє стверджувати, що поняття продовольчої безпеки різняться залежно від внутрішньої політики в країні та соціально-економічних засад, які зумовлюють рівень життя людей.

Рівень продовольчої безпеки є пріоритетною складовою системи виміру найважливіших параметрів економіки країни, які відображають її стан і є складовими національної і регіональних програм соціально-економічного розвитку. Для цього використовуються індикатори рівня продовольчої безпеки [6].

*Таблиця 1. Достатність споживання окремого виду продукту населенням України, розраховано на основі даних [8]*

Назва продукту	Раціональна норма (розрахунки МОЗ)	Фактичне споживання у 2015 р. на одну особу, кг/р	2015 р. +(-) до 2014 р., %	Індикатор достатності споживання
Хліб і хлібопродукти	101	108,5	+0,2	1,07
М'ясо і м'ясопродукти	80	54,1	-3,4	0,68
Молоко і молокопродукти	380	222,8	без змін	0,59
Риба і морепродукти	20	11,1	-23,4	0,56
Яйця і яйцепродукти	290	310	без змін	1,07
Овочі і баштанні	161	163,2	-0,6	1,01
Картопля	124	141,0	+3,8	1,14
Фрукти та ягоди	90	52,3	-7,1	0,58
Цукор	38	36,3	-2,2	0,96
Олії рослинні	13	13,1	-1,5	1,01

Індикатори — це орієнтири розвитку, що визначають межу негативних процесів, подаючи сигнали учасникам ринку про можливі несприятливі сфери, зниження глобального рівня національної безпеки [4]. Вони дають змогу кількісно оцінити та сигналізувати про майбутню небезпеку, здійснити комплекс програмно-цільових заходів щодо стабілізації ситуації. Індикатори виміру продовольчої безпеки рекомендуються Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (FAO) і Всесвітньою організацією охорони здоров'я. Методика затверджена постановою Кабінету Міністрів України «Деякі питання продовольчої безпеки» від 05.12.2007 № 1379 [3]:

1. Рівень *продовольчої безпеки* як стану, при якому всім членам суспільства гарантований доступ до життєво важливих продуктів харчування згідно

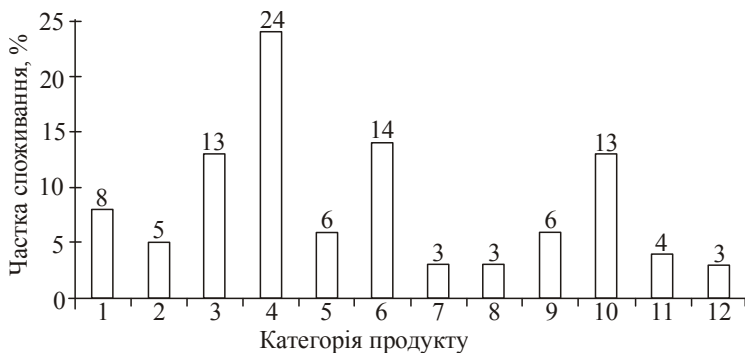


з науково обґрунтованими наборами продуктів харчування. Він визначається дефіцитом (нестачею) продовольчого споживання, який обчислюється як різниця між науково обґрунтованими наборами продуктів харчування і фактичним рівнем споживання цих продуктів у відсотках. Достатність споживання окремого виду продукту населенням України наведено в табл. 1.

Оптимальною вважається ситуація, коли фактичне споживання продуктів у межах групи відповідає рекомендованій нормі. У 2015 р. лише за п'ятьма основними групами продовольства середнє споживання на одну особу знаходиться на рівні або перевищує рекомендовані норми. По інших групах спостерігається недостатнє споживання, особливо суттєве відставання відмічається по продукції тваринного походження.

У минулому році, порівняно з попереднім, зменшилося споживання населенням основних видів продовольства по більшості позицій. Найбільш помітно зменшилося споживання українцями риби та морепродуктів (на 3,4 кг).

2. Рівень *продовольчої доступності* вимірюється купівельною спроможністю одного відсотка сімейного бюджету відповідного продовольчого призначення (рис. 1).



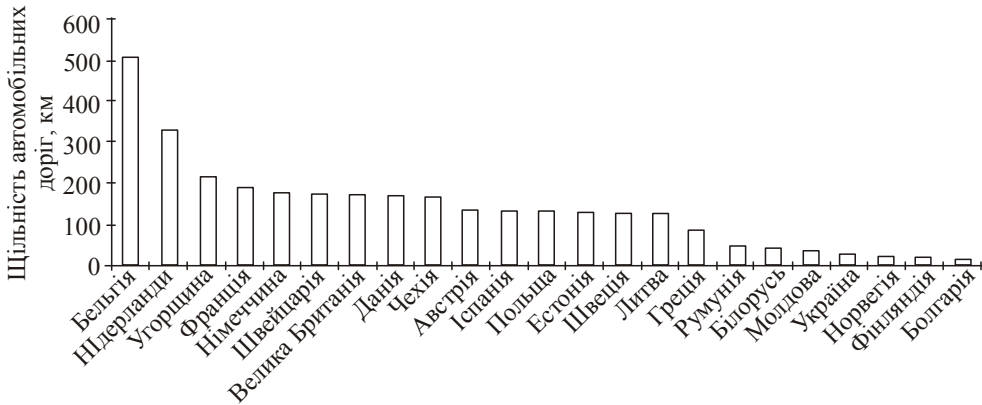
**Рис. 1. Частка споживання продуктів харчування за окремими категоріями продукту,** сформовано на основі [8]: 1 — цукор і цукрововмісні продукти; 2 — безалкогольні напої; 3 — хліб і хлібопродукти; 4 — м'ясо і м'ясопродукти; 5 — риба і морепродукти; 6 — молоко і молочні продукти; 7 — яйця; 8 — олія та інші рослинні жири; 9 — овочі (включаючи картоплю); 10 — фрукти; 11 — громадське харчування; 12 — інше

Найбільші витрати домогосподарств припадали на придбання м'яса та м'ясопродуктів — 513 грн на місяць, або 24 % від загальних витрат на харчування. Друге місце посіли витрати на молоко та молочні продукти майже 300 грн на місяць або 14 %.

3. Щільність автомобільних доріг. Індикатор щільності автомобільних доріг використовується FAO для оцінки фізичної доступності продовольства для населення. Чим вища концентрація доріг на одиницю площі, тим легше забезпечити доставку продовольства населення. В Україні у 2015 р. на 100 км<sup>2</sup> площі припадало 27 км автодоріг (рис. 2), що є одним із найнижчих показників серед європейських країн.

4. Критична межа енергетичної цінності раціону харчування дорослої людини, що становить 2000 ккал/добу [5]. Добову енергетичну цінність раціону

людини, що визначається як сума добутків одиниці маси окремих видів продуктів, які споживаються людиною протягом доби, та їх енергетичної цінності. Граничний критерій встановлений у 2000 ккал на добу, при цьому 55 % добового раціону повинно забезпечуватися за рахунок споживання продуктів тваринного походження [8].



**Рис. 2.** Щільність автомобільних доріг, сформовано на основі [8, 11]

Згідно з даними Держстату, 2015 р. енергетична цінність раціону харчування склала на 30 ккал менше порівняно з 2014 роком. Разом з тим, даний показник на 936 ккал вищий за граничну норму харчування дорослої людини. Більшу частину калорій понад 71 % українці отримують від продукції рослинного походження. Частка продукції тваринного походження є незначною (28,9 %), що в 1,9 раза нижче від встановленого граничного критерію (55 %).

**Таблиця 2.** Диференціація вартості харчування за продовольчими групами, сформовано на основі [8]

	Споживання продовольства за соціальними групами на одну особу, кг/місяць		Співвідношення між вищими і нижчими соціальними групами, %
	нижчий	вищий	
Хліб і хлібопродукти	8,1	9,5	1,2
М'ясо і м'ясопродукти	3,6	6,5	1,8
Молоко і молокопродукти	11,3	17,8	1,6
Риба і морепродукти	1,2	2,1	1,8
Яйця (шт.)	17,6	21,8	1,2
Овочі і баштанні	7,1	11,1	1,6
Картопля	6,2	7,2	1,2
Фрукти і ягоди	2,6	5,2	2,0
Цукор і цукровмісні вироби	2,5	3,5	1,4
Олія та інші рослинні жири	1,5	1,9	1,3

5. Диференціацію вартості харчування за соціальними групами, що відстежується в динаміці та розраховується як співвідношення між вартістю харчування

20 % домогосподарств з найвищими доходами та вартістю харчування 20 % домогосподарств з найменшими доходами. Дані за 2015 р. наведено в табл. 2. Найбільша диференціація у споживанні за соціальними групами спостерігалась по фруктах та ягодах, а також по м'ясній і рибній продукції.

6. Якість харчування, яка визначається структурою набору продуктів харчування і складом основних харчових речовин (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, макро- та мікроелементів у певному співвідношенні). Харчові продукти містять сотні хімічних речовин, серед яких є корисні, баластні і шкідливі компоненти, від яких залежить здоров'я людини та її працездатність. Дефіцит основних харчових речовин або їх дисбаланс у раціоні харчування негативно впливають на життєдіяльність людини.

Держава повинна гарантувати не тільки фізичну достатність продуктів харчування, але і їх якість та безпечність. Адже від безпечності та якості продуктів харчування значною мірою залежить життя і здоров'я людей. Для нашої країни цей аспект продовольчої безпеки є особливо важливим у зв'язку з підписанням Угоди про асоціацію України з ЄС, можливістю виходу на зарубіжні товарні ринки, посиленням конкуренції на внутрішньому продовольчому ринку.

7. Частка витрат на харчування у бюджеті сім'ї (не вище 60 %). У 2015 р. індикатор економічної доступності становив 53,6 %, у 2014 р. — 52 %.

8. Продовольчу незалежність за окремим продуктом, що визначається як співвідношення між обсягом імпорту окремого продукту в натуральному виразі та ємністю його внутрішнього ринку. Граничним критерієм для зазначеного показника вважається його 30-відсотковий рівень.

**Таблиця 3. Показник індикатора продовольчої незалежності за групами продовольства, сформовано за [7, 8]**

Категорія продукту	Обсяг імпорту в 2015 р., тис. тонн, у перерахунку на основний продукт	Обсяг внутрішнього продовольчого споживання у 2015 р., тис. тонн, у перерахунку на основний продукт	Індикатор імпортозалежності, %	
			2015 рік	2014 рік
Хліб і хлібопродукти	130	6264	2,0	2,4
М'ясо і м'ясопродукти	201	2325	8,6	13,0
Молоко і молокопродукти	357	9581	3,7	5,5
Риба і морепродукти	361	479	75,4	73,0
Яйця і яйцепродукти	7	771	0,9	0,6
Овочі і баштанні	225	7019	3,2	3,2
Картопля	40	6061	0,7	0,4
Фрукти і ягоди	856	2249	38,1	45,8
Цукор	7	1559	0,4	0,7
Олії рослинні (в т.ч. олія соняшникова)	223	561	39,8	49,0

У 2015 р. задоволення потреб населення у продовольстві здійснювалося, переважно за рахунок продукції вітчизняного виробництва. При цьому частка

імпорту перевищувала встановлений 30-відсотковий граничний критерій для цього індикатора лише для риби і морепродуктів, фруктів та ягід, а також рослинних олій (табл. 3). Найвищий рівень імпортозалежності 75 % відмічався по групі «риба і морепродукти», оскільки 90 % імпортних поставок припадає на види риб, які видобуваються виключно у водах морських економічних зон інших країн, що пов'язано з особливостями їх біологічного циклу. Перевищення граничного критерію по групах «фрукти і ягоди» та «олії рослинні» зумовлене імпортом екзотичних видів фруктів і тропічних олій, які відсутні в Україні, але користуються попитом на внутрішньому ринку.

### **Висновки**

Вищевикладене дає змогу стверджувати, що не існує єдиного підходу до визначення поняття продовольчої безпеки. Кожна країна інтерпретує дане визначення, зважаючи на особливості економічного стану. Отже, сутнісний зміст індикаторів продовольчої безпеки вимагає подальшого вдосконалення.

Варто підкреслити, що у 2015 р. відбулося погіршення стану продовольчої безпеки України за основними індикаторами. Це пов'язано з тим, що знизилася купівельна спроможність населення України. Це, у свою чергу, призвело до зниження калорійності середньодобового раціону населення України за рахунок одночасного зменшення споживання продукції тваринного походження.

На основі наведеного аналізу можна стверджувати, що найвищі витрати домогосподарства припадали на придбання м'яса та м'ясопродуктів, а задоволення потреб населення у продовольстві забезпечувалось в основному за рахунок продукції вітчизняного виробництва.

### **Література**

1. *Бабенко А.А.* Забезпечення продовольчої безпеки України в умовах реформування і регулювання аграрного сектору економіки: автореф. дис. канд. екон. наук; Луганський національний аграрний університет / А.А. Бабенко. — Луганськ, 2005. — 24 с.
2. *Волченко Н.В.* Сутність та поточний стан продовольчої безпеки держави / Н.В. Волченко // Вісник Сумського національного аграрного університету. — 2013. — №5. — С. 15—20.
3. *Методика* визначення основних індикаторів продовольчої безпеки, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України «Деякі питання продовольчої безпеки» № 1379 від 05.12.2007 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua>.
4. *Наказ* Міністерства економіки України «Про затвердження методики розрахунку рівня економічної безпеки України» № 60 від 02.03.2007 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1022.4251.0>
5. *Проект* Закону України «Про продовольчу безпеку України» від 28.04.2011 № 8370-1 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://search.ligazakon.ua>.
6. *Саблук П.Т.* Нова економічна парадигма формування стратегії національної продовольчої безпеки України в XXI столітті / П.Т. Саблук. — Київ, 2001. — 94 с.
7. *Статистичний* щорічник України за 2014 рік / за ред. О.Г. Осауленка. — Державний комітет статистики України. — Київ, 2014. — 586 с.
8. *Статистичний* щорічник України за 2015 рік / за ред. О.Г. Осауленка. — Державний комітет статистики України. — Київ, 2015. — 590 с.
9. *Badiane O.* National Food Security and Regional Integration in West Africa / O. Badiane. — [s. l.]: Wissenschaftsverlag Vauk, Kiel. 1988. — 150 с.

10. Daniel J. Raiten, Center for Food Safety and Applied Nutrition (U.S.) / J. Daniel Federation of American Societies for Experimental Biology. — [s. l.]: Life Sciences Research Office, 1990. — 99 p.

11. Rome Declaration on World Food Security [Electronic resource] : World Food Summit. — [s. l.] [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.fao.org/docrep/003/w-3613e/w3613e00.htm>.

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УКРАИНЕ**

**А.С. Пенчук, Ю.Н. Пенчук**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье рассматривается вопрос продовольственной безопасности Украины, дается определение понятия «продовольственная безопасность» и делаются попытки обобщить все составляющие этого понятия для оценки состояния страны. Указано, что существующие подходы к определению индикаторов оценки состояния продовольственной безопасности требуют дальнейшего усовершенствования. Также исследовано состояние продовольственной безопасности в Украине и сделаны выводы относительно обеспечения населения продуктами питания в данный период времени. Показано, что состояние продовольственной безопасности страны определяется широким спектром взаимосвязанных показателей и требует дальнейшего исследования и усовершенствования.*

**Ключевые слова:** *продовольственная безопасность, индикаторы уровня продовольственной безопасности, доступности продуктов питания, продовольственная независимость, покупательная способность.*

## NANOMATERIALS: VARIETY AND APPLICATION CAPABILITIES

A. Kushnir, I. Voloshyna

*National University of Food Technologies*

O. Zinchenko, L. Shkotova

*Institute of Molecular Biology and Genetics, NAS of Ukraine*

---

**Key words:**

*Nanomaterials*  
*Metal nanoparticles*  
*Fullerenes*  
*Carbon nanotubes*  
*Nanodiamanty*  
*Graphene*

---

**Article history:**

Received 05.01.2016

Received in revised form  
25.01.2016

Accepted 15.02.2016

---

**Corresponding author:**

A. Kushnir

**E-mail:**

npuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The rapid development of nanotechnology has led to the expansion of its scope of application. Nanomaterials are used in various fields of science and technology: from aeronautics to micro- and nanoelectronics, from biotechnology up to genetic engineering. Application of nanomaterials and nanotechnology provides innovation boom in medicine. The article describes different types of nanomaterials, such as fullerenes, carbon nanotubes and nanodiamonds, graphene and nanoparticles of metals. Their application in various industries, medicine and biotechnology is discussed.

## НАНОМАТЕРІАЛИ: РІЗНОМАНІТНІСТЬ І МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ

А.І. Кушнір, І.М. Волошина

*Національний університет харчових технологій*

О.А. Зінченко, Л.В. Шкотова

*Інститут молекулярної біології і генетики НАН України*

*У статті розглянуто різні види наноматеріалів (фулерени, вуглецеві нанотрубки та нанодіаманти, графени, наночастинки металів). Звернено увагу на особливості їх застосування в різних галузях промисловості, медицині та біотехнології. Зазначено, що дослідження фізичних, хімічних, фізико-хімічних, фармакологічних, біохімічних, біофізичних механізмів взаємодії наночастинок з біологічними об'єктами (клітинами макро- та мікроорганізмів) сприятиме їх широкому застосуванню в техніці, сільському господарстві, біотехнології та медицині.*

**Ключові слова:** *наноматеріали, наночастинки металів, фулерени, вуглецеві нанотрубки, нанодіаманти, графени.*

**Постановка проблеми.** Нанотехнологія — один із передових і багатообіцяючий напрям розвитку науки й техніки. Наночастинки з різними властивостями знайшли широке застосування в багатьох аналітичних методах [1]. Сфера застосування ультрадисперсних і наноструктурних матеріалів стрімко розширюється у промисловості, медицині та в сільському господарстві.

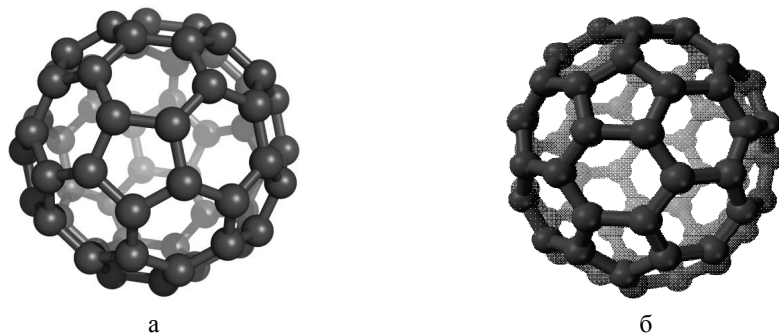
Залежно від виду й матеріалу наночастинки відіграють різні ролі в системах аналізу, а також застосовуються як реагенти. Функції наночастинок включають: іммобілізацію біомолекул, каталіз електрохімічних реакцій, підвищення переносу електронів між поверхнями електродів і білків, маркування біомолекул.

**Мета дослідження.** Дослідити різні види наноматеріалів, механізми їх взаємодії з біологічними об'єктами (клітинами макро- і мікроорганізмів) та показати можливе їх застосування у різних галузях.

**Викладення основного матеріалу.** Природними джерелами наночастинок можуть бути діючі вулкани, лісові пожежі, вивітрювання гірських порід, мікрошар органічної поверхні. Штучно наночастинки отримують шляхом фізичного та хімічного синтезу [2]. Багато видів наночастинок (наночастинки металів, оксидів, напівпровідникових матеріалів тощо) використовуються у різних галузях промисловості.

*Фулерени.* Фулерени — сферичні порожнисті кластери вуглецю з числом атомів  $n=30—120$ . Основною перевагою фулеренів перед іншими вуглецевими матеріалами є їхні високі електрон-акцепторні властивості, а також можливість синтезувати різноманітні хімічні похідні [3].

Серед фулеренів виділяють молекули  $C_{60}$ ,  $C_{70}$ ,  $C_{76}$ ,  $C_{84}$  і вуглецеві нанотрубки. Основне місце серед фулеренів займає молекула  $C_{60}$ , яка характеризується найбільш високою симетрією і, як наслідок, найбільшою стабільністю та стійкістю. Структура цієї молекули представлена на рис. 1 [4]. Через симетрію в молекулі  $C_{60}$  (рис. 1а) всі атоми знаходяться в рівнозначних умовах, тоді як у молекулі  $C_{70}$  є п'ять різних позицій атомів (рис. 1б).



**Рис. 1.** Структура молекули фулерену  $C_{60}$  (а) і  $C_{70}$  (б)

У молекулі  $C_{60}$  (рис. 1а), що нагадує форму футбольного м'яча і має структуру правильного усіченого ікосаедра, атоми вуглецю розташовуються на сферичній поверхні у вершинах 20 правильних шестикутників і 12 пра-

вильних п'ятикутників. Кожен шестикутник межує з трьома шестикутниками і трьома п'ятикутниками, а кожен п'ятикутник межує тільки з шестикутниками. Таким чином, кожен атом вуглецю в молекулі  $C_{60}$  знаходиться у вершинах двох шестикутників й одного п'ятикутника і принципово не відрізняється від інших атомів вуглецю.

Кристалічні фулерени і плівки являють собою напівпровідники і мають фотопровідність. Електричні, оптичні і механічні властивості фулеренів у конденсуючому стані вказують на різні явища, що проходять за участі фулеренів, так і на значні перспективи використання цих матеріалів в електроніці (виготовлення електричних дротів, надпровідних з'єднань або цілих пристроїв). Молекули фулерена можуть бути застосовані для нових акумуляторних батарей, в оптоелектроніці для фемтосекундної оптоволоконної передачі інформації, а також в інших сферах техніки [4].

На основі фулеренів розробляються високоефективні сорбенти для стаціонарних захисних систем медичного призначення, сорбенти в біологічно активних середовищах, препарати-«пастки» для радіонуклідів, каталізatori реакцій за участю синглетного кисню, а також матеріали для ефективного діалізу, оксиметрії та фотодинамічної терапії. Окремо необхідно відзначити засоби швидкого виведення з організму отруйних речовин, зокрема у польових умовах [5].

Найбільш ефективний спосіб отримання фулеренів заснований на термічному розкладанні графіту. За оптимальних умов генерації молекул фулеренів нагрівання графіту має бути помірним, в результаті чого продукти його розпаду будуть складатися з фрагментів, які є елементами структури молекул фулерену. Для розкладання графіту при отриманні фулеренів використовується як електричний нагрів графітового електрода, так і лазерне опромінення поверхні графіту.

Проте найбільш зручний метод екстракції фулеренів з продуктів термічного розкладання графіту (фулеренвмісна сажа), а також подальшої сепарації й очищення заснований на використанні розчинників і сорбентів [4].

*Вуглецеві нанотрубки.* Вуглецеві нанотрубки (ВНТ) — це циліндричні структури діаметром від одного до декількох десятків нанометрів і завдовжки до декількох десятків нанометрів. Ідеальні ВНТ можна отримати, згортаючи в трубку плоску гексагональну сітку графіту. Залежно від кількості шарів графіту розрізняють ВНТ одностінні (ОВНТ) та багатостінні (БВНТ) [6].

Одностінні нанотрубки (ОВНТ) складаються з одного аркуша графіту, загорнутого у трубки (рис. 2а). Такі трубки мають діаметр 0,4—500 нм та довжину від одного до декількох мікрометрів, що дозволяє вважати їх одновимірними структурами. Багат шарові нанотрубки (БВНТ) містять безліч нанотрубок, які концентрично вкладені у вигляді трубки (рис. 2б).

Існує два способи отримання ОВНТ: при конденсації змішаної вуглеводметалічної пари, отриманої випаровуванням відповідної композиції, та шляхом каталітичного піролізу вуглеводнів. ВНТ використовують як хімічні джерела струму, акумулятори водню, оптичні фільтри, напівпровідникові прилади, польові емітери, зонди тунельних мікроскопів, «квантові дротики» [7].



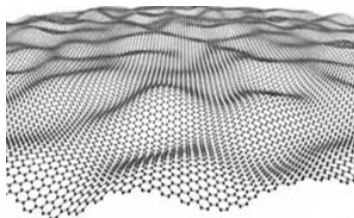


**Рис. 2.** Схематичне зображення одношарових (а) і багатшарових (б) вуглецевих нанотрубок

Крім того, ВНТ є перспективними для використання у медицині завдяки надзвичайно високому рівню біосумісності їх із кров'ю, кістками, хрящами й м'якими тканинами. ВНТ застосовують для створення штучних серцевих клапанів та діагностики і терапії ракових захворювань. Використання ВНТ у харчовій промисловості також має досить великі перспективи. Так, за допомогою нанотрубок споживачу можна визначати якість продукту безпосередньо на прилавку [8].

*Графені.* Графен — це двовимірна форма вуглецю, в якій атоми вуглецю утворюють гексагональну кристалічну ґратку (бджолині соти) (рис. 3). Відстань між найближчими атомами вуглецю в графені становить близько 0,142 нм. Графен є основою всіх інших алотропій вуглецю (фулеренів, нанотрубок тощо).

Існує кілька основних способів для отримання графенів, які можна розділити на декілька великих груп: механічні, хімічні, епітаксіальні методи та метод термічного розкладання SiC підкладки, завдяки яким можна виростити плівки графена [9].



**Рис. 3.** Схематичне зображення графена

Через високу електричну провідність, рухливість носіїв заряду і помірно високе оптичне пропускання у видимому діапазоні спектра графенові матеріали застосовуються як прозорі провідні плівки. У 2012 р. А. Гейм і К. Новосьолов створили на основі графену тунельний транзистор із характеристиками, що відповідають промислому виробництву. Саме такі транзистори можуть стати основою принципово іншої електроніки — більш дешевих, надшвидких і економічних пристроїв обробки й зберігання інформації.

Завдяки нанорозмірним параметрам і низькій токсичності графені можуть використовувати для міжклітинної доставки ліків, інфрачервоного зондування ракових кліток, передачі зображення *in vivo*, для місцевої оптико-теплової терапії тощо [9].

*Нанодіаманти.* Нанодіаманти — вуглецевий нанокристалічний матеріал з кристалічною структурою діаманту [10]. Кристаліт нанодіамантів складається з діамантового ядра (розмір 1—10 нм), в якому атоми вуглецю знаходяться в  $sp^3$ -гібридному стані, покритого оболонкою цибулинного вуглецю, в якому атоми знаходяться в  $sp^2$ -гібридному стані (рис. 4). Між ними може знаходитися гібридний шар, в якому атоми вуглецю знаходяться як у стані  $sp^3$ , так і в стані  $sp^2$ -гібридизації.

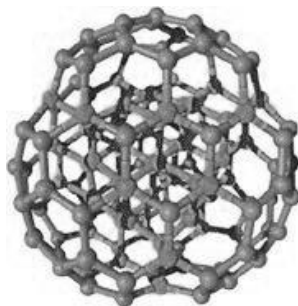


Рис. 4. Схематичне зображення нанодіамантів

Нанодіаманти завдяки їхній оптичній прозорості, хімічній стабільності, біологічній сумісності, здатності бути легованими і зберігатися в дуже тонких плівках можуть використовуватися в різних галузях біосенсорики.

Нанодіаманти мають високу твердість, біосумісність, оптичні властивості і флуоресценцію, високу теплопровідність і електричний опір, крім того, зберігають хімічну стабільність і опір в суворих умовах [11].

Нанодіаманти застосовують як полірувальні композиції у вигляді порошкової пасти для різних матеріалів — це надає досконалої форми та підвищує геометричні, структурні і хімічні властивості поверхонь. Також їх використовують як добавки до металевих гальванічних покриттів, отримання яких засноване на здатності нанодіамантів розмірами 4—6 нм осаджуватися з металами при електрохімічному і хімічному відновленні з розчинів їх солей [12].

Використовують нанодіаманти для вирощуванні штучних діамантових плівок. Суспензія ультрадисперсних нанодіамантів була використана для створення високої щільності центрів нуклеації діаманту на різних підкладках з метою їх використання як електродів для електрохімії. З використанням селективної нуклеації можна отримувати вирощені діамантові сітки різної прозорості. Успішне отримання високоякісних легованих діамантових сіток дає підстави вважати їх найбільш перспективними для використання в електрохімії [13].

Принципово новий спосіб застосування нанодіамантів — добавки в мастильні розчини на основі ультрадисперсних діамантів (УДД), що значно поліпшує захисні властивості мастильних матеріалів, збільшує їх ефективний термін служби, відновлює та захищає від зносу вузлів тертя різних машин і механізмів. [14].

Ультрадисперсні діаманти використовують у медицині. Дослідження в цій галузі знаходяться поки на початковій стадії. Наприклад, їх використовують для нанесення на плоскій підкладці надмолекулярної структури окисленої плівки алюміній-адгезійного шару нанодіамант-люциферази. Цей фермент зберігає

каталітичну активність у даній структурі і може розглядатися в біоломінесцентному аналізі як чип.

Нанодіаманти використовують як каталізатори. Для цілей каталізу їх поверхню, на якій розташовано функціональний покрив кисневмісних та азотовмісних груп, модифікують і активують. При середньому діаметрі 4,2 нм число поверхневих атомів становить приблизно 15 %. Каталізатори на основі нанодіамантів випробувані для конверсії CO в CO<sub>2</sub> [15].

*Наночастинки металів.* Специфічні властивості металів в ультрадисперсному стані відкривають широкі можливості для створення нових ефективних матеріалів і використання їх в техніці, медицині та сільському господарстві (рис. 5).

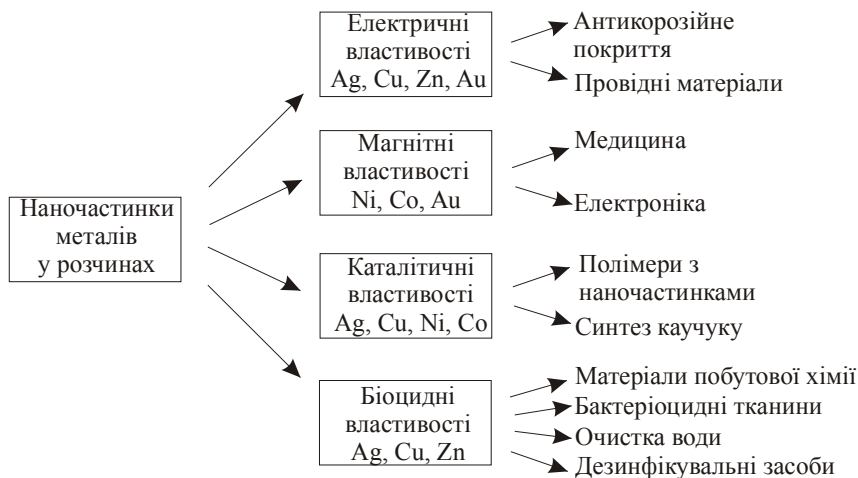


Рис. 5. Властивості наночастинок металів і сфери їх застосування

Структура і властивості наночастинок (НЧ) металів визначаються методом їх виробництва [2]. За просторовою будовою відомо три основних класи НЧ: тривимірні частинки — отримують вибухом провідників, плазмовим синтезом, відновленням тонких плівок; двовимірні об'єкти — плівки, одержувані методами молекулярного нашарування, методом іонного нашарування; одновимірні об'єкти — віскери, нанотрубки, нановолокна, які отримують методом молекулярного нашарування та введенням речовин у циліндричні мікропори. Також існують нанокompозити — матеріали, отримані введенням НЧ в матриці. Наночастинки металів бувають різної форми. У більшості випадків вони мають кристалічну будову, але бувають і аморфні частинки [2].

Інтенсивні дослідження наночастинок металів виявили безліч їхніх цікавих і корисних властивостей. На рис. 5 показані основні групи властивостей і напрямки практичного застосування наночастинок металів.

## Висновки

Швидкий розвиток нанотехнологічної галузі призвів до значного збільшення кількості різноманітних наноматеріалів, що відрізняються між собою

як за хімічним складом, так і за формою, розміром, модифікацією поверхні. Малий розмір, хімічний склад, структура, велика площа поверхні та форма — це ті властивості, що надають наночастинкам переваг перед іншими матеріалами.

Дослідження фізичних, хімічних, фізико-хімічних, фармакологічних, біохімічних, біофізичних механізмів взаємодії наночастинок з біологічними об'єктами (клітинами макро- та мікроорганізмів) допоможе не тільки з'ясувати їх позитивний чи негативний вплив на біоструктури та навколишній світ, а й сприятиме пошуку з поміж них ефективних і безпечних протекторів функціональної активності клітин і органів, широкому застосуванню в техніці, сільському господарстві, біотехнології та медицині.

### Література

1. *Киреев В.И.* Нанотехнологии: история возникновения и развития // Наноиндустрия. — 2008. — № 2. — С. 2—10.
2. *Андрюшишина И.А.* Наночастицы металлов: способы получения, физико химические свойства, методы исследования и оценка токсичности // Сучасні проблеми токсикології. — 2011. — № 3. — С. 5—14.
3. *Кузнецов В.Г.* Современные технологии получения фуллеренов, оценка рынка фуллеренов и перспектив их использования // В.В. Кузнецов, В.П. Пониматкин, С.В. Процаенко [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.f-ls.ru/innovacii>.
4. *Елецкий А.В.* Фуллерены и структуры углерода. Обзоры актуальных проблем / А.В. Елецкий, Б.М. Смирнов // Успехи физических наук. — 1995. — Т. 165, № 9. — С. 997—1009.
5. *Щур Д.В.* Фуллерены: перспективы практичного застосування в медицині, біології та екології / Д.В. Щур, З.А. Матисіна, С.Ю. Загинайченко та ін. // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. — 2012. — Вип. 20, № 1 — С. 139.
6. *Бурлака О.М.* и др. Вуглецеві нанотрубки та застосування їх для генетичної трансформації рослин // Наноструктурное материаловедение. — 2011. — № 2. — С. 84—101.
7. *Трефилов В.И.* Фуллерены — основа материалов будущего / В.И. Трефилов, Д.В. Щур, Б.П. Тарасов и др. — Киев: АДЕФ, 2001. — 408 с.
8. *Johnson D.* Spray-on technique could bring carbon nanotubes to retailers' shelves // D. Johnson / Spectrum. September 26, 2013 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://spectrum.ieee.org>.
9. *Zhu Y. et al.* Graphene and graphene oxide: synthesis, properties, and applications // Advanced materials. — 2010. — Т. 22, № 35. — P. 3906—3924.
10. *Shenderova O., Tyler T., Cunningham G. et al.* Nanodiamond and onion-like carbon polymer nanocomposites // Diamond and Related Materials — 2007. — Т. 16, № 4. — P. 1213—1217.
11. *Кулакова И.И.* Модификация поверхности и физико-химические свойства наноалмазов // Химия поверхности наноалмазов. — 2004. — Т. 46, № 4. — С. 621—628.
12. *Канюк М.И.* Ультрадисперсні флуоресцентні діаманти в нанотехнології // Biotechnology Acta. — 2014. — № 7. — С. 9—24.
13. *Шугалей И.В. и др.* Антимикробные системы на основе детонационных наноалмазов и перспективы их использования // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент — техника и технология его изготовления и применения. — 2011. — № 14. — С. 380—385.
14. *Долматов В.Ю.* Детонационные наноалмазы в маслах и смазках // Сверхтвердые материалы. — 2010. — № 1. — С. 19—28.
15. *Тесленко В.* Перспективи наноалмазів. — 2009 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://rough-polished.com/ru/analytics/31816.html?print=Y>.

## **НАНОМАТЕРИАЛИ: РАЗНООБРАЗИЕ И ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**А.И. Кушнир, И.Н. Волошина**

*Национальный университет пищевых технологий*

**О.А. Зинченко, Л.В. Шкотова**

*Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины*

*В статье рассмотрены разные виды таких наночастиц, как нанобриллианты, графены, фуллерены, нанотрубки и наночастицы металлов. Проанализированы особенности их применения в разных отраслях промышленности, медицине и биотехнологии. Отмечено, что исследования физических, химических, физико-химических, фармакологических, биохимических, биофизических механизмов взаимодействия наночастиц с биологическими объектами (клетками макро- и микроорганизмов) будут способствовать их широкому применению в технике, сельском хозяйстве, биотехнологии и медицине.*

**Ключевые слова:** *наноматериалы, наночастицы металлов, фуллерены, углеродные нанотрубки, наноалмазы, графены.*

## **BIOCONVERSION OF FRIED SUNFLOWER OIL INTO SURFACTANTS OF *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMV B-7241**

**I. Pavliukovets, T. Pirog**

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Acinetobacter calcoaceticus* IMV B 7241  
*Waste (fried) sunflower oil*  
*Surfactants*

**Article history:**

Received 16.01.2016  
Received in revised form  
05.02.2016  
Accepted 23.02.2016

**Corresponding author:**

I. Pavliukovets  
**E-mail:**  
npnft@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The possibility of replacing refined sunflower oil on waste oil after frying potato and meat for the synthesis of *Acinetobacter calcoaceticus*-IMV B-7241 surfactants was shown. It was found that the use of sunflower oil as a carbon source for obtaining inoculum allowed to increase the surfactant concentration to 3.8—4.35 g/l, which is 1.5—2.5 times higher than in the case of inoculum growth on molasses.

## **БІОКОНВЕРСІЯ ПЕРЕСМАЖЕНОЇ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* IMV B-7241**

**І.Ю. Павлюковець, Т.П. Пирог**

*Національний університет харчових технологій*

*У статті доведено можливість заміни рафінованої соняшникової олії на відпрацьовану після смаження картоплі та м'яса для синтезу поверхнево-активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241. Встановлено, що використання соняшникової олії як джерела вуглецю для одержання посівного матеріалу дає змогу збільшити концентрацію ПАР до 3,8—4,35 г/л, що в 1,5—2,5 рази більше, ніж у разі застосування інокуляту, одержаного на мелясі.*

**Ключові слова:** *Acinetobacter calcoaceticus* IMV B-7241, відпрацьована (пересмажена) соняшникова олія, поверхнево-активні речовини.

**Постановка проблеми.** На даний час у світі спостерігається підвищений інтерес до застосування мікробних поверхнево-активних речовин (ПАР) у різних галузях промисловості, що зумовлено їхньою екологічною безпечністю та високою ефективністю [1, 2]. Проте промислове виробництво цих продуктів мікробного синтезу обмежено високими витратами на біосинтез.

Одним із шляхів здешевлення технології мікробних ПАР є використання як субстрату промислових відходів. Оскільки мікробні ПАР за хімічною природою ліпіди (нейтральні, гліко- та фосфоліпіди) [1, 2], оптимальним субстратом для їх синтезу є олієвмісні відходи.

На сьогодні в Україні особливо гостро стоїть проблема утилізації відпрацьованої соняшникової олії. Щоденно збільшується кількість закладів швидкого харчування, в яких пересмажена (відпрацьована) олія є основним побічним продуктом.

Слід зазначити, що в Україні викиди відпрацьованої соняшникової олії в навколишнє середовище не регламентуються. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є використання цих токсичних відходів як субстрату в біотехнологічних процесах. Однак не завжди пересмажена олія є якісним субстратом через наявність в її складі потенційних інгібіторів росту та синтезу мікробних метаболітів [3].

З літератури [4—7] відомо про використання олієвмісних субстратів для біосинтезу софороліпідів і рамноліпідів. Так, на 72 год культивування *Candida lipolytica* УСР 0988 в середовищі з 6 % фузів (відходи оліє-жирової промисловості) синтезує до 8 г/л софороліпідів [5]. *Bacillus pumilus* ССТ 2487 утворює 5,7 г/л гліколіпідів на середовищі, що містить 3 % відпрацьованої після смаження овочів соняшникової олії [6]. У [7] вчені досліджували здатність до біоконверсії пересмаженої соєвої олії (2 %) бактеріями *Pseudomonas ceracia* ССТ6659. Встановлено, що на 24 год культивування поверхневий натяг культуральної рідини знижувався до 27,52 мН/м, а на 144 год культивування концентрація ПАР в середовищі становила 5,2 г/л. Проте у доступній літературі нам не вдалося знайти відомостей про синтез ПАР на олієвмісних субстратах бактеріями роду *Acinetobacter*.

Раніше [8] нами було встановлено можливість синтезу ПАР *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на рафінованій соняшниковій олії. Максимальна концентрація ПАР досягалася на середовищі, що містило 1,0 г/л сечовини і 4 % олії.

**Мета статті.** Дослідити можливість заміни рафінованої соняшникової олії на пересмажену (відпрацьовану) для синтезу ПАР *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241.

**Матеріали і методи.** Об'єкт дослідження — штам *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241, зареєстрований в Депозитарії мікроорганізмів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного Національної академії наук України.

Штам *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 вирощували в рідкому поживному середовищі (г/л):  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  — 1,0;  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,1;  $\text{NaCl}$  — 1,0;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  — 0,6;  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  — 0,14. У середовище додатково вносили дріжджовий автолізат — 0,5 % (об'ємна частка) і розчин мікроелементів — 0,1 % (об'ємна частка). Розчин мікроелементів містив (г/100 мл):  $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  — 1,1;  $\text{MnSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$  — 0,6;  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,1;  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$  — 0,004;  $\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  — 0,03;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  — 0,006;  $\text{KI}$  — 0,0001; ЕДТА (трилон Б) — 0,5.

Як джерело вуглецю використовували рафіновану соняшкову олію «Стожар» (компанія Кернел, Київ), відпрацьовану після смаження картоплі та м'яса (мережа ресторанів швидкого харчування McDonald's Київ), а також

нерафіновану (холодного пресування) олію. Концентрація субстрату в середовищі становила 4 % (об'ємна частка).

Як посівний матеріал використовували культуру з експоненційної фази росту, вирощену на мелясі (0,5 % за вуглеводами) або рафінованій соняшниковій олії (0,5 % об'ємна частка). Кількість посівного матеріалу становила 10 % від об'єму поживного середовища. Культивування здійснювали в колбах об'ємом 750 мл з 100 мл середовища на качалках (320 об/хв) при 28—30 °С упродовж 120 год.

Кількість синтезованих позаклітинних ПАР (г/л) визначали ваговим методом після екстракції із супернатанту культуральної рідини сумішшю Фолча (хлороформ і метанол, 2:1). Для одержання супернатанту культуральну рідину центрифугували при 5000 g упродовж 20 хв. Залишки соняшникової олії з культуральної рідини видаляли шляхом трикратної екстракції петролейним ефіром (співвідношення 1:1).

Для виділення позаклітинних ПАР у циліндричну ділильну воронку об'ємом 100 мл додавали 20 мл супернатану та 25 мл суміші Фолча (хлороформ і метанол, 2:1), воронку закривали шліфованою пробкою і струшували (з метою екстракції ліпідів) упродовж 3—5 хв. Отриману після екстракції суміш залишали в воронці для розділення фаз, після чого нижню фракцію (органічний екстракт 1) зливали в колбу, а водну фазу піддали повторній екстракції. При повторній екстракції до водної фази додавали 25 мл суміші Фолча і проводили екстракцію ліпідів протягом 3—5 хв. Після розділення фаз нижню фракцію зливали й отримували органічний екстракт 2. На третьому етапі до водної фази додавали 25 мл суміші Фолча і здійснюють екстракцію, як описано вище, отримуючи органічний екстракт 3. Екстракти 1—3 змішували й упарювали на роторній випарній установці IP-1M2 (Росія) при температурі 50 °С і абсолютному тиску 0,4—0,5 атм до постійної маси.

Здатність до синтезу ПАР оцінювали також за індексом емульгування ( $E_{24}$ , %) нативної та розбавленої в 10 та 50 разів культуральної рідини. Як субстрат для емульгування використовували рафіновану соняшникову олію: до 2 мл культуральної рідини додавали 2 мл олії та струшували впродовж 2 хв. Визначення індексу емульгування ( $E_{24}$ ) проводили через 24 год як величину відношення висоти шару емульсії до загальної висоти рідини в пробірці і виражали у відсотках [9, 10].

Усі досліди проводили в трьох повторях, кількість паралельних визначень в експериментах становила 3—5. Статистичну обробку експериментальних даних здійснювали за Лакінім [11]. Відмінності середніх показників вважали достовірними на рівні значимості  $p < 0,05$ .

**Результати і обговорення.** У [9] було показано, що використання інокуляту, вирощеного на мелясі, супроводжувалося підвищенням синтезу ПАР *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на рафінованій олії, тому на першому етапі досліджень як джерело вуглецю в середовищі для отримання інокуляту використовували мелясу.

Результати досліджень показали, що за використання такого посівного матеріалу показники синтезу ПАР на нерафінованій і відпрацьованій олії були нижчими, ніж на рафінованій (табл. 1). Так, наприклад, концентрація



ПАР на відпрацьованій після смаження картоплі олії була у 2,7 раза нижчою, ніж на очищеному субстраті. Незалежно від типу олії, що використовувалася для вирощування штаму ІМВ В-7412, індекс емульгування як нативної, так і розбавленої у 10 і 50 раз культуральної рідини практично не змінювався і перебував у межах 50—54 %.

Варто зазначити, що з метою скорочення тривалості лаг-фази в біотехнологічних процесах використовують однакові субстрати як у середовищі для отримання інокуляту, так і біосинтезу цільового продукту [12], тому на наступному етапі досліджень посівний матеріал вирощували на рафінованій соняшниковій олії (табл. 1).

*Таблиця 1. Синтез ПАР *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на олієвмісних субстратах залежно від якості інокуляту*

Джерело вуглецю в середовищі для отримання інокуляту	Олія у середовищі для біосинтезу ПАР	Концентрація ПАР, г/л
Меляса	Рафінована	4,0±0,20
	Нерафінована	2,3±0,12
	Відпрацьована після смаження картоплі	1,5±0,08
	Відпрацьована після смаження м'яса	2,8±0,14
Рафінована соняшникова олія	Рафінована	3,4±0,17
	Нерафінована	3,3±0,16
	Відпрацьована після смаження картоплі	3,85±0,19
	Відпрацьована після смаження м'яса	4,35±0,21

Експерименти показали, що заміна меляси у середовищі для одержання інокуляту на рафіновану олію супроводжувалась підвищенням концентрації синтезованих ПАР на відпрацьованій олії. Крім цього, у разі використання такого інокуляту кількість утворених на пересмаженій олії ПАР була навіть у 1,1—1,3 раза вищою, ніж на рафінованій.

У табл. 2 наведено дані про індекс емульгування нативної та розбавленої у 10 і 50 раз культуральної рідини після вирощування *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на різних олієвмісних субстратах з використанням інокуляту, вирощеного на олії.

У разі використання інокуляту, вирощеного на рафінованій олії, індекс емульгування нативної культуральної рідини досягав 100 % і був у 2 рази вищим порівняно із застосуванням посівного матеріалу, отриманого на мелясі (табл. 2). Слід зазначити, що при розбавленні культуральної рідини у 10 та 50 разів індекс емульгування становив у середньому 45—55 % незалежно від типу олії, що використовувалася для синтезу ПАР.

Порівняння отриманих нами результатів з літературними даними [4—7] показало, що синтезувальна здатність *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на відпрацьованій соняшниковій олії не поступається такій продуцентам відомих у світі гліколіпідів.

*Таблиця 2. Індекс емульгування культуральної рідини за умов росту *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 на різних олієвмісних субстратах*

Олія у середовищі культивування	E <sub>24</sub> (%) культуральної рідини		
	нативної	розведеної у 10 разів	розведеної у 50 разів
Рафінована	96	56	52
Нерафінована	100	53	47
Відпрацьована після смаження картоплі	100	55	42
Відпрацьована після смаження м'яса	100	56	54

*Примітка.* При визначенні індексу емульгування похибка не перевищувала 5 %.

### **Висновок**

Отримані результати свідчать про можливість використання відпрацьованої після смаження м'яса та картоплі соняшникової олії для синтезу поверхнево-активних речовин *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241. Використання такого субстрату дасть змогу знизити собівартість кінцевого продукту й утилізувати токсичні відходи харчової промисловості.

### **Література**

1. Campos J.M., Stamford T.L., Sarubbo L.A., de Luna J.M., Rufino R.D., Banat I.M. Microbial biosurfactants as additives for food industries // *Biotechnology Progress*. — 2013. — V. 29, # 5. — P. 1097—1108. doi:10.1002/btpr.1796.
2. Sachdev D.P., Cameotra S.S. Biosurfactants in agriculture // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* — 2013. — V. 97, # 3. — P. 1005—1116. doi: 10.1007/s00253-012-4641-8.
3. Rafulla D.P., Veera G.G. Biodiesel production from waste cooking oil using sulfuric acid and microwave irradiation processes // *Environmental Research*. — 2012. — doi:10.4236/jep.2012.31013.
4. Пирог Т.П., Софілканіч А.П., Конон А.Д., Гриценко Н.А. Біосинтез поверхнево-активних речовин на промислових відходах // *Acta Biotechnologica*. — 2014 — V. 7, # 5. — С. 9—26.
5. Rufino R.D., Luna J.M., Takaki C.M. Characterization and properties of the biosurfactant produced by *Candida lipolytica* UCP 0988 // *Electronic Journal of Biotechnology*. — 2014. — doi.org/10.1016/j.ejbt.2013.12.006.
6. Oliveira J.G., Cruz C.H. Properties of a biosurfactant produced by *Bacillus pumilus* using vinasse and waste frying oil as alternative carbon sources // *Brazilian Archives of Biology and Technology*. — 2013. — V. 56, # 1. — P. 155—160.
7. Nathalia P., Rocha S., Rufino D., Luna M., Santos V., Sarubbo L. Screening of *Pseudomonas* species for biosurfactant production using low-cost substrates // *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. — 2013. — V. 3, # 2. — P. 132—139. doi.org/10.1016/j.bcab.2013.09.005.
8. Павлюковець І.Ю. Синтез поверхностно-активних речовин *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241 *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405 на подсолнечном маслі / І.Ю. Павлюковець, Л.В. Никитюк, Т.П. Пирог, К.А. Береговая // *Электронный научный журнал «Apriori. Серия: естественные и технические науки»*. — 2014. — № 5. — 10 с. — Режим доступа: <http://apriori-journal.ru/journal-estesvennie-nauki/last-number>.
9. Синтез поверхностно активних речовин *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас-5017, *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241 И *Nocardia vaccinii* ІМВ В-7405 на промислових відходах / Т.П. Пирог, А.П. Софілканіч, К.А. Покора, Т.А. Шевчук, Г.А. Иутинская // *Микробиологический журнал*. — 2014. — Т. 76, № 2. — С. 17—23.
10. Pirog T., Sofilkanych A., Konon A., Shevchuk T., Ivanov S. 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 // Food and Bioproducts Processing. — 2013. — V. 91, # 2. — P. 149—157.

11. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. — Москва: Высшая школа, 1990. — 352 с.

12. Подгорский В.С. Интенсификация технологий микробного синтеза / В.С. Подгорский, Г.О. Иутинская, Т.П. Пирог. — Киев: Наук. Думка, 2010. — 327 с.

## **БИОКОНВЕРСИЯ ПЕРЕЖАРЕННОГО ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА В ПОВЕРХНОСТНО- АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА *ACINETOBACTER CALCOACETICUS* ИМВ В-7241**

**И.Ю. Павлюковец, Т.П. Пирог**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье проанализирована возможность замены рафинированного подсолнечного масла на отработанное после жарки картофеля и мяса для синтеза поверхностно-активных веществ *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ В-7241. Установлено, что использование подсолнечного масла в качестве источника углерода для получения посевного материала позволило увеличить концентрацию ПАВ до 3,8—4,35 г/л, что в 1,5—2,5 раза превышает показатели, полученные при использовании инокулята, выращенного на мелассе.*

**Ключевые слова:** *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ В-7241, отработанное (пережаренное) подсолнечное масло, поверхностно-активные вещества.

## FEATURES OF POLISH FOOD TOURISM

D. Basiuk, A. Hembets

National University of Food Technologies

**Key words:**

*Food tourism*  
*Food routes*  
*Cuisine*  
*Festival*  
*Workshop*

**Article history:**

Received 15.01.2016  
Received in revised form  
28.01.2016  
Accepted 17.02.2016

**Corresponding author:**

D. Basiuk

**E-mail:**

npuht@ukr.net

**ABSTRACT**

The article highlights the main trends in the tourism industry of the Polish Republic. The features of formation of food tourism as a specialized tourism product based on national culinary traditions are revealed. The authors analysed the experience of creating different travel attractions, such as gastronomic festivals, food routes, workshops on local cuisine, product-specialized tours, etc. It is stated that the Polish experience of food tours organization can be used in Ukraine in case of ensuring effective cooperation of manufacturers of food and beverages with travel companies.

## ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ГАСТРОНОМІЧНОГО ТУРИЗМУ ПОЛЬЩІ

Д.І. Басюк, А.В. Гембець

Національний університет харчових технологій

*У статті висвітлено основні тенденції розвитку туристичної галузі у Польській Республіці, розкрито особливості формування спеціалізованого туристичного продукту — гастрономічного туризму як одного з пріоритетів туристичного попиту на основі національних кулінарних традицій. Проаналізовано досвід створення різних туристичних атракцій — гастрономічних фестивалів (гастрономічних шляхів, майстер-класів національної кухні, продукт-спеціалізованих турів тощо). Визначено, що польський досвід організації гастрономічних турів може бути використаний в Україні за умови ефективної співпраці виробників продуктів харчування і напоїв з туристичними підприємствами.*

**Ключові слова:** *гастрономічний туризм, кулінарні шляхи, національна кухня, фестиваль, майстер-клас.*

**Постановка проблеми.** Польща є одним із найбільших економічних, політичних, а також туристичних партнерів України, що визначається спільним кордоном (535 км), близькістю мов і культур, значним періодом спільної історії. В 2014 р. 7657 тис. українців відвідало Польщу, до України в'їхало понад 1123,9 тис. польських відвідувачів [1], тому вивчення польського досвіду розвитку спеціалізованої гастрономічної туристичної пропозиції в контексті формування національного туристичного продукту є цікавим для науковців і практиків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз фахової літератури свідчить про активне науково-практичне опрацювання проблеми гастрономічного туризму в Україні. В дослідженнях А. Бусигіна, Е. Маслова, І. Комарницького, В. Федорченка, Д. Басюк, Т. Сокол, Т. Божук, Л. Прокопчук, Т. Шпараги, В. Бойко, О. Любіцевої, Ф. Шандора, Г. Волкової, М. Баштової висвітлюється історико-культурний контекст розвитку цього виду туризму, особливості створення регіональних туристичних продуктів на основі національних кулінарних традицій. Окремі фахівці розглядають гастрономічний туризм як вид хобі-туризму (І.М. Школа), тематичного туризму (Т.Г. Сокол, З.С. Каноністова), спеціалізованого туризму (В.К. Федорченко, І.М. Мініч). Серед іноземних авторів цією проблемою займалися М. Холл, Г. Джонсон, Б. Кемброн, Д. Гетс, А. Кавіккі, К. Сантіні, І. Креспі, В. Андріані та ін.

Серед досліджень, присвячених тенденціям гастрономічного туризму безпосередньо в Польщі, можна виділити праці Є. Чарнецької-Скубіної, П. Гикавого-Заблодського, А. Ковальчук, Й. Малек, А. Сташак.

**Метою статті** є аналіз досвіду розвитку гастрономічного туризму Польщі з боку регіональної туристської пропозиції і формування національних кулінарних маршрутів.

**Виклад основного матеріалу.** Сучасний етап розвитку туристичної індустрії в Польщі розпочався у 1989 році. У 1990 р. засновано Польську туристичну палату (Polska Izba Turystyczna — PIT), що представляє інтереси національних підприємств і організацій, які працюють у галузі туризму. У 1997 р. при підтримці ЄС було розпочато перший етап реалізації Програми розвитку національного турпродукту в п'яти напрямках: бізнес-туризм, міський культурний туризм, сільський туризм, спеціалізований туризм, прикордонно-транзитний туризм. У вересні 1997 р. сейм ухвалив закон «Про туристичні послуги», що повністю відповідає нормам європейського права. У 1999 р. було створено Польську туристичну організацію, основними завданнями якої є створення позитивного іміджу польського туристичного продукту в державі і за її межами, розвиток інформаційної мережі й участь у розробці програм розвитку туріндустрії та модернізації її інфраструктури.

Визначальною подією для подальшого розвитку Польщі та її туристичної галузі став вступ країни до ЄС у травні 2004 року. Це зумовило спрощення туристичних формальностей, зростання якості туристичної інфраструктури, збільшення кількості іноземних туристів. За даними ЮНВТО, кількість в'їзних туристів до Польської Республіки на 2014 р. досягла значення 15, 8 млн осіб (табл. 1). Ще 6—7 млн відвідують країну як екскурсанти.

Найбільш популярними видами туризму є культурно-пізнавальний, рекреаційний і лікувально-оздоровчий, паломництво, активний та пасивний відпочинок на воді, здійснення піших і велосипедних прогулянок влітку й катання на лижах і сноубордах взимку.

У рейтингу туристичної конкурентоспроможності, що опублікував Світовий економічний форум, Польща посідає 42 місце серед 140 країн світу. Основними туристично привабливими дестинаціями є:

- міста з історичними будівлями (Краків, Варшава, Замосць, Вроцлав, Гданськ, Познань, Люблін);

- окремі антропогенні об'єкти із світовою славою (Соляні шахти у Велічці, колишній концтабір в Освенцимі, Тевтонський замок у Мальборку, монастир Ясна Гура в Ченстохові, Вольфшанце в Кеншині (штаб-квартира Гітлера), Ельбронг-Оструцький канал;

- унікальні об'єкти живої і неживої природи з рекреаційними властивостями (Татри, Біловезька пуца, гори Святого Хреста, узбережжя Балтійського моря, Мазурські, Поморські та Великопольські озера)

- курортні місця (Ожриниця, Івонич, Кудове, Льондек);

- релігійні центри (Ченхостова, Кальварія Зебжидовська (поблизу Кракова), Стари Ліхен (поблизу Коніна), Свята Липка (поблизу Ольштина) Ледногора (поблизу Гнєзно), гора Грабарка (Підляське)).

**Таблиця 1. Динаміка туристичних потоків у Польській Республіці у 2003—2014 рр. [2]**

Рік	Кількість туристів	Динаміка до попереднього року, %
2003	13 980 000	
2004	13 720 000	- 1,86
2005	13 720 000	- 1,86
2006	15 200 000	6,37
2007	15 670 000	3,09
2008	14 975 000	- 4,44
2009	12 960 000	-13,46
2010	11 890 000	-8,26
2011	12 470 000	4,88
2012	13 350 000	7,06
2013	14 840 000	11,16
2014	15 800 000	6,47

Популярними місцями для туристичних відвідувань є об'єкти, занесені до Списку світової спадщини ЮНЕСКО. В Польщі цей перелік включає 14 культурно-історичних і природних об'єктів, зокрема:

- історичний центр Кракова;  
- королівські соляні шахти Величка і Бохні;  
- нацистський концентраційний і винищувальний табір Аушвіц-Біркенау (1940—1945);

- історичний центр Варшави;

- стара частина міста Замосць;

- середньовічне місто Торунь;

- замок хрестоносців у Мальборку;

- Кальварія-Зебжидовська (монастирський архітектурно-парковий комплекс);

- 12 костьолів у Малопольщі та Підкарпатті;

- Біловезька пуца;

- Музаковський парк;

- Зал Сторіччя у Вроцлаві [3].

На сьогоднішній день в п'ятірці найприбутковіших і найпопулярніших видів туризму в Польщі чільне місце займає гастрономічний туризм — вид туризму, який має на меті приготування та дегустацію їжі, кулінарних виробів, що походять з конкретної країни, регіону, області [2, с. 11].

Всесвітня асоціація гастрономічного туризму (World Food Travel Association) визначає гастрономічний туризм як подорожі з метою отримання автентичного досвіду, заснованого на культурі споживання їжі або напоїв; відкритті унікальних місць та їхньої культури через національну кухню. Як світовий тренд гастрономічний туризм стає все більш важливим явищем не тільки соціального й культурного, але також і соціально-економічного плану. Подорожі за смаком, кулінарні шляхи і маршрути, знайомство з новими методами кулінарії, відвідування знаменитих місць з кулінарними традиціями або відкриття місць, пов'язаних з вирощуванням, селекцією, риболовлю та іншими харчовими промислами, стає все частіше важливим мотивом для здійснення подорожей туристами.

За даними Всесвітньої асоціації гастрономічного туризму, турист у середньому витрачає на подорож 1200 дол. США, з яких 425 або 36 % припадає на гастрономію. Туристи, які спеціально обрали кулінарний тур або ті, для кого дегустація страв є основним чинником подорожі, витрачають близько 50 % від загальних витрат під час поїздки або близько 600 дол. США [7].

Кожен регіон і практично кожне місто Польщі має свої гастрономічні особливості і в уяві туриста асоціюється з певними кулінарними шедеврами. Зокрема, в Познані прийнято куштувати картоплю з сиром і вершками (пири з гізком), в Ополо — галушки шльонські з синьою капустою, в Щавниці — квасницю (густий капусняк), в Криниці — смажені рижики просто з жерстяної жаровні. На морі варто спробувати сушену камбалу, а свіжокопчених вугрів пропонують на озері Вігри. У Варшаві всім смакують холодні ніжки з хроном, у Кракові — яблучний штрудель, а в Пуньську на Підляшшю можна замовити страви кухні прикордонних околиць: ченаки, кибіни або цепеліни.

Фірмовою загальнопольською особливістю є фляки — страва з рубців (телячого шлунку) та бігос (страва з квашеної і свіжої капусти, тушкованої з цибулею, лавровим листом, грибами і декількома видами м'ясопродуктів — свининою, телятиною, яловичиною, сосисками, кусочками ковбаси, копченою грудинкою тощо — чим більше, тим краще). Ідеальним після тривалого вчорашнього застілля вважають журек (гигек), який ще так і називають — суп учорашнього дня. Цікавим є той факт, що скільки регіонів у Польщі — стільки й журків [8].

Важливою складовою гастрономічних традицій Польщі є алкогольні напої, в особливій пошані — горілки і різні настоянки. Характерним напоєм є «Зубрівка» — горілочана настоянка на основі стебел однойменної трави зубрівки запашної, що росте в заповіднику Біловезька Пуща. Зубрівка відома також в Білорусі і Росії, але саме з Польщі вона стала національним символом, а тому з середини XVIII ст. з часів Речі Посполитої цю настоянку виробляли вже в промислових масштабах. «Зубрівка» допомагає активізувати травлення і збуджує апетит. Такий ефект досягається за допомогою глікозиду кумарину — речовини, що міститься в траві зубрівки запашної.

Для шанувальників ароматних і цілющих алкогольних напоїв у країні виробляється цілий спектр різних настоянок. Залежно від компонентів вони діляться на терпкі та міцні, солодкі і пряні, ароматні і м'які. Найзнаменитіші алкогольні напої Польщі, які варто привезти як сувеніри на батьківщину: «Апельсинівка», що настояна на цитрусових кірках, солодка «Карамелевка»,

що має характерний смак і колір, та міцна «Слиовиця», яка запам'ятовується тонким післясмаком.

Польська горілка не без підстав користується міжнародним авторитетом. Польща конкурує з Росією за звання батьківщини вогненної води: перший документ, в якому з'являється термін «горілка», датується 1405 роком. У Польщі на честь горілчаних традицій засновано унікальний музейний заклад — Музей винокуріння в Ланцуті, розташований поруч з одним із найсучасніших спиртогорілчаних заводів. Популярні сорти польської горілки високого гатунку — «Бельведер», «Шопен», «Люксусова» і «Бяла Дама», «Кшеска», «Старка», «Жолондкова Гожка», «Жубрувка», яку п'ють з яблучним і грушевим соком. Особливим, дорогим для поляків алкогольним напоєм вважається горілка «Голдвассер» (горілка, настояна на анісі з шматочками 24-каратного золота), яку як сувенір з Польщі купують багато туристів. Поляки обожають ефектні й ефективні способи споживання горілки, найзнаменитіший коктейль — «Скажений пес», що складається з горілки, малинового сиропу і краплі соусу табаско.

Традиції розведення виноградників і виноробства в околицях міста Зелена Гура відзначені з XIII ст., з їх ефективністю можна ознайомитися під час щорічного вересневого свята збору винограду. У місті працює єдиний у Польщі музей вина. Крім того, поляки люблять вживати домашні фруктові наливки і «Гжанес» («Grzaniec») — десертне вино, яке п'ють гарячим з додаванням прянощів (кориці, гвоздики і меду), а також бренді «Слиовиця» або «Вінніак».

Гідну конкуренцію міцному алкоголю може скласти пиво. Щорічно середньостатистичний житель Речі Посполитої випиває близько 93 літрів цього золотистого напою. З точки зору споживання хмільного еліксиру на душу населення Польща займає лідируючі позиції не тільки в Європі, але й у всьому світі. Традиція польського пивоваріння — одна з найстаріших у світі. Вона сягає своїм корінням в далекі доісторичні часи Ляха — легендарного предка всіх поляків. Найстарішою письмовою згадкою про польське броварніцтво (пивоваріння) можна вважати хроніку Тіетмара Мерсенбургського, який описував, що «перший король польський Владислав Хоробрий через свою пристрасть до хмільного напою був прозваний «півошем». Цей факт свідчить про те, що пиво було відомо в Польщі вже в кінці X століття. Приблизно в той же час була відкрита перша королівська пивоварня. Найдавніша пивоварня в Львові Сілезькому діє безперервно з 1209 р. і виробляє унікальний, непастеризований хмільний напій. Любителі пива цінують і унікальні сорти, доступні тільки в місцях виробництва: пиво «Нотецке», «Брацке», «Живее», «Рицеж» або «Чеха». У декількох містах, у тому числі у Вроцлаві, діють міські пивзаводи, що виробляють місцеве пиво. У пивоварнях Варки і Ельблонга варять «Zuwies» і «Lezajsk». Загалом любителям пива в Польщі є з чого вибирати: у країні існує близько 800 сортів напою на основі хмелю і солоду. За назвою марок деколи можна здогадатися про їх походження: «Żubr» родом з Біловезької Пущі, а «Bosman» — з берегів Балтики. У країні працює більше 70 пивоварних компаній, серед яких чимало дрібних, які створені при ресторанах і барах. найбільшими є три виробники. «Пивний гігант» Kompania



Piwowarska відомий передусім марками «Lech» і «Tyskie». Grupa Żywiec прославилася однойменним пивом «Żywiec» (хоча у компанії є ще кілька десятків марок слабоалкогольних напоїв). Нарешті Carlsberg Polska — частина міжнародного концерну «Carlsberg», постачає країну такими сортами, як «Piast», «Okocim», «Książ», «Harnaś».

Щоб зорієнтуватися в такому різноманітті, найкраще відвідати який-небудь фестиваль пивоварів. Так у серпні або вересні в місті Краснистав Люблінського воєводства щорічно проходить фестиваль, що називається Chmielaki Krasnostawskie. «Хмелякі» приурочені до збору врожаю хмелю, однак тут не обмежуються тільки вибором найкращих пивоварів і дегустацією різних сортів — в рамках свята влаштовуються концерти та вистави. А в місті Цешин на півдні Польщі у вересні проводиться фестиваль Bracka Jesień — свято балтійського портеру, особливого різновиду темного пива, яке виробляють у різних країнах Балтики. Показово, що Цешин розташований зовсім не на березі Балтійського моря, а на протилежному кінці країни, однак польський балтійський портер варять саме тут.

Гастрономічний туризм активно почав розвивався в Польщі приблизно з початку XXI ст. [6]. Першим кроком у становленні цього виду туризму стали кулінарні фестивалі, що були започатковані в 2004—2006 роках. Гастрономічні фестивалі мали на меті звернути увагу жителів і туристів у польських містах до кулінарної своєрідності й особливостей кухні великих і малих міст та сіл у країні. Крім зазначених вище пивних фестивалів, до найвідоміших заходів даної категорії можна віднести: Європейський фестиваль смаку в Любліні, Малопольський фестиваль смаку, Фестиваль силезійських смаків, Національний фестиваль гарного смаку в Познані або Фестиваль гарного смаку в Лодзі. Ці масштабні заходи проводяться у формі кулінарного ярмарку в літній час і тривають близько 2—3 днів. Трошки меншим за масштабом діяльності є Фестиваль смаку в Груйці, який більше схожий на пікнік у сільській місцевості. Ці події, як правило, містять елемент презентації гастрономічної регіональної ідентичності міста чи регіону.

Наступним кроком у розвитку продукту гастрономічного туризму стала поява кулінарних шляхів у містах і регіонах. Перші з них створювалися в 2008—2009 рр. та існують донині. Успішними можна назвати такі ініціативи, як «Шлях Мазовецького», чи «Силезійські смаки», маршрути «Гданськ — приморський кулінарний престиж», «Познань кулінарна», «Малопольська дорога ласощів», «Прикарпатські смаки». Як правило, на створення таких маршрутів впливає групування певних страв, сировини, з якої вони готуються, а також тематична та географічна близькість. Також були створені маршрути відповідно до тематики продукту, наприклад, «На сливовому шляху», «Яблуневий шлях» тощо. Важливим напрямом формування гастрономічного туризму Польщі стала пропозиція співпраці між ресторанами та регіональними виробниками продуктів харчування й напоїв у межах даних кулінарних шляхів.

Розробка комплексних гастрономічних турів має включати також кулінарні тренінги, відвідання майстер-класів з виробництва кулінарних шедеврів регіональної кухні. Важливу роль у створенні такого типу пропозиції можуть відіграти кулінарні курси, що набрали популярності в Польщі з 2010 року.

Серед активно діючих у країні можна назвати такі проекти, як: «Cook up» у Варшаві, «Кулінарна академія» в Познані, «Furmenti» в Гданську [5].

Інакшим прикладом гастрономічної туристичної пропозиції в Польщі є діяльність компанії «Eatwarsaw і Eatcracow». У двох містах, що користуються найвищою зацікавленістю серед іноземних туристів, компанія пропонує комплексні кулінарні тури. Серед них можна знайти пропозицію під назвою «Вареники високого кулінарного класу». Цей двогодинний семінар з якісними продуктами, рецептами, напоями, майстер-класами оцінюється в 249 євро, кількість людей у групі на дану ціну не впливає.

Ще одна пропозиція — це відвідання туристами ресторанів і закладів ресторанного господарства, які рекомендовані місцевими жителями [1]. За 69 євро можна продегустувати страви типової польської кухні і поспілкуватись з місцевими жителями за вечерею. Цей пакет має назву «Food Tour» і включає: дегустацію різних польських національних страв, дегустацію горілки, супровід двомовного гіда, інформацію про щойно продегустовані страви.

Вартою уваги є пропозиція, розроблена цим же ж агентством, що являє собою туристичну програму під назвою «Vodka Tour», що включає послуги гіда, відвідування трьох тематичних барів, дегустацію шести різних видів горілки та оригінальних закусок [4, с. 74].

### Висновки

Аналізуючи гастрономічний туристичний продукт Польщі, можна відмітити його високий рівень автентичності, різноманітності та змістової наповненості. Основними факторами, що впливають на привабливість регіону або місцевості, є оригінальність місцевих страв, напоїв і продуктів порівняно з кухнями інших регіонів, їх варіативність і дотримання традиційних рецептів, сформованість туристичної пропозиції та її популяризація.

Аналіз польського досвіду підтверджує ефективність створення гастрономічних туристичних шляхів як основних компонентів системи просування гастрономічного туристичного продукту. Варто відзначити, що в 2014 р. Польща пропонувала більш ніж 20 діючих маршрутів кулінарного напрямку. Кожен з них досяг високого рівня зрілості і визнання. У 2015 р. кулінарний маршрут «Сілезійські смаки» став переможцем конкурсу «Кращий європейський туристичний напрямок EDEN», що організовувався європейською комісією EDEN (European Destinations of Excellence).

Також важливим напрямом є маркетингова підтримка національних виробників продуктів і напоїв та гастрономічних шляхів у просуванні в медіа-індустрії, організація ознайомчих поїздок для журналістів і блогерів, підготовка та поширення рекламних матеріалів в Інтернеті, а також участь у тематичних фестивалях і форумах.

### Література

1. В'їзд іноземних громадян в Україну за країнами, з яких вони прибули. Оприлюднення експрес-випусків Держстату у 2014 році [Електронний ресурс] // Державна служба Статистики України: офіційний веб-сайт. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

2. Виїзд громадян України за кордон за країнами, до яких вони виїжджали. Оприлюднення експрес-випусків Держстату у 2014 році [Електронний ресурс] // Державна служба Статистики України: офіційний веб-сайт. — Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.

3. *UNWTO Highlights 2014 Edition* [Electronic resource] // Tourism Trends and Marketing Strategies UNWTO: website. — Access regime: <http://mkt.unwto.org/publication/unwto-tourism-highlights-2014-edition>, free. — The title screen.

4. *Список объектов всемирного наследия ЮНЕСКО в Польше* // website. — Access regime: <https://ru.wikipedia.org>.

5. *Au N., Low R.* Categorical classification of tourism diving // *Annals of Tourism Research*. — 2002. — P. 819—833.

6. *DeSoucey M.* Gastronationalization: Food Tradition and Authenticity politics in European Union // *American Sociology Review*. — 2013. — Vol. 75, # 3. — P. 432—455.

7. *Kowalczyk A.* *Geografia Turyzmu*. — Warszawa, 2008. — 287 p.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ГАСТРОНОМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ПОЛЬШЕ**

**Д.И. Басюк, А.В. Гембец**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье освещены основные тенденции развития туристической отрасли в Польской Республике, раскрыты особенности формирования специализированного туристического продукта — гастрономического туризма как одного из приоритетов туристического спроса на основе национальных кулинарных традиций. Проанализирован опыт создания различных туристических аттракций: гастрономических фестивалей, гастрономических путей, мастер-классов национальной кухни, продукт-специализированных туров и тому подобное. Определено, что польский опыт организации гастрономических туров может быть использован в Украине при условии эффективного сотрудничества производителей продуктов питания и напитков с туристическими предприятиями.*

**Ключевые слова:** *гастрономический туризм, кулинарные пути, национальная кухня, фестиваль, мастер-класс.*

УДК 331.2

## FEATURES OF FORMATION OF WAGE DIFFERENTIALS IN UKRAINE AND WAYS OF ITS REGULATION

Yu. Spasenko

*Research Institute of Labour and Employment of Ministry of Social Policy and NAS of Ukraine*

**Key words:**

*Wage differentials  
Regulation  
Optimization*

**Article history:**

Received 14.01.2016

Received in revised form  
27.01.2016

Accepted 13.02.2016

**Corresponding author:**

Yu. Spasenko

**E-mail:**

npuht@ukr.net

**ABSTRACT**

The peculiarities of formation of wage differentials in Ukraine, ways of its control and optimization are identified in the article, as in the developed countries the level of inter-industry wage differentials does not exceed two times, while in Ukraine this figure is much higher. The necessity of carrying out the reforms in wages is justified, which will contribute to the establishment of fair wage differentials and its decent level, especially by ensuring constant monitoring surveys according to European standards. This issue is particularly relevant because of the ratification of the Association with the European Union and the prospect of EU membership acquisition.

## ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ДИФЕРЕНЦІАЦІЇ ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ В УКРАЇНІ І ШЛЯХИ ЇЇ РЕГУЛЮВАННЯ

Ю.О. Спасенко

*НДІ праці і зайнятості населення Міністерства соціальної політики України і НАН України*

*У статті визначено особливості формування диференціації заробітної плати в Україні і шляхи її регулювання й оптимізації, зазначено, що в розвинутих країнах рівень міжгалузевої диференціації заробітної плати не перевищує 1,5—2,0 рази, тоді як в Україні цей показник є значно вищим. Обґрунтовано необхідність проведення реформ в оплаті праці, які сприятимуть встановленню справедливої диференціації заробітної плати, її гідного рівня, зокрема завдяки забезпеченню постійних моніторингових обстежень за європейськими стандартами. Особливо актуальним це є в умовах ратифікації Угоди про асоціацію з Європейським Союзом і перспективою набуття членства в ЄС.*

**Ключові слова:** заробітна плата, диференціація, регулювання, оптимізація.

**Постановка проблеми.** Процес реформування оплати праці в Україні (Закон України «Про підприємства в Україні») протягом більш як двадцяти років дозволив створити державну законодавчо-правову базу регулювання

оплати праці відповідно до міжнародних трудових норм. Однак механізми як державного, так і колективно-договірного регулювання не спрацьовують у повному обсязі. Зокрема, одним із проявів зазначеного є явище збереження високого коефіцієнта міжгалузевої та міжпрофесійної диференціації в оплаті праці. Так, у 2013 р. коефіцієнт диференціації середньої номінальної заробітної плати склав 5,40, у 2014 р. — 6,19, а у першому кварталі 2015 р. цей показник зріс до 8,14. При цьому диференціація заробітної плати є явищем об'єктивним, пов'язаним із соціально-економічними відмінностями у становищі членів суспільства в сфері виробництва, розподілу й споживання.

Високий рівень диференціації має негативний вплив на загальний рівень як номінальної, так і реальної заробітної плати, тому забезпечення оптимальної міжпрофесійної, міжкваліфікаційної, міжпосадової й міжгалузевої диференціації заробітної плати всіх категорій працюючих повинно бути одним із основних завдань як державного, так і колективно-договірного регулювання оплати праці.

Упродовж багатьох років в Україні зберігаються високі рівні диференціації заробітної плати, основними причинами чого є недосконалість розвитку і структури економіки, недостатньо високий рівень продуктивності праці, недостатньо якісні інституційні структури, що відповідають за регулювання механізму формування оплати праці тощо.

Забезпечення оптимальної диференціації заробітної плати за рахунок унормування основних факторів диференціації у правовому полі регулювання заробітної плати в Україні, враховуючи світовий досвід, сприятиме підвищенню рівня заробітної плати та рівня життя населення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми, фактори і види диференціації заробітної плати як один із чинників її низького рівня в Україні досліджували такі вчені, як А. Колот, Г. Куліков, О. Кустовська, С. Цимбалюк, В. Прокопенко та інші. Проте чимало аспектів унормування основних чинників диференціації заробітної плати у правовому полі регулювання оплати праці потребують подальшого вивчення й удосконалення.

**Мета статті** полягає у виявленні особливостей формування диференціації заробітної плати в Україні і визначенні шляхів її регулювання й оптимізації, що сприятиме підвищенню рівня заробітної плати та рівня життя населення.

**Виклад основного матеріалу.** Рівень міжгалузевої диференціації заробітної плати в розвинутих країнах не перевищує 150—200 % (1,5—2,0 рази). При цьому першочерговими чинниками її формування є кількість, якість і результати праці. В Україні міжгалузеві співвідношення в рівнях оплати праці традиційно високі. Так, у 2014 р. їх діапазон склав 6,19. Це є показником того, що величина заробітної плати в Україні визначається належністю до певної сфери економічної діяльності, всупереч загальновизнаному світовою практикою досвіду.

Низький рівень оплати праці у вітчизняній економіці поєднується з її глибокою диференціацією як за видами економічної діяльності, так і за регіонами країни у розрізі професій, кваліфікацій і посад. Серед основних причин, що обумовлюють низький рівень заробітної плати, — недостатньо високий рівень продуктивності праці, недосконалість структури економіки, її нерозвиненість з

точки зору сучасних потреб суспільства, відсутність інституціональних структур, які регулюють механізм формування оплати праці.

Недосконала внутрішньогалузева конкуренція на ринку готової продукції, різна рентабельність підприємств однієї галузі, що випускають однакову продукцію, формують відмінності у можливостях щодо оплати праці своїх працівників. З іншого боку, недоліки міжгалузевої конкуренції на ринках готової продукції, зокрема існування бар'єрів на шляху міжгалузевого переміщення капіталу, спричиняються утворенням різної норми прибутку на підприємствах усіх галузей. Високорентабельні галузі можуть спрямовувати частину прибутку на додаткову оплату праці, що є однією з причин виникнення істотних міжгалузевих відмінностей в оплаті однорідної праці.

Специфіка й особливості галузевої структури регіонів впливають на високі міжрегіональні відмінності в рівнях оплати праці. У 2013 р. їх коливання від середнього рівня по країні складало від  $-27,8\%$  (Тернопільська обл.) до  $52,4\%$  (м. Київ), а міжрегіональна диференціація становила 2,13 рази.

Міжкваліфікаційні (міжпосадові) співвідношення в оплаті праці не відповідають принципу рівної оплати за рівну працю. Прикладами «зрівнялівки» можуть бути галузі з низькою заробітною платою: сільське господарство, окремі галузі бюджетної сфери тощо. Причинами невідповідності є також застаріла і вузька система кваліфікаційних розрядів та практичне незастосування гнучкої тарифної сітки. На деяких недержавних підприємствах повністю відмовляються від застосування тарифної системи, на деяких — обмежують її дію через поширення лише на робітників основного виробництва. В результаті в більшості галузей спостерігається загальна практика нівелювання різниці в оплаті праці залежно від кваліфікації. Подібна ситуація спостерігається і в рівнях оплати праці працівників з вищою й початковою освітою, хоча за міжнародними стандартами така відмінність складає понад 200%. Разом з тим, в галузях з традиційно високою заробітною платою (авіаційний і водний транспорт, допоміжні транспортні послуги, виробництво коксу та продуктів нафтоперероблення, фінансова діяльність) міжкваліфікаційні співвідношення в рівнях оплати праці є значно більшими за відповідні європейські стандарти.

У країні зберігаються умови для створення та поглиблення невинуватої диференціації в розмірах оплати праці працівників бюджетного та небюджетного секторів економіки. За рахунок встановлення рівня оплати праці в бюджетному секторі держава регулює залучення кадрів до нього. Однак низький рівень оплати праці в галузях бюджетної сфери призводить до відтоку ефективних працівників з державних підприємств та організацій до приватних, акціонерних, спільних підприємств тощо. Ці явища мають безпосередній вплив на рівень диференціації оплати праці.

Проблемними й актуальними в бюджетному секторі економіки України є питання організації заробітної плати та її мотивації. Основними з них є низький рівень і незадовільна диференціація заробітної плати, міжгалузеві диспропорції у розмірах посадових окладів працівників, які виконують однакову за складністю та функціональними ознаками роботу, жорсткі рамки Єдиної тарифної сітки, відсутність кваліфікаційних характеристик професій працівників окремих галузей бюджетної сфери, неузгодженість посадового

окладу (тарифної ставки) працівника першого тарифного розряду із законодавчо встановленою мінімальною заробітною платою тощо.

Також негативним чинником низького рівня заробітної плати працівників бюджетної сфери є застосування двох підходів до здійснення процедури оплати праці: на основі Єдиної тарифної сітки (Постанова КМУ від 30 серпня 2002 року № 1298) та на основі схем посадових окладів відповідно до спеціальних нормативно-правових актів, затверджених постановами Кабінету Міністрів України (наприклад, Постанова КМУ від 9 березня 2006 року № 268, Постанова КМУ від 11 вересня 2007 року № 1123 тощо). Тобто чинна ЄТС для оплати праці працівників бюджетної сфери не виконує свого основного призначення — запровадження єдиного уніфікованого підходу до оцінювання складності робіт і диференціації тарифних умов оплати праці всіх категорій персоналу. Разом з тим, для чинної ЄТС характерні такі недоліки: використання змішаного типу міжрозрядної різниці (2,1 % — 24-й розряд та 9 % — 2-й розряд), віднесення більшості професій і посад до певного діапазону розрядів і відсутність жодних норм та рекомендацій щодо встановлення посадового окладу (тарифної ставки) працівникам, які обіймають відповідні посади (виконують роботи), в межах встановленого діапазону розрядів. Для окремих посад діапазон охоплює п'ять, шість, сім розрядів [1].

Системна трансформація відносин власності в процесі ринкових перетворень має свою частку впливу у формуванні рівня диференціації заробітної плати. За статистичними даними, у довоєнному 2013 р. в середньообліковій кількості штатних працівників, зайнятих в економіці, 3,5 % працювали на підприємствах державної власності, 3,6 % — комунальної власності, 1,9 % — у відкритих акціонерних товариствах, 13,1 % — в акціонерних товариствах, 13,5 % — філіях (інших відокремлених підрозділах), 3,5 % — приватних підприємствах. Середньомісячна заробітна плата штатних працівників в економіці у 2013 р. була найвищою на підприємствах відкритих акціонерних товариств, в яких зайнята найменша кількість працівників. Вона переважала середню заробітну плату на державних підприємствах на 11,8 %, на приватних підприємствах — у 2,5 рази і була вищою за середньомісячну заробітну плату штатних працівників по економіці на 35,9 %. Середньомісячна заробітна плата в товариствах з обмеженою відповідальністю, де працює найбільша кількість працівників, була нижчою за середню по економіці на 10,5 % [2]. Наведена схема відповідності кількості штатних працівників і рівнів їхніх середніх заробітних плат наочно показує безпосередній вплив відносин власності на рівень диференціації оплати праці.

Особливості сучасного ринку праці, такі як його неоднорідність щодо якості робочої сили, її професійно-кваліфікаційного складу, зокрема збереження значної частки низькоєфективної праці, є одним із чинників складеного рівня диференціації оплати праці. Класифікаційний підхід у формуванні професійно-кваліфікаційного складу робочої сили дозволяє виявляти певні особливості формування ціни робочої сили в різних сегментах ринку праці, враховуючи якість праці. Класифікація дозволяє узагальнити категорії працівників за освітніми та професійними якостями:

- висококваліфіковані професіонали (висока якість освіти, відповідність рівня знань потребам сучасних технологій, зайнятість у всіх галузях економіки, стабільні гарантії зайнятості, висока ціна робочої сили);

- кваліфіковані працівники (зайнятість у високодохідних динамічних галузях, ціна робочої сили формується прибутковістю галузі і є вищою за середню по економіці);

- працівники, що є представниками масових професій міжгалузевого застосування (зайнятість у традиційних галузях економіки, де необхідне забезпечення безперервного виробничого процесу, ціна робочої сили відповідає середньому рівню оплати праці в галузі);

- працівники, що є представниками традиційних професій (вища та середня освіта, ціна робочої сили стабільно невисока);

- працівники традиційних галузей економіки з великою кількістю робочих місць з ручною працею (низька кваліфікація, непрестижні професії, найнижчий рівень оплати праці).

Жорсткість професійно-кваліфікаційної структури ринку праці щодо структурних зрушень в економіці впливає на диференціацію заробітної плати при формуванні ціни робочої сили. Причиною цього є відсутність комплексного підходу в підготовці кадрів: у системі вищої освіти та у сфері навчання робітничих кадрів, їх професійної підготовки, перепідготовки та перекваліфікації як на рівні держави, так і на рівні підприємства.

Недосконалість державного регулювання оплати праці (фактичне зниження ціни праці, відсутність системних заходів щодо реформування ринкової економіки та розбудови соціальної держави тощо) призводить до постійного зниження індексу розвитку людського потенціалу (ІРЛП). За даними ООН, лише за 2011 р. Україна втратила сім позицій порівняно з 2010 р. (69 місце) і посіла 76 місце серед 187 країн світу [3]. У 2013 р. Україна в розрахунках ІРЛП знаходилася вже на 78 місці (з величиною індексу 0,74 при середньо-світовому — 0,694) [4].

Існуюча в Україні диференціація заробітної плати за видами економічної діяльності зумовлюється різними розмірами ставок оплати праці для однакових професій, станом розвитку кожного виду діяльності, відмінностями у структурі та вартості відновлення робочої сили, ринковою кон'юнктурою.

У 2012 р., згідно з дослідженнями Держстату України, вперше проведеними за методологією Євростату, діапазон міжгалузевих співвідношень у рівнях оплати праці обстежених працівників в розрахунку на одну оплачену годину на підприємствах України становив 2,53 до 1 (табл. 1). Це свідчить про відповідність рівню міжгалузевої диференціації заробітної плати розвинутих країн, які здійснюють моніторинг за визначеною в ЄС методологією [5].

Так, найбільш оплачуваним видом економічної діяльності виявилась фінансова та страхова діяльність (34,01 грн за годину, 1 ранг), а найменш оплачуваним — тимчасове розміщування й організація харчування (13,46 грн за годину, 20 ранг). Подібні розташування за рангами зазначених видів економічної діяльності характерні і для країн Європи. Заробітна плата за оплачену годину у фінансовій та страховій діяльності перевищувала середньогодинну заробітну плату в обстежуваному періоді (19,74 грн) на 72,3 %, а у тимча-



совому розміщуванні й організації харчування була меншою за середній рівень на 31,8 %.

*Таблиця 1. Диференціація заробітної плати у 2012 р. за видами економічної діяльності за методологією Євростату, розраховано автором за [5]*

Вид економічної діяльності	Коефіцієнт диференціації і розмір заробітної плати, нарахованої в середньому за оплачену годину штатному працівнику								
	усього			чоловіки			жінки		
	коєф.	ранг	грн	коєф.	ранг	грн	коєф.	ранг	грн
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>A</i> Сільське господарство, мисливство, лісове господарство і рибне господарство	1,00	19	13,50	1,00	20	13,89	1,01	19	12,63
<i>B+C+D+E</i> Промисловість	1,64	8	22,01	1,78	7	24,66	1,40	10	17,58
<i>B</i> Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	2,41	2	32,45	2,69	3	37,33	1,59	5	19,89
<i>C</i> Переробна промисловість	1,44	11	19,37	1,52	9	21,16	1,33	11	16,68
<i>D</i> Постачання електроенергії, газу, пари і кондиційованого повітря	1,85	6	24,85	1,92	6	26,72	1,70	4	21,27
<i>E</i> Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	1,20	15	16,10	1,22	15	16,91	1,20	15	14,97
<i>F</i> Будівництво	1,26	12	17,02	1,25	14	17,40	1,25	12	15,64
<i>G</i> Оптова та роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	1,24	14	16,64	1,32	13	18,32	1,20	14	15,01
<i>H</i> Транспорт, складське господарство, поштова і кур'єрська діяльність	1,68	7	22,57	1,77	8	24,58	1,53	7	19,21
<i>I</i> Тимчасове розміщування й організація харчування	1,00	20	13,46	1,10	18	15,33	1,00	20	12,52
<i>J</i> Інформація і телекомунікації	1,95	4	26,30	2,00	4	27,80	1,94	2	24,25
<i>K</i> Фінансова і страхова діяльність	2,53	1	34,01	3,13	1	43,51	2,35	1	29,38
<i>L</i> Операції з нерухомим майном	1,13	16	15,15	1,11	17	15,42	1,19	16	14,85
<i>M</i> Професійна, наукова і технічна діяльність	1,90	5	25,54	1,97	5	27,40	1,90	3	23,85
<i>N</i> Діяльність у сфері адміністративного і допоміжного обслуговування	1,09	17	14,65	1,09	19	15,15	1,11	17	13,94

*Продовження табл. 1.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>О</i> Державне управління й оборона, обов'язкове соціальне страхування	1,45	10	19,57	1,46	11	20,27	1,54	6	19,33
<i>Р</i> Освіта	1,47	9	19,73	1,51	10	21,04	1,53	8	19,16
<i>Q</i> Охорона здоров'я і надання соціальної допомоги	1,05	18	14,08	1,16	16	16,08	1,09	18	13,66
<i>R</i> Мистецтво, спорт, розваги і відпочинок	1,97	3	26,56	2,77	2	38,41	1,47	9	18,43
<i>S</i> Надання інших видів послуг	1,26	13	16,92	1,34	12	18,67	1,22	13	15,31

До високооплачуваних видів економічної діяльності належать також добувна промисловість і розроблення кар'єрів (32,45 грн, 2 ранг), мистецтво, спорт, розваги та відпочинок (26,56 грн, 3 ранг), інформація й телекомунікації (26,30 грн, 4 ранг).

Аналіз показав, що найменш оплачуваними традиційно є такі види діяльності, як сільське господарство, мисливство, лісове господарство та рибне господарство (13,50 грн, 19 ранг), охорона здоров'я та надання соціальної допомоги (14,08 грн, 18 ранг), діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування (14,65 грн, 17 ранг).

Якщо розглядати міжгалузеві співвідношення в рівнях оплати праці за годину у гендерному аспекті, то серед чоловіків він склав 3,13:1, а серед жінок — 2,35:1. Така відмінність свідчить про наявність дискримінації жінок на ринку праці. Приміром, у найбільш оплачуваній фінансовій і страховій діяльності середньогодинний розмір заробітної плати чоловіків дорівнював 43,51 грн, тоді як жінок — лише 29,38 грн., або 67,5 % рівня зарплати чоловіків. У тимчасовому розмішуванні й організації харчування середньогодинні розміри заробітної плати чоловіків і жінок становили, відповідно, 15,33 грн та 12,52 грн (або 81,7 %).

Тобто величина гендерного розриву залежить не стільки від рівня «фемінізації» певних сфер економічної діяльності, скільки від доступності кар'єрного просування жінок у межах кожної сфери.

Диференціація середньої годинної заробітної плати у регіональному розрізі складає 1,85. Перше місце серед регіонів України традиційно посідає м. Київ з найвищим рівнем заробітної плати — 27,83 грн у 2012 році. На другому і третьому місцях знаходилися східні промислові області — Донецька і Луганська — з відповідними рівнями заробітної плати 22,33 грн та 20,72 грн. Найменш оплачуваними є працівники Тернопільської (15,41 грн, 25 місце), Волинської (15,11 грн, 26 місце) та Херсонської (15,01 грн, 27 місце) областей.

У гендерному розрізі м. Київ залишається найбільш оплачуваним регіоном як серед чоловіків (30 грн), так і серед жінок (25,79 грн). Загалом, регіональна диференціація серед чоловіків у 2012 р. складала 1,99, а серед жінок — 1,80.

Якщо розглядати дев'ять кваліфікаційних категорій, то у 2012 р. найвищі рівні середньої годинної заробітної плати, понад 20 грн, були притаманні таким категоріям працівників, як законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управлінці) — 28,22 грн, 1 ранг за показником диференціації

заробітної плати (2,61); професіонали — 24,92 грн, 2 ранг (2,30); кваліфіковані робітники з інструментом — 21,06 грн, 3 ранг (1,94), (рис. 1).



**Рис. 1. Середня годинна заробітна плата штатних працівників і коефіцієнт її диференціації за кваліфікаційними категоріями працівників у 2012 р., розраховано автором за [5]:** 1 — законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі); 2 — професіонали; 3 — фахівці; 4 — технічні службовці; 5 — працівники сфери торгівлі та послуг; 6 — кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства; 7 — кваліфіковані робітники з інструментом; 8 — Робітники з обслуговування, експлуатації та контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин; 9 — найпростіші професії

Фахівці отримували в середньому 18,51 грн, а робітники з обслуговування, експлуатації й контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин — 18,08 грн, посівши 4 і 5 місця відповідно.

Заробітна плата технічних службовців і кваліфікованих робітників сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства була майже на одному рівні та складала 13,81 грн (6 ранг) і 13,26 грн (7 ранг) відповідно. Найменш оплачуваними традиційно є працівники сфери торгівлі та послуг — 11,11 грн, 8 ранг; та представники найпростіших професій — 10,83 грн, 9 ранг.

Таким чином, показник диференціації оплати праці за кваліфікаційними категоріями працівників на обстежених підприємствах у 2012 р. склав 2,61. Зокрема, в даній сукупності коефіцієнт диференціації серед шести категорій був мінімальним і коливався від 1,00 до 1,71. Це групи з найнижчими розмірами заробітної плати. Серед решти трьох категорій коефіцієнт диференціації перевищував значення 1,9. Це найбільш оплачувані групи працівників.

В Україні спостерігається значний розрив між доходами найбагатших і найбідніших верств населення. Світова практика критично небезпечним у соціальному плані вважає семидесятикратний розрив між доходами граничних децильних груп. Поглиблення соціальної нерівності призводить до негативних наслідків у розвитку економіки, нестабільності у суспільстві, загострення їх у зв'язку з активізацією глобалізаційних процесів.

Розподіл працівників за децильними (10 %) групами свідчить про істотну нерівність розмірів заробітної плати в Україні, яка формується переважно за рахунок найбільш високооплачуваних працівників (рис. 2).

У 2012 р. на обстежених підприємствах середня заробітна плата у працівників десятого дециля (найбільш високооплачувані працівники) становила

8966 грн і була в 1,9 раза вищою порівняно з попереднім (дев'ятим) децилем і в 10,1 раза вищою порівняно з першим децилем (найбільш низькооплачувані працівники) [5].



Рис. 2. Рівень середньої заробітної плати штатних працівників у 2012 р. за децильними (10 %) групами, розраховано автором за [5]

При цьому середній рівень заробітної плати (3031,4 грн) практично відповідає середньому значенню сьомої децильної групи (3043,0 грн) і перевищував її медіанний рівень (2333,0 грн.) майже на 30 %. Це свідчить про надмірну диференціацію заробітної плати та зосередження її переважної частки в нечисленній (40-відсотковій) групі працюючих.

Розглядаючи диференціацію середньої заробітної плати за видами економічної діяльності у жовтні 2012 р. за децильними групами (табл. 2), можна стверджувати, що співвідношення десятого та першого децилів було найвищим у таких видах діяльності, як мистецтво, спорт, розваги та відпочинок — 21,7 раза; надання інших видів послуг — 13,8 раза; інформація й телекомунікації — 13,6 раза; оптова та роздрібна торгівля ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів — 13,1 раза; професійна, наукова і технічна діяльність — 12,9 раза.

Таблиця 2. Диференціація середньої заробітної плати штатних працівників за видами економічної діяльності у 2012 р. в розрізі децильних груп, розраховано автором за [5]

Вид економічної діяльності	Співвідношення 10-ї та 1-ї децильних груп за середнім рівнем заробітної плати	Заробітна плата, грн		Різниця між середнім і медіанним рівнями ЗП, %
		медіанна	середня	
1	2	3	4	5
<i>Усього</i>	<i>10,1</i>	<i>2333,0</i>	<i>3031,4</i>	<i>23,0</i>
<i>A</i> Сільське господарство, мисливство, лісове господарство та рибне господарство	8,8	2322,5	2936,5	20,9
<i>B+C+D+E</i> Промисловість	9,3	2338,0	2937,7	20,4
<i>B</i> Добувна промисловість і розроблення кар'єрів	9,9	2336,0	2947,0	20,7
<i>C</i> Переробна промисловість	9,2	2338,5	2933,6	20,3
<i>D</i> Постачання електроенергії, газу, пари і кондиційованого повітря	9,2	2339,5	2940,6	20,4

*Продовження табл. 2.*

1	2	3	4	5
<i>E</i> Водопостачання; каналізація, поводження з відходами	8,8	2334,5	2860,3	18,4
<i>F</i> Будівництво	9,0	2332,5	2903,9	19,7
<i>G</i> Оптова і роздрібна торгівля, ремонт автотранспортних засобів і мотоциклів	13,1	2323,5	3314,1	29,9
<i>H</i> Транспорт, складське господарство, поштова і кур'єрська діяльність	10,1	2341,0	3009,4	22,2
<i>I</i> Тимчасове розміщування й організація харчування	11,5	2325,0	3133,1	25,8
<i>J</i> Інформація і телекомунікації	13,6	2318,5	3283,7	29,4
<i>K</i> Фінансова і страхова діяльність	12,6	2333,5	3224,7	27,6
<i>L</i> Операції з нерухомим майном	9,4	2319,0	2964,5	21,8
<i>M</i> Професійна, наукова і технічна діяльність	12,9	2333,5	3228,1	27,7
<i>N</i> Діяльність у сфері адміністративного та допоміжного обслуговування	10,2	2323,5	3108,3	25,2
<i>O</i> Державне управління й оборона, обов'язкове соціальне страхування	9,2	2341,0	2929,7	20,1
<i>P</i> Освіта	7,9	2337,5	2872,0	18,6
<i>Q</i> Охорона здоров'я і надання соціальної допомоги	8,2	2323,0	2845,4	18,4
<i>R</i> Мистецтво, спорт, розваги і відпочинок	21,7	2334,0	4208,7	44,5
<i>S</i> Надання інших видів послуг	13,8	2322,5	3379,9	31,3

Найменший розрив в оплаті праці між десятьма відсотками найбільш оплачуваних і десятьма відсотками найменш оплачуваних працівників спостерігався у таких видах діяльності, як освіта — 7,9 раза; охорона здоров'я та надання соціальної допомоги — 8,2 раза; сільське господарство, мисливство, лісове господарство та рибне господарство — 8,8 раза; водопостачання; каналізація, поводження з відходами — 8,8 раза; будівництво — 9,0 раза. Це притаманно галузям бюджетного сектору, де оплата праці здійснюється із застосуванням Єдиної тарифної сітки, та іншим традиційно найменш оплачуваним галузям.

За всіма видами економічної діяльності медіанний рівень заробітної плати був нижчим за середній. Так, найбільший розрив між цими показниками спостерігався у мистецтві, спорті, розвагах та відпочинку — 44,5 %; наданні інших видів послуг — 31,3 %; оптовій і роздрібній торгівлі, ремонті автотранспортних засобів і мотоциклів — 29,9 %. Найменший розрив був притаманний таким галузям, як охорона здоров'я та надання соціальної допомоги, а також водопостачання, каналізація, поводження з відходами — 18,4 %; освіта — 18,6 %.

Аналіз диференціації заробітної плати за професійними групами у 2012 р. у розрізі децильних груп показав (табл. 3), що співвідношення 10 % найбільш і 10 % найменш оплачуваних працівників було найвищим серед фахівців —

12,5 раза; законодавців, вищих державних службовців, керівників, менеджерів (управлінців) — 12,0 та професіоналів — 10,4 раза. Даний показник у третині професійних груп перевищив середнє його значення по Україні.

У решті професійних груп досліджуване співвідношення коливалось від 7,5 раза — кваліфіковані робітники сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства, до 8,8 раза — кваліфіковані робітники з інструментом.

*Таблиця 3. Диференціація середньої заробітної плати штатних працівників за професійними групами у 2012 р. у розрізі децильних груп, розраховано автором за [5]*

Професійна група	Співвідношення 10-ї та 1-ї децильних груп за середнім рівнем заробітної плати	Заробітна плата, грн		Різниця між середнім і медіанним рівнями ЗП, %
		медіанна	середня	
<i>Усього</i>	<i>10,1</i>	<i>2333,0</i>	<i>3031,4</i>	<i>23,0</i>
1. Законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі)	12,0	2332,5	3179,1	26,6
2. Професіонали	10,4	2340,0	2998,6	22,0
3. Фахівці	12,5	2327,5	3181,5	26,8
4. Технічні службовці	8,2	2333,0	2838,7	17,8
5. Працівники сфери торгівлі і послуг	8,1	2322,5	2867,9	19,0
6. Кваліфіковані робітники сільського і лісового господарств, риборозведення та рибальства	7,5	2338,5	2771,9	15,6
7. Кваліфіковані робітники з інструментом	8,8	2341,5	2893,2	19,1
8. Робітники з обслуговування, експлуатації і контролювання за роботою технологічного устаткування, складання устаткування та машин	8,3	2336,5	2865,5	18,5
9. Найпростіші професії	7,9	2315,5	2859,8	19,0

У розрізі професійних груп середній рівень заробітної плати істотно перевищував медіанний. Найбільший розрив між цими показниками спостерігався у двох професійних групах: фахівці (26,8 %), а також законодавці, вищі державні службовці, керівники, менеджери (управителі) (26,6 %).

В інших семи професійних групах різниця між середнім і медіанним рівнями заробітної плати штатних працівників була нижчою за середню по економіці (23,0 %) і коливалась від 15,6 % серед кваліфікованих робітників сільського та лісового господарств, риборозведення та рибальства до 22 % серед професіоналів.

У 2012 р. диференціація годинної заробітної плати в Україні за методологією Євростату знаходилася на рівні розвинутих країн як у регіональному розрізі (1,85 раза), так і за видами економічної діяльності (2,53 раза). Однак показник диференціації заробітної плати за наскрізними професіями та кваліфікаційними категоріями працівників був істотно вищим і максимально сягав 4,38 раза серед керівників підприємств, установ та організацій у сфері фінансової і страхової діяльності. Диференціація заробітної плати за професіями в розрізі професійних груп була надмірною і сягала свого максималь-

ного значення (19,46) серед професіоналів, що не входять в інші класифікаційні групи. В середині професійних груп найвища різниця у рівнях заробітної плати спостерігалась серед фахівців — 12,5 раза [6].

В Україні, як і в багатьох країнах на національному рівні, встановлюється розмір мінімальної заробітної плати, але він недостатньо впливає на регулювання диференціації заробітної плати, оскільки має відносно низький рівень стосовно середньої заробітної плати.

Україна має законодавче регулювання трудових відносин, у тому числі заробітної плати, на національному, галузевому рівні та на рівні підприємств через систему угод і договорів. Але відповідальність роботодавців за виконання угод не відповідає вимогам часу, більшість з них угоди ігнорують та не виконують.

У європейських країнах найвагоміше значення для регулювання диференціації заробітної плати мають галузеві угоди. Важливим у законодавстві цих країн є те, що такі угоди розповсюджуються на всіх працівників незалежно від того, підписували їх чи ні представники працівників і роботодавці. Крім того, за невиконання угод у країнах запроваджена адміністративна відповідальність, штрафні санкції і навіть кримінальна відповідальність.

Відсутність подібних норм в українському законодавстві створює умови, коли значна кількість роботодавців відмовляється підписувати галузеві угоди, щоб у подальшому їх не виконувати. Це надає їм можливість занижувати тарифні ставки або встановлювати всім працівникам ставки заробітної плати на рівні мінімальної заробітної плати та здійснювати виплати «сірої» заробітної плати і, при цьому, уникати будь-якої відповідальності. Безкарність роботодавців породжує експлуатацію працівників, соціальне незадоволення рівнем життя останніх.

### **Висновки**

В умовах нестабільної фінансової ситуації через вимушені бойові дії на Донбасі уряду важко підвищувати розмір мінімальної заробітної плати. В той же час після революції гідності нинішня ситуація в країні вимагає справедливого розподілу доходів. Зважаючи на це, мають бути проведені реформи в оплаті праці, які сприятимуть встановленню справедливої диференціації заробітної плати, її гідного рівня. Тим більше, це потрібно робити в умовах ратифікації Асоціації з ЄС.

Так, на державному рівні доцільно прийняти нову редакцію Закону України «Про оплату праці», в якому зазначити:

- нове поняття «мінімальної заробітної плати» з урахуванням досвіду країн-членів Європейського Союзу;
- розмір мінімальної заробітної плати в галузевих, територіальних угодах, на підприємствах не нижче встановленого державою розміру відповідно до потреб працівників, середньої заробітної плати, можливостей економіки;
- норму щодо обов'язкової диференціації заробітної плати на рівні підприємств;
- використання підприємствами, крім тарифної системи оплати праці, інших прогресивних систем оплати праці;
- обов'язковість виплати заробітної плати за встановленими в галузевій угоді тарифними ставками незалежно від її підписання роботодавцями;

- необхідність запровадження гарантованої заробітної плати;
- норму щодо забезпечення гідної праці, гендерної рівності та рівних можливостей для чоловіків та жінок, боротьби з дискримінацією в оплаті праці на виконання Угоди про асоціацію України з Європейським Союзом з урахуванням положень Конвенції № 100 про рівне винагородження чоловіків і жінок за рівноцінну працю;

- започаткування офіційної публікації на сайті Міністерства соціальної політики мінімальних заробітних плат і тарифних ставок, які прийняті в галузевих угодах.

Доцільність прийняття нової редакції Закону України «Про оплату праці» обґрунтовується підготовкою нової редакції проекту Трудового кодексу України. В існуючому КЗпП визначені норми, які стосуються гарантій в оплаті праці, відсутні у чинному Законі України «Про оплату праці». Ці норми доцільно перенести до нової редакції Закону.

Основними шляхами вдосконалення договірного регулювання оплати праці на виробничому рівні мають бути:

- підвищення відповідальності сторін за виконання зобов'язань;
- вдосконалення системи контролю;
- наповнення конкретними й обґрунтованими положеннями змісту договору.

Однією з характеристик ефективності договірного регулювання оплати праці є такий індикатор, як рівень справедливості заробітної плати, який визначається співвідношенням індексів зростання прибутків підприємств і зростання заробітної плати. Він може бути запропонований соціальним партнерам (профспілкам і роботодавцям) для використання на рівні підприємств.

### Література

1. Цимбалюк С. Оплата праці працівників бюджетної сфери: проблеми та перспективи поліпшення / С. Цимбалюк // Україна: аспекти праці — 2012. — № 3 — С. 10—15.

2. Державна служба статистики України; відп. за випуск І.В. Сенік. — Київ: ТОВ «Август Трейд», 2003—2014.

3. Доклад о человеческом развитии 2011 «Устойчивое развитие и равенство возможностей: Лучшее будущее для всех» (опубликовано для Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН). — Москва: Весь Мир, 2011. — 181 с.

4. Доклад о человеческом развитии 2013 «Возвышение Юга: человеческий прогресс в многообразном мире», опубликовано для Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН). — Москва: Весь Мир, 2013. — 204 с.

5. Заробітна плата за професійними групами у 2012 році (за матеріалами вибіркового обстеження) / Статистичний збірник. — Київ: 2013.

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЫ В УКРАИНЕ И СПОСОБЫ ЕЁ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Ю.О. Спасенко

*НИИ труда и занятости населения Министерства социальной политики Украины и НАН Украины*

*В статье определены особенности формирования дифференциации заработной платы в Украине, пути её регулирования и оптимизации, поскольку в развитых*



*странах уровень межотраслевой дифференциации заработной платы не превышает двух раз, тогда как в Украине этот показатель значительно выше. Обоснована необходимость проведения реформ в оплате труда, которые будут способствовать установлению справедливой дифференциации заработной платы, её достойного уровня, в частности благодаря обеспечению постоянных мониторинговых обследований по европейским стандартам. Особенно актуальным это является в условиях ратификации Соглашения об ассоциации с Европейским Союзом и перспективой приобретения членства в ЕС.*

**Ключевые слова:** *заработная плата, дифференциация, регулирование, оптимизация.*

УДК 621.74.043.2

## MAIN OBJECTIVES OF THE TOURISM INDUSTRY IN THE CONTEXT OF SIGNING THE ASSOCIATION AGREEMENT BETWEEN UKRAINE AND THE EU

T. Prymak, Ya. Rogynska

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Tourism  
Association agreement  
Implementation of  
European legislation  
Licensing  
Technical regulations  
Harmonization*

**Article history:**

Received 14.01.2016  
Received in revised form  
05.02.2016  
Accepted 21.02.2016

**Corresponding author:**

T. Prymak

**E-mail:**

npuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article is devoted to a detailed coverage of conceptual differences between the approaches to technical regulation in the tourism industry of post-Soviet Ukraine and harmonized rules of the European Union, as well as to an outlining of the main steps of the Ukrainian side on the implementation of key provisions of the Association Agreement with the EU. The harmonization of technical regulation rules and standardization of production systems according to EU standards should change the attitude of the producers of goods and services to the standards of quality and provide the improvement of product quality, implementation of innovation and creation of new products and services.

## ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ТУРИСТИЧНОЇ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ПІДПИСАННЯ УГОДИ ПРО АСОЦІАЦІЮ З ЄС

Т.Ю. Примак, Я.А. Рогинська

*Національний університет харчових технологій*

*У статті детально розглянуто концептуальну різницю між підходами до технічного регулювання в туристичній галузі пострадянської України та гармонізованими нормами держав Європейського Союзу, а також окреслено основні кроки української сторони щодо імплементації основних положень Угоди про асоціацію з ЄС. План гармонізації правил технічного регулювання та системи стандартизації продукції згідно з нормами ЄС має змінити ставлення виробників товарів і послуг до питань стандартів якості та забезпечити глибинне прагнення виробника до покращення якості продукції, впровадження інновацій, створення нових видів товарів і послуг.*

**Ключові слова:** *туризм, угода про асоціацію, імплементація, європейське законодавство, ліцензування, технічні регламенти, гармонізація.*

**Постановка проблеми.** Наближення системи технічного регулювання України до гармонізованих стандартів Європейського Союзу є обов'язковою та необхідною частиною роботи з реальної імплементації історичної Угоди про асоціацію з Європейським Союзом [1]. Для отримання економічних переваг від скасування митних тарифів Україна має узгодити з ЄС правила технічного регулювання та систему стандартизації продукції. Особливої складності цьому процесу надає принципова відмінність між моделями технічного регулювання й стандартизації України та ЄС і консерватизм державного апарату органів стандартизації та сертифікації України.

Особливої актуальності процеси гармонізації технічного регулювання набувають для галузей сфери послуг України, які виявились найменш готовими для сприйняття європейських стандартів.

**Метою статті** є висвітлення концептуальної різниці між підходами до технічного регулювання в туристичній галузі пострадянської України та гармонізованими нормами держав Європейського Союзу, а також окреслення основних кроків української сторони щодо імплементації основних положень глави 16 «Туризм», розділу V «Економічне та галузеве співробітництво» Угоди про асоціацію між Україною, з одного боку, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами — іншого [1], ратифікованої 16 вересня 2014 року.

**Виклад основного матеріалу.** На теперішній час Україна користується величезною кількістю стандартів, технічних умов і регламентів, більшість з яких є спадком ще Радянського Союзу у вигляді ГОСТів, що дуже часто застарілі, заплутані та іноді навіть суперечать сучасним нормам безпеки. Система технічного регулювання України, побудована на цих засадах, стає, з одного боку, корупційною годівницею для великої кількості контролюючих органів, які з легкістю можуть знайти невідповідності при регулярних перевітках, а з іншого — обмежує й гальмує розвиток економіки, впровадження інновацій і випуск нових товарів та послуг. Схожу проблему країни Європейського Союзу почали вирішувати ще в середині 80-х років минулого століття, почавши процес гармонізації технічних норм, завдяки чому регуляторна система ЄС стала більш гнучкою та сприятливою для інновацій. В Україні досі діють десятки тисяч ГОСТів, розроблених ще в часи Радянського Союзу, і в період незалежності модель української системи технічного регулювання абсолютно не змінилася — вся відповідальність за створення й дотримання стандартів покладається виключно на державу, причому відповідність одного товару або послуги можуть контролювати декілька різних органів. Сам виробник у такому випадку не є активною відповідальною стороною, він має просто чекати перевірок «відповідних органів».

Система технічного регулювання Європейського Союзу вже певний час змінюється в бік обмеження ролі держави у процесі стандартизації товарів і послуг, намагаючись якнайбільше долучати до процесу розробки стандартів та контролю якості продукції всі зацікавлені сторони — екологічні громадські організації, спілки споживачів, асоціації виробників товарів і послуг, місцеві громади. При цьому роль держави свідомо обмежується тільки визначенням

параметрів безпечності продукції, а основним механізмом зацікавленості виробника у добровільній стандартизації стає ринкова конкуренція. Такий підхід забезпечує глибинне прагнення виробника до покращення якості продукції, впровадження інновацій, створення нових видів товарів і послуг. Ці суттєві відмінності у концепціях технічного регулювання зведено у табл. 1.

*Таблиця 1. Концептуальна різниця моделей технічного регулювання України і ЄС*

Функція системи технічного регулювання	Україна	ЄС
Визначення параметрів безпечності продукції	Держава	Держава
Розробка стандартів	Держава	Екологічні громадські організації, спілки споживачів, асоціації виробників товарів і послуг, місцеві громади
Контроль якості продукції	Держава	Конкуренція на ринку

Таким чином, в Україні має бути змінено передусім саму модель регулювання — від абсолютного контролю держави без жодних функцій для самих виробників або громадських організацій до відмови держави від усіх функцій, окрім визначення параметрів безпечності продукції. Для української туристичної галузі це є викликом, оскільки за пострадянською звичкою роль виробника послуг зводилася лише до очікування чиновника, який має прийти для перевірок та оцінювання продукції. З іншого боку, держава в особі чиновництва також всіляко ускладнює процес зміни регуляторної моделі. Так, наприклад, Мінекономіки України оцінило вартість адаптації стандартів у 130 млн. грн [2], хоча насправді найбільша технічна частина роботи — це просто переклад. Загалом Україна має прийняти ще близько 3000 стандартів, приблизно 800 уже прийнято. Прийнято низку законів, які концептуально змінюють відносини між державою та підприємцями у регуляторній сфері, найголовнішими з яких, безумовно, є закони «Про скорочення кількості дозволів» [3], «Про метрологію та метрологічну діяльність» [4] і «Про стандартизацію» [5].

Слід зазначити, що важливими кроками є сприйняття, в тому числі і на законодавчому рівні, європейської концепції технічного регламентування та визнання добровільної моделі дотримання стандартів. Це означає, що виробник може відповідати державним вимогам двома способами — або дотримуючись певних стандартів у виробництві товарів або послуг, або самостійно створюючи новий продукт, без дотримання певного стандарту, але з необхідністю в такому випадку самостійно доводити його відповідність нормам безпеки, визначеним державою. Безумовно, перший шлях є більш простим і зрозумілим для українського виробника туристичних послуг, а результати його впровадження будуть краще сприйняті споживачами туристичних послуг, оскільки самі стандарти в основному впроваджують методом «зміни обкладинки», коли робиться переклад існуючих європейських норм, які приймаються за основу з українською обкладинкою, і можуть бути відкориговані у разі суттєвих скарг виробників на їхні вади.

Завданням на найближчий час для України залишається ухвалення закону про технічні регламенти й оцінку відповідності, що, у свою чергу, забезпечить

виконання Угоди про оцінку відповідності та прийнятності промислових товарів з ЄС (Agreement of conformity assessment and acceptance of industrial products, угода АССА). Таким чином, вже розпочатий процес впровадження європейської концепції технічного регулювання тепер переходить на секторальний рівень, вимагаючи від окремих галузей економіки перетворень у галузевому законодавстві та розробки галузевих стандартів [6].

Так, Планом заходів передбачено розробити та подати в установленому порядку пропозиції щодо внесення змін до Закону України «Про туризм», розробити технічний регламент «Про організовані туристичні подорожі, відпочинок з повним комплексом послуг і комплексні турне» відповідно до Директиви Ради від 13.06.1990 № 90/314/ЄЕС та національні стандарти як доказову базу до цього технічного регламенту. Положення Директиви мають бути впроваджені протягом 3 років з дати набрання чинності Угодою.

З огляду на зазначене, Держтуризмкурортом проведено порівняльний аналіз відповідності законодавства України положенням Директиви Ради № 90/314/ЄЕС та розроблено План імплементації цієї Директиви, який погоджено з органами виконавчої влади 22 жовтня 2014 року, на засіданні Робочої групи у сфері туризму, утвореної при Міністерстві інфраструктури України.

Метою цього плану імплементації є наближення до законодавства Європейського Союзу законів та інших нормативно-правових актів України, що стосуються комплексу туристичних послуг. Українські правники констатують [7], що в цілому Угода не закріплює додаткових обтяжливих механізмів для туристичної галузі України в разі виявлення бажання здійснювати транскордонне постачання послуг. Проте в аспекті ліцензування Угода надає право країні, до якої постачаються послуги українського туроператора, вимагати дотримання тих механізмів, які обов'язкові для туроператорів держави-сторони на території цієї країни (ч.3 Додатка XVI-B до Угоди), навіть якщо такі механізми будуть додатковими, обтяжливими, непередбаченими законодавством України. Однак таке ліцензування необхідно здійснювати лише у випадку транскордонного постачання послуг, тобто лише в разі бажання постачальника туристичних послуг завоювати нові ринки, створити нові послуги, що абсолютно мотивоване конкуренцією на ринку.

На засіданні технічного комітету стандартизації «Туризм і послуги в сфері туризму» ТК 16911.12.2014 затверджено план роботи технічного комітету з 2015 р., яким передбачено проведення робіт з підготовки низки проектів національних стандартів, зокрема:

- на заміну ДСТУ 4527-2006 «Послуги туристичні. Засоби розміщення. Терміни та визначення», гармонізованого зі стандартом ISO 18513:2003;
- стосовно термінології щодо туристичних агентств і туроператорів, гармонізованого зі стандартом EN 13809:2003;
- стосовно експлуатаційних вимог до туристичних та інформаційних центрів, гармонізованого зі стандартом ISO 14785:2014.

На жаль, наразі головний орган державного регулювання сфери туризму, управління туризму і курортів Міністерства економічного розвитку й торгівлі України знову перебуває в стані реорганізації, що траплялось упродовж історії

незалежності України вже вісім разів. Безумовно, постійні зміни керівних органів негативним чином впливають на якість управління туризмом, з одного боку, а з іншого — демонструють ставлення держави до цієї галузі економіки і відсутність чіткої стратегії її розвитку. Фактичне відродження керівного органу держави у сфері туризму з нуля в рамках іншого міністерства (раніше — Держтуризмкурорт при міністерстві інфраструктури) саме тепер не буде сприяти імплементації Угоди та плідній роботі за планом роботи технічного комітету стандартизації «Туризм і послуги в сфері туризму» ТК 169.

### Висновки

План заходів з імплементації Угоди на 2014—2017 рр. [6] містить у ч. 354—358 детальний опис необхідних змін для того, щоб наблизити український туризм до європейських норм і правил, тобто до зарубіжного, насамперед європейського, споживача. Відтак, відповідно до ст. 92—96 Угоди та Додатків XVI-B та XVI-E до неї, між сторонами може здійснюватися транскордонне надання послуг, в тому числі послуг із туризму і пов'язаних з ним, а у ст. 399—402 Угоди зазначені різновиди, принципи та мета співробітництва в галузі туризму. Однак перетворення українського туризму за європейськими нормами є завданням не тільки і не стільки держави, а безпосередньо виробників туристичного продукту, які мають активно долучатися до процесу змін моделі технічного регулювання туристичної галузі. Без цієї активної позиції спілок виробників туристичних сегментів, громадських організацій, місцевих громад європейська концепція технічного регулювання не може бути впроваджена, що не дасть змоги вивести український туристичний продукт на широкий міжнародний рівень завдяки підписанню Угоди про асоціацію.

### Література

1. *Угода* про асоціацію між Україною, з одного, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами — з іншого [Електронний ресурс] // Офіційний сайт Кабінету Міністрів України. — Режим доступу: [http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art\\_id=246581344](http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=246581344).
2. *Технічне регулювання та стандартизація продукції* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://www.eurointegration.com.ua/files/4/7/4737df6-techreg.pdf>.
3. *Закон* України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо скорочення кількості документів дозвільного характеру» від 09 квітня 2014 року [Електронний ресурс] // Офіційний сайт Верховної ради України. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1193-18>.
4. *Закон* України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05 липня 2014 року [Електронний ресурс] // Офіційний сайт Верховної ради України. — Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1314-18>.
5. *Закон* України «Про стандартизацію» від 05 липня 2014 року [Електронний ресурс] // Офіційний сайт Верховної ради України. — Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1315-18>.
6. *Розпорядження* Кабінету Міністрів України від 17 вересня 2014 р. № 847-р «Про імплементацію Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони» [Електронний ресурс] // Офіційний сайт Верховної ради України. — Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/847-2014-p>.

7. Щодо впровадження додаткових механізмів з ліцензування діяльності туроператорів України в разі транскордонного надання послуг в Іспанії [Електронний ресурс]. — Режим доступу: URL: <http://jurblog.com.ua/2014/10/schodo-vprovadzheniya-dodatkovih-mehanizmv-z-litsenzuvannya-diyalnosti-turoperatoriv-ukrayini-v-razi-transkordonnogo-nadannya-poslug-v-ispaniyi>.

## **ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ В КОНТЕКСТЕ ПОДПИСАНИЯ СОГЛАШЕНИЯ ОБ АССОЦИИИ С ЕС**

**Т.Е. Примак, Я.А. Рогинская**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье детально рассмотрена концептуальная разница между подходами к техническому регулированию в туристической отрасли постсоветской Украины и гармонизированными нормами государств Европейского Союза, а также определены основные шаги украинской стороны относительно имплементации основных положений Соглашения об ассоциации с ЕС. План гармонизации правил технического регулирования и системы стандартизации продукции согласно нормам ЕС должен изменить отношение производителей товаров и услуг к стандартам качества и обеспечить глубинное стремление производителей к улучшению качества продукции, внедрению инноваций, созданию новых видов товаров и услуг.*

**Ключевые слова:** *туризм, соглашение об ассоциации, имплементация, европейское законодательство, лицензирование, технический регламент, гармонизация.*

УДК 631.162

## FUNCTIONAL OPTIMIZATION OF FINANCIAL RESOURCES MANAGEMENT OF AGRICULTURAL ENTERPRISES

**A. Kazakov**

*National University of Food Technologies*

**V. Kazakova**

*Kyiv Slavonic University*

---

**Key words:**

*Management functions*

*Financial resources*

*Matrix*

*Manager*

---

**Article history:**

Received 18.01.2016

Received in revised form

30.01.2016

Accepted 18.22.2016

---

**Corresponding author:**

A. Kazakov

**E-mail:**

npuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article is devoted to the optimization of functional content of the financial management of agrarian enterprises and their practical application. Due to the stage of development and adoption of solutions, the basic matrix of control functions distribution among managers when managing financial resources considering the stages of creating and making decisions is presented, which defines the specific functions of financial management and their characteristics in given conditions of an enterprise functioning. The matrix of functions distribution between managers when managing financial resources of agricultural enterprises has also been developed. Using the ratios of the number of functions performed by an employee of the company, the quantity of recommended functions that can be effectively performed by a manager has been presented.

---

## ОПТИМІЗАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ЗМІСТУ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВИМИ РЕСУРСАМИ АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВ

**О.О. Казаков**

*Національний університет харчових технологій*

**В.І. Казакова**

*Київський слов'янський університет*

*У статті досліджено проблеми оптимізації функціонального змісту процесу управління фінансовими ресурсами аграрних підприємств та особливості їх практичного застосування. З урахуванням етапів розробки й ухвалення рішень наведено базову матрицю розподілу функцій управління серед управлінських працівників у процесі управління фінансовими ресурсами, на основі якої визначено конкретні функції управління фінансовими ресурсами та їх особливості в заданих умовах функціонування підприємства і розроблено матрицю розподілу функцій між управлінськими працівниками в процесі управління фінансовими ресурсами аграрних підприємств. Використовуючи*



*нормативи кількості функцій, які виконує працівник підприємства, здійснено розрахунок рекомендованої кількості функцій, які можуть ефективно виконуватися управлінськими працівниками.*

**Ключові слова:** *функції управління, фінансові ресурси, матриця, управлінський працівник.*

**Постановка проблеми.** Реалізація стратегічних альтернатив для аграрних підприємств потребує оптимізації функціонального змісту процесу управління фінансовими ресурсами. Нині для системи управління фінансовими ресурсами аграрних підприємств, зокрема її управлінського аспекту, характерний переважно низький рівень функціонального змісту й організації процесу управління фінансовими ресурсами.

Дослідження показують наявність проблем як у формуванні функцій управління фінансовими ресурсами, так і в розподілі їх між управлінськими працівниками. Слід також відмітити низький рівень розуміння понять «фінансові ресурси» та «управління фінансовими ресурсами». Поняття «фінансові ресурси» ототожнюється з поняттям «грошові кошти», а «управління фінансовими ресурсами» — з «використанням коштів на покриття поточних потреб підприємства». Це призводить до низького рівня розуміння проблем управління, а також відсутності мотивації до їх вирішення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Функціональний зміст процесу управління досить ґрунтовно досліджений на загальнотеоретичному рівні. Так, даній проблемі приділяли увагу такі вітчизняні і зарубіжні, як М. Альберт, О. Зайцева, А. Ігнатєва, Н. Комарова, М. Максимцов, М. Мескон, В. Набоков, Е. Непомнящий, А. Радугін, К. Радугін, Н. Рогачева, З. Румянцева, А. Семенов, В. Сладкевич, Ф. Хедоурі, А. Чернявський, А. Чуйкін та інші.

На тлі загальнотеоретичного дослідження функцій управління питання їх практичного застосування з урахуванням галузевих особливостей потребують подальших досліджень.

**Метою статті** є удосконалення функціонального змісту процесу управління фінансовими ресурсами через побудову матриці, яка забезпечує обґрунтований розподіл конкретних функцій між управлінськими працівниками з урахуванням ієрархічних особливостей на рівнях управління підприємством для оптимальної реалізації стратегічних альтернатив.

**Виклад основних результатів дослідження.** Більшість керівників вищої ланки усвідомлюють потребу в покращенні функцій управління не тільки фінансовими ресурсами, а й підприємством загалом, але через брак коштів і кваліфікованих кадрів його не проводять. Для удосконалення процесу управління фінансовими ресурсами нами зроблено спробу систематизації основних організаційних проблем шляхом застосування процесного підходу.

Загалом, на сучасному етапі розвитку науки управління прийнято виділяти три підходи до менеджменту: системний, ситуаційний, процесний. Саме останній підхід надає можливість розглядати процес управління як загальний підсумок управлінських функцій [3, 5, 6, 9, 10].

Процес управління складає основу будь-якої управлінської діяльності, пов'язаної з виконанням загальних функцій управління, з виявленням проблем і нових можливостей, а також з пошуком і організацією виконання ухвалених рішень [8, с. 156], тому підвищення ефективності управління фінансовими ресурсами суттєво залежить від правильного розуміння функцій управління.

Оскільки кожна окрема функція характеризує специфічну управлінську діяльність, то сукупність таких функцій дозволяє формувати конкретну систему управління: представити процес управління поза функціями неможливо [4]. Кожна функція окремо та їх взаємозв'язок розкриває функціональний зміст процесу управління фінансовими ресурсам з урахуванням специфіки діяльності аграрних підприємств.

У найбільш загальному вигляді виділяють такі функції управління: планування, організація, мотивація, контроль [6, 12]. Ряд авторів дещо розширює функції, розглядаючи, зокрема, планування в сукупності з прогнозуванням, контроль — з обліком і аудитом, доповнюючи перелік координацією та регулюванням [7]. Деякі науковці [13] розглядають їх з позиції розробки й прийняття управлінських рішень і вважають, що функції управління включають: збір інформації для управління, її аналіз і прийняття рішення, яке, у свою чергу, включає: прогнозування (планування), регулювання (оперативне управління) і контроль (ревізія і аудит). Цілком слушною є точка зору О.В. Бандуріна про те, що плануванню повинна передувати функція аналізу можливостей [1], що, на нашу думку, має велике значення для управління фінансовими ресурсами, адже визначення цілей і функцій управління буде залежати від потенційних можливостей підприємства забезпечити діяльність необхідним обсягом фінансових ресурсів.

Функції управління і встановлення обсягу робіт в межах кожної функції є основою для формування структури керуючої системи і взаємодії її компонентів [7]. Якщо будь-яка з функцій управління відстає у своєму розвитку від іншої, це зводить нанівець більшість управлінських акцій [3, с. 78].

Таким чином, розробка, ухвалення і реалізація управлінських рішень здійснюється через відповідні функції з урахуванням поставлених цілей, а це означає, що апарат управління несе відповідальність за здійснення процесу управління в межах своїх повноважень. З урахуванням етапів розробки і ухвалення рішень доцільно сформулювати матрицю розподілу функцій за рівнями ієрархії з використанням позначень базової матриці (табл. 1).

По горизонталі базової матриці, наведеної у табл. 1, розміщено етапи розробки і прийняття управлінських рішень, кожен з яких позначений  $E_1—E_6$ . По вертикалі, відповідно, перелік функцій управління з позначенням  $\Phi_1—\Phi_n$ . Загальна кількість функцій управління ( $n$ ) обирається залежно від поставлених цілей, специфіки діяльності підприємства, кваліфікації управлінських працівників тощо. Перетин стовпця і стрічки надасть можливість показати, яку функцію і на якому етапі виконує той чи інший управлінський працівник. Використання даної матриці дасть змогу обґрунтовано розподілити конкретні функції управління фінансовими ресурсами з урахуванням ієрархічних особливостей на рівнях управління, визначити технологічну послідовність операцій і закріпити їх за конкретними управлінськими працівниками. При цьому

слід враховувати, що розробка і прийняття управлінських рішень можуть мати колективний характер, але зважаючи на компетенції та кваліфікації кожного працівника, який бере участь у процесі.

*Таблиця 1. Базова матриця розподілу функцій управління серед управлінських працівників у процесі управління фінансовими ресурсами аграрних підприємств, узагальнено авторами на основі [1, 4, 5, 12, 13]*

Функції управління	Етапи розробки і прийняття управлінських рішень					
	Визначення постановки проблеми (E <sub>1</sub> )	Збір і підготовка даних (E <sub>2</sub> )	Аналіз отриманої інформації (E <sub>3</sub> )	Прийняття управлінського рішення (E <sub>4</sub> )	Реалізація прийнятого рішення (E <sub>5</sub> )	Контроль виконання рішення (E <sub>6</sub> )
1	2	3	4	5	6	7
<i>Аналіз можливостей (Ф<sub>1</sub>)</i>						
Оцінка фінансових можливостей підприємства (Ф <sub>1,1</sub> )	Ф <sub>1,1</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>1,1</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>1,1</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>1,1</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>1,1</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>1,1</sub> E <sub>6</sub>
..... (Ф <sub>1,2</sub> )	Ф <sub>1,2</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>1,2</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>1,2</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>1,2</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>1,2</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>1,2</sub> E <sub>6</sub>
..... (Ф <sub>1,n</sub> )	Ф <sub>1,n</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>1,n</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>1,n</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>1,n</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>1,n</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>1,n</sub> E <sub>6</sub>
<i>Планування (Ф<sub>2</sub>)</i>						
Стратегічне фінансове планування (Ф <sub>2,1</sub> )	Ф <sub>2,1</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>2,1</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>2,1</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>2,1</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>2,1</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>2,1</sub> E <sub>6</sub>
..... (Ф <sub>2,2</sub> )	Ф <sub>2,2</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>2,2</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>2,2</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>2,2</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>2,2</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>2,2</sub> E <sub>6</sub>
..... (Ф <sub>2,n</sub> )	Ф <sub>2,n</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>2,n</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>2,n</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>2,n</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>2,n</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>2,n</sub> E <sub>6</sub>
<i>Організація (Ф<sub>3</sub>)</i>						
..... (Ф <sub>3,1</sub> )	Ф <sub>3,1</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>3,1</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>3,1</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>3,1</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>3,1</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>3,1</sub> E <sub>6</sub>
..... (Ф <sub>3,2</sub> )	Ф <sub>3,2</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>3,2</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>3,2</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>3,2</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>3,2</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>3,2</sub> E <sub>6</sub>
..... (Ф <sub>3,n</sub> )	Ф <sub>3,n</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>3,n</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>3,n</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>3,n</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>3,n</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>3,n</sub> E <sub>6</sub>
<i>Мотивація (Ф<sub>4</sub>)</i>						
..... (Ф <sub>4,1</sub> )	Ф <sub>4,1</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>4,1</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>4,1</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>4,1</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>4,1</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>4,1</sub> E <sub>6</sub>
..... (Ф <sub>4,n</sub> )	Ф <sub>4,n</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>4,n</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>4,n</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>4,n</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>4,n</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>4,n</sub> E <sub>6</sub>
<i>Контроль (Ф<sub>5</sub>)</i>						
..... (Ф <sub>5,1</sub> )	Ф <sub>5,1</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>5,1</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>5,1</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>5,1</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>5,1</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>5,1</sub> E <sub>6</sub>
..... (Ф <sub>5,n</sub> )	Ф <sub>5,n</sub> E <sub>1</sub>	Ф <sub>5,n</sub> E <sub>2</sub>	Ф <sub>5,n</sub> E <sub>3</sub>	Ф <sub>5,n</sub> E <sub>4</sub>	Ф <sub>5,n</sub> E <sub>5</sub>	Ф <sub>5,n</sub> E <sub>6</sub>

Матриця розподілу функцій управління між управлінськими працівниками має вигляд таблиці, в якій наведено конкретні функції управління фінансовими ресурсами, а у стовпцях — склад управлінських працівників, які беруть участь у процесі розробки й ухвалення рішень. На перетині стовпців і рядків вказується код конкретної функції й етапу, на якому вона виконується і за яку несе відповідальність управлінський працівник. Формування такої матриці надасть можливість розробити і запровадити систему ефективного управління фінансовими ресурсами підприємства. Для цього необхідно визначити конкретні функції управління фінансовими ресурсами та їх особливості в заданих умовах функціонування підприємства (табл. 2).

## МЕНЕДЖМЕНТ І СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ

Таблиця 2. Матриця розподілу функцій між управлінськими працівниками в процесі управління фінансовими ресурсами аграрних підприємств, розроблено авторами на основі даних табл. 1

Процес управління		Стратегічний рівень управління				Тактичний рівень управління				
Цілі	Функції	Керівник підприємства	Керівник планово-аналітичного підрозділу	Керівник фінансового підрозділу	Головний бухгалтер	Керівник підрозділу постачання	Керівник підрозділу рослинництва	Керівник підрозділу тваринництва	Керівник підрозділу допоміжного виробництва	Керівник підрозділу збуту
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>1. Аналіз можливостей (Ф<sub>1</sub>)</i>										
1.1. Визначення напрямів фінансування підприємства	Оцінка фінансових можливостей (Ф <sub>1.1</sub> )	Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>4</sub>	Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.1</sub> Е <sub>5</sub>					
	Оцінка організаційних можливостей (Ф <sub>1.2</sub> )	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>4</sub>	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.2</sub> Е <sub>5</sub>
	Оцінка кадрових можливостей (Ф <sub>1.3</sub> )	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>4</sub>	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.3</sub> Е <sub>5</sub>
	Оцінка технічних можливостей (Ф <sub>1.4</sub> )	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>4</sub>	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>1.4</sub> Е <sub>5</sub>
<i>2. Планування (Ф<sub>2</sub>)</i>										
2.1. Визначення обсягу необхідного фінансування	Стратегічне планування фінансових ресурсів (Ф <sub>2.1</sub> )	Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>4</sub>	Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.1</sub> Е <sub>5</sub>					
	Тактичне планування фінансових ресурсів (Ф <sub>2.2</sub> )		Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>3</sub>	Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.2</sub> Е <sub>5</sub>
	Фінансове бюджетування (Ф <sub>2.3</sub> )		Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.3</sub> Е <sub>5</sub>
2.2. Визначення джерел залучення необхідного обсягу фінансових ресурсів	Формування критеріїв оцінки джерел залучення фінансових ресурсів (Ф <sub>2.4</sub> )	Ф <sub>2.4</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>2.4</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>2.4</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>2.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.4</sub> Е <sub>3</sub>	Ф <sub>2.4</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.4</sub> Е <sub>5</sub>						
	Формування оптимальної структури джерел фінансових ресурсів за визначеними критеріями (Ф <sub>2.5</sub> )	Ф <sub>2.5</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>2.5</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>2.5</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>2.5</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.5</sub> Е <sub>3</sub>	Ф <sub>2.5</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>2.5</sub> Е <sub>5</sub>						
<i>3. Організація (Ф<sub>3</sub>)</i>										
3.1. Функціонування ефективної фінансової структури управління	Побудова фінансової структури управління підприємством (Ф <sub>3.1</sub> )	Ф <sub>3.1</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>3.1</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>3.1</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>3.1</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>3.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>3.1</sub> Е <sub>3</sub>	Ф <sub>3.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>3.1</sub> Е <sub>3</sub>						
	Делегування повноважень з управління фінансовими ресурсами підприємства (Ф <sub>3.2</sub> )	Ф <sub>3.2</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>3.2</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>3.2</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>3.2</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>3.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>3.2</sub> Е <sub>3</sub>	Ф <sub>3.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>3.2</sub> Е <sub>3</sub>						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>4. Мотивація (Ф<sub>4</sub>)</i>										
4.1. Виконання працівниками покладених обов'язків з управління фінансовими ресурсами	Формування внутрішніх спонукань до якісного виконання працівниками покладених обов'язків (Ф <sub>4.1</sub> )	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>3</sub>	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>3</sub>	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>4.1</sub> Е <sub>2</sub>
<i>5. Контроль (Ф<sub>5</sub>)</i>										
5.1. Функціонування ефективної системи управління фінансовими ресурсами	Оцінка результатів здійснення процесу управління фінансовими ресурсами (Ф <sub>5.1</sub> )		Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>2</sub>	Ф <sub>5.1</sub> Е <sub>2</sub>
	Оцінка відхилень від запланованих результатів (Ф <sub>5.2</sub> )		Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.2</sub> Е <sub>5</sub>					
	Розробка напрямів усунення відхилень від запланованих результатів (Ф <sub>5.3</sub> )	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>4</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>6</sub>	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>1</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>3</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub>	Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>2</sub> , Ф <sub>5.3</sub> Е <sub>5</sub>
<i>Загальна кількість функцій, яка виконується управлінським працівником</i>		<b>11</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Як свідчать результати дослідження, ряд функцій управління фінансовими ресурсами в аграрних підприємствах або ігнорується, або має досить поверховий характер, що не дозволяє досягти оптимального рівня управління. Зокрема, функцію аналізу можливостей виконує переважно керівник планового відділу, який здійснює попередній аналіз господарської діяльності підприємства, фінансовий аналіз при цьому практично не проводиться.

Окремі показники розраховуються при формуванні бізнес-плану, якщо підприємство має намір залучати додаткові фінансові ресурси із зовнішніх джерел фінансування, але такий аналіз проводиться не для внутрішніх потреб, а для потенційного інвестора (переважно банку), що суттєво знижує його інформаційно-аналітичну цінність.

Варто підкреслити, що аналіз можливостей є досить суттєвою функцією управління фінансовими ресурсами на підприємстві й повинен включати визначення фінансових, організаційних, кадрових, технічних можливостей із залучення фінансових ресурсів. Він є підготовчою функцією до проведення планування.

Визначення фінансових можливостей проводиться шляхом аналізу фінансового стану, що дає змогу оцінити ліквідність, платоспроможність і фінансову стійкість, а відтак, перспективи подальшого функціонування підприємства. Для цього необхідно володіти гнучкою інформацією про оптимальну структуру фінансових ресурсів і, за необхідності, мати можливість прийняти рішення про залучення позикових коштів.

Оцінка організаційних можливостей покаже, чи дає змогу існуюча організаційна структура підприємства здійснювати ефективне управління фінансовими ресурсами. Оцінка кадрових можливостей покаже, як скоординовано дії управлінських працівників у процесі управління фінансовими ресурсами, рівень їхньої кваліфікації, підпорядкованість, вміння ухвалювати ефективні управлінські рішення тощо. Технічні можливості забезпечують використання новітніх засобів обчислювальної техніки, інформаційних систем і зв'язку. Їх наявність і раціональне використання є важливою складовою ефективною системи управління фінансовими ресурсами, забезпечуючи оперативність і якість інформації, яка збирається, накопичується, обробляється, структурується та передається.

Функція аналізу можливостей ( $\Phi_1$ ) належить до компетенції керівництва стратегічного рівня. Оцінка фінансових можливостей ( $\Phi_{1.1}$ ) проводиться за участю керівників фінансового відділу та головного бухгалтера. До оцінки організаційних ( $\Phi_{1.2}$ ), кадрових ( $\Phi_{1.3}$ ) і технічних ( $\Phi_{1.4}$ ) можливостей долучаються керівники тактичного рівня управління, які беруть участь у зборі й підготовці даних ( $E_2$ ) та реалізації прийнятих рішень ( $E_5$ ).

Планування як функція управління можна розглядати як процес обґрунтування напрямів і параметрів розвитку організації, способів досягнення цих параметрів з урахуванням внутрішніх можливостей організації та її взаємодії із зовнішнім середовищем [12].

Стратегічне планування фінансових ресурсів ( $\Phi_{2.1}$ ) належить до компетенції керівництва стратегічного рівня. Більшість етапів розробки і прийняття управлінського рішення закріплено за керівниками планово-економічного та фінансового відділів. Прийняття рішення ( $E_4$ ) при цьому належить керівнику підприємства. Тактичне планування фінансових ресурсів здійснюється за участю керівництва як стратегічного, так і тактичного рівнів управління. Керівники тактичного рівня беруть участь у зборі й підготовці даних ( $E_2$ ) та реалізації прийнятих рішень ( $E_5$ ).

Наявність фінансових ресурсів у необхідних обсягах визначає фінансовий добробут господарюючого суб'єкта у будь який період часу. Потребу у фінансових ресурсах визначають у прогнозі доходів (бюджеті) підприємства на наступний період [2], тому управління фінансовими ресурсами неможливе без бюджетування ( $\Phi_{2.3}$ ). Основне функціональне навантаження припадає на керівника фінансового відділу. Керівники тактичного рівня також беруть участь у зборі й підготовці даних і реалізації прийнятих рішень.

Формування критеріїв оцінки джерел залучення фінансових ресурсів ( $\Phi_{2.4}$ ) та оптимальної структури джерел фінансових ресурсів за визначеними критеріями ( $\Phi_{2.5}$ ) належить до компетенції вищого керівництва, яке й несе відповідальність за прийняття, реалізацію і контроль виконання рішень.

Функція організації ( $\Phi_3$ ) має на меті забезпечення функціонування ефективною фінансовою структурою управління на підприємстві. При цьому слід звернути увагу і на взаємозв'язки управлінських працівників, які беруть участь у процесі управління фінансовими ресурсами. Традиційно питання, пов'язані з формуванням і використанням фінансових ресурсів, вирішує керівник підприємства разом з головним бухгалтером, хоча посадові інструк-

ції цих працівників не передбачають здійснення такої роботи. Крім того, зазначені керівники не мають належної професійної підготовки для того, щоб здійснювати процес управління фінансовими ресурсами. У зв'язку з цим керівництву підприємства необхідно організувати побудову фінансової структури управління фінансовими ресурсами ( $\Phi_{3,1}$ ) та розподілити виконання робіт (делегувати повноваження ( $\Phi_{3,2}$ )) щодо управління між компетентними працівниками, закріпивши їх у посадових інструкціях.

Функція мотивації забезпечує виконання працівниками покладених обов'язків з управління фінансовими ресурсами. Формування системи матеріальних і моральних заохочень має забезпечувати якісне виконання покладених на управлінського працівника обов'язків. В даному випадку мова йде про виконання фінансових планів і бюджетів. При цьому необхідно визначити чіткі критерії оцінки виконання покладених на працівника обов'язків: заохочення за своєчасне і якісне виконання чи покарання за невиконання (неповне, несвоєчасне або неякісне виконання). На нашу думку, недоцільно стимулювати управлінських працівників до значного перевиконання фінансових планів і бюджетів. Це може негативно вплинути на результати управлінського процесу. Наприклад, залучення фінансових ресурсів із зовнішніх джерел понад запланований обсяг призведе до зменшення планового значення коефіцієнта автономії підприємства, і, як наслідок, зниження фінансової стійкості.

Функція мотивації ( $\Phi_4$ ) належить до компетенції керівників усіх рівнів управління, адже прийняття рішення щодо визначення спонукань працівників неможливе без аналізу їх мотиваційних переваг.

На теперішній час виконанню функції мотивації в управлінні фінансовими ресурсами увага майже не приділяється, тому на підприємстві доцільно розробляти і впроваджувати положення про стимулювання роботи працівників, у якому пропонується закріплювати перелік матеріальних і моральних стимулів для працівників, які беруть участь у процесі управління фінансовими ресурсами, та критерії їх застосування.

Обов'язковою умовою виконання функції контролю є вибір критеріїв його здійснення: своєчасність, повнота, якість, строковість. На теперішній час аграрні підприємства переважно здійснюють контроль шляхом ведення обліку (фінансового, податкового, управлінського). Але існуюча облікова система не оперує поняттям «фінансові ресурси» і не виділяє їх в окрему категорію обліку, тому існує потреба вертикальної гармонізації обліку до потреб управління фінансовими ресурсами.

Контроль процесу управління фінансовими ресурсами аграрних підприємств ускладнений такими факторами, як відсутність ефективної системи комунікації; низьке організаційне, технічне, інформаційне забезпечення процесу; відсутність кваліфікованих працівників тощо. На тлі хронічного браку коштів розв'язання даних проблем підприємством самостійно стає практично неможливим. Як наслідок, неефективний контроль надає викривлену інформацію для здійснення наступного циклу управлінських функцій, тобто не забезпечує ефективність виконання попередніх перелічених функцій.

Оцінка результатів здійснення процесу управління фінансовими ресурсами ( $\Phi_{5,1}$ ) здійснюється переважно на рівні планово-аналітичного відділу за участю

керівників інших рівнів, які надають відповідну інформацію. Оцінка відхилень від запланованих результатів ( $\Phi_{5.2}$ ) регламентується керівником планово-аналітичного відділу за участю керівників фінансового й облікового відділів. Розробка напрямів усунення відхилень від запланованих результатів ( $\Phi_{5.3}$ ) належить до компетенції керівників усіх рівнів управління, оскільки прийняття рішення здійснюється на підставі отриманої на цих рівнях інформації.

Таким чином, керівники різних рівнів управління виконують низку загальних функцій у межах конкретної функції управління фінансовими ресурсами. Результат виконання цих функцій залежатиме від їх сумісності. Під сумісністю функцій розуміють рівень їх професійної складності або повторюваності використання одних і тих же методів і технологій при формуванні й реалізації функцій [11, с. 60].

Залежно від сумісності методом підбору можна розрахувати кількість функцій  $N$ , які може ефективно виконувати працівник або група за формулою (1):

$$N = \sum_{i=1}^N \left( \sqrt{\frac{K1\phi_i}{K2_i \times K1p_i}} \times T_i \right), \quad (1)$$

де  $N$  — розрахункова кількість функцій;  $K1\phi_i$  — рівень складності функції (1—3);  $K1p_i$  — максимальний рівень складності функції, яку професійно виконує працівник (3);  $K2_i$  — коефіцієнт сумісності функцій (1—3);  $T_i$  — трудомісткість  $i$ -ї функції.

На сьогодні науково обґрунтовано перелік загальноприйнятих норм керуваності на підприємстві (табл. 3).

**Таблиця 3. Рекомендовані нормативи кількості функцій, які виконує працівник підприємства [11, с. 61]**

Показник	Значення								
	1			2			3		
Коефіцієнт складності функції									
Коефіцієнт сумісності функцій	3	2	1	3	2	1	3	2	1
Рекомендована кількість функцій, що виконуються	24	17	12	17	12	9	12	9	6

Для проведення розрахунків значення коефіцієнта складності доцільно обирати рівень професійної складності функцій, що виконуються. Сумісність для конкретної функції управління фінансовими ресурсами доцільно оцінювати стосовно інших функцій, які виконуються працівником.

За сумісністю загальні функції управління фінансовими ресурсами необхідно віднести до однотипних, оскільки вони виконуються в одній сфері діяльності й об'єднані однією конкретною функцією. Виходячи з цього, для визначених категорій управлінських працівників розраховано кількість функцій, які можуть ефективно виконуватися (табл. 4).

Як свідчать результати табл. 4, складність функцій управління для вищого керівництва є досить високою (значення коефіцієнта складності = 3). Для керівників середньої ланки вона дещо нижча (значення коефіцієнта складності = 2).



*Таблиця 4. Розрахунок рекомендованої кількості функцій, які можуть ефективно виконуватися управлінськими працівниками, розраховано авторами з використанням нормативів, наведених у табл. 3*

Перелік управлінських працівників	Значення коефіцієнта складності функцій	Значення коефіцієнта сумісності функцій	Рекомендована кількість функцій, які виконуються	Розрахункова кількість функцій, які виконуються
Керівник підприємства	3	2	9	11
Керівник планово-аналітичного відділу	3	3	12	15
Керівник фінансового відділу	3	3	12	15
Головний бухгалтер	3	2	9	11
Керівник підрозділу постачання	2	1	9	8
Керівник підрозділу рослинництва	2	1	9	8
Керівник підрозділу тваринництва	2	1	9	8
Керівник підрозділу допоміжного виробництва	2	1	9	8
Керівник підрозділу збуту	2	1	9	8

У поєднанні зі значенням коефіцієнта сумісності рекомендована кількість функцій, які виконуються, для управлінських працівників вищої ланки дещо вища від фактично розрахованих, тому для зниження складності, підвищення сумісності та збільшення кількості функцій даної категорії працівників доцільно делегувати частину повноважень заступникам. Розрахункова кількість функцій, які виконуються працівниками середньої ланки, знаходиться в рекомендованих межах, тому ефект виконання цих функцій буде досить високий.

### **Висновок**

Результат раціонального формування і практичного використання загальних функцій управління фінансовими ресурсами надає можливість сформулювати фінансову структуру управління підприємством, що сприятиме побудові ефективної системи управління фінансовими ресурсами.

### **Література**

1. Бандурин А.В. Деятельность корпораций / А.В. Бандурин. — Москва: БУКВИЦА, 1999. — 600 с.
2. Бочаров В.В. Коммерческое бюджетирование / В.В. Бочаров. — Санкт-Петербург: Питер, 2003. — 368 с.
3. Зайцева О.А. Основы менеджмента: [учеб. пособ. для вузов] / О.А. Зайцева, А.А. Радугин, К.А. Радугин, Н.И. Рогачева; науч. ред. А.А. Радугин. — Москва: Центр, 1998. — 432 с.
4. Игнатьева А.В. Исследование систем управления: [учеб. пособ. для вузов] / А.В. Игнатьева, М.М. Максимцов. — Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. — 157 с.

5. Комарова Н.В. Теоретические основы менеджмента: [конспект лекций] / Н.В. Комарова. — Москва: Доброе слово, 2005. — 64 с.
6. Мескон М. Основы менеджмента / М. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури; пер. с англ. — Москва: Дело, 1998. — 800 с.
7. Непомнящий Е.Г. Экономика и управление предприятием: [конспект лекций] / Е.Г. Непомнящий. — Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1997. — 374 с.
8. Румянцева З.П. Общее управление организацией. Теория и практика: [учеб.] / З.П. Румянцева. — Москва: ИНФРА-М, 2007. — 304 с.
9. Семенов А.К. Основы менеджмента: [учеб.]. — [5-е изд., перераб. и доп.] / А.К. Семенов, В.И. Набоков. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К<sup>о</sup>», 2008. — 556 с.
10. Сладкевич В.П. Современный менеджмент (в схемах): [опорный конспект лекций] / В.П. Сладкевич, А.Д. Чернявский. — [3-е изд., стереотип.]. — К.: МАУП, 2003. — 152 с.
11. Смирнов Э.А. Теория организации: [учеб. пособ.] / Э.А. Смирнов. — Москва: ИНФРА-М, 2003. — 248 с.
12. Чуйкин А.М. Основы менеджмента: [учеб. пособ.] / А.М. Чуйкин. — Калининград: Калинингр. ун-т, 1996. — 106 с.
13. Шеремет А.Д. Финансы предприятий / А.Д. Шеремет, Р.С. Сайфулин. — Москва: ИНФРА-М, 1997. — 343 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВЫМИ РЕСУРСАМИ АГРАРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**А.А. Казаков**

*Национальный университет пищевых технологий*

**В.И. Казакова**

*Киевский славистический университет*

*В статье исследуются проблемы оптимизации функционального содержания процесса управления финансовыми ресурсами аграрных предприятий и особенности их практического применения. С учетом этапов разработки и принятия решений приведена базовая матрица распределения функций управления среди управленческих работников в процессе управления финансовыми ресурсами, на основе которой определены конкретные функции управления финансовыми ресурсами и их особенности в заданных условиях функционирования предприятия и разработана матрица распределения функций между управленческими работниками в процессе управления финансовыми ресурсами аграрных предприятий. На основе существующих нормативов количества функций, которые выполняет работник предприятия, осуществлен расчет рекомендованного количества функций, которые могут эффективно выполнять управленческие работники.*

**Ключевые слова:** *функции управления, финансовые ресурсы, матрица, управленческий работник.*

УДК 658

## **REASONING OF THE MANAGEMENT STRATEGIES OF FINANCIAL AND ECONOMIC RESULTS OF A COMPANY BASED ON THE CONCEPT OF SIX SIGMA**

**M. Arych**

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Management of financial and economic results  
Revenue  
Income  
Concept of Six Sigma  
Management strategy*

---

**Article history:**

Received 08.01.2016  
Received in revised form 24.01.2016  
Accepted 15.02.2016

---

**Corresponding author:**

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

**ABSTRACT**

---

The features and conditions necessary to justify the management strategies of financial and economic results of enterprises according to the concept of improving the management of Six Sigma are presented. The specificity of legislative and regulatory acts governing the financial and accounting records of enterprises in Ukraine to determine the financial and economic results is analyzed. It is recommended to determine and justify the proposed basic strategies (“Support of maximum efficiency: stability and development”, “Support level of efficiency: the transition from loss to profit”, “Journey to the high level of efficiency management”, “Elimination of shortcomings management”, “Risk it all: all or nothing”) and three-stage strategies (“Results”, “Expenses” and “Resource”) for managing financial and economic results according to the criterion of the concept of Six Sigma (the indicator of management efficiency of this group of indicators is the lowest one compared to other indices), Spearman's rank correlation coefficient, integral indicator of evaluating the effectiveness of performance management and based on the values of the maximum deviation of each of the fifteen indicators strategy from their standard values (those that would help to increase management efficiency indicators to measure results), compared with other major indicators of other management strategies.

---

## **ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СТРАТЕГІЙ УПРАВЛІННЯ ФІНАНСОВО-ЕКОНОМІЧНИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ SIX SIGMA**

**М.І. Арич**

*Національний університет харчових технологій*

*У статті визначено особливості й умови, необхідні для обґрунтування стратегій управління фінансово-економічними результатами підприємств відповідно до концепції вдосконалення управління Six Sigma. Розглянуто специфіку змін законодавчо-нормативних актів, які регулюють фінансову та бухгалтерську звітність підприємств України щодо визначення фінансово-економічних*

результатів. Рекомендовано визначати й обґрунтовувати запропоновані основні («Підтримка рівня максимальної ефективності: стабільність і розвиток», «Підтримка рівня ефективності: перехід від збитку до прибутку», «Прямуювання до високого рівня ефективності управління», «Усунення недоліків управління», «Ва-банк: все або нічого») й триступеневі («Результатні», «Витратні» і «Ресурсні») стратегії управління фінансово-економічними результатами згідно з критерієм концепції Six Sigma (показник рівня ефективності управління даної групи показників є найнижчим порівняно з іншими показниками), коефіцієнтом рангової кореляції Спірмена, інтегральним показником оцінки ефективності управління результатами, а також на основі значень максимального відхилення кожного з п'ятнадцяти показників стратегії від своїх нормативних значень (тобто тих, які б сприяли підвищенню показників оцінки ефективності управління результатами), порівняно з іншими основними показниками інших стратегій управління.

**Ключові слова:** управління фінансово-економічними результатами, прибуток, дохід, концепція Six Sigma, стратегії управління.

**Постановка проблеми.** Удосконалення системи управління фінансово-економічними результатами передбачає поступовий розвиток усіх її елементів шляхом ліквідації існуючих недоліків, виявлених у процесі аналізу, а також оптимізацію функціонування даних складових на основі використання сучасних новітніх тенденцій менеджменту як у цілому підприємства, так і окремих його складових, включаючи невеликі, але суттєві за ступенем впливу на кінцеві досліджувані нами результати. Розвиток методики MADIC (DMAIC) концепції Six Sigma ґрунтується на першому етапі (Measure and Analyze — вимірювання і аналіз), до якого, крім усебічного дослідження стану та якості управління фінансово-економічними результатами, включено також вибір і обґрунтування конкретної стратегії управління результатами, яка і буде детально характеризувати процес оптимізації всієї системи управління.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств досліджували такі вітчизняні і зарубіжні вчені-економісти: Ю. Волинчук, О. Вороніна, Л. Дікань, С. Дуда, Г. Жиликова, О. Зінченко, Н. Кальмук, В. Козак, Н. Пігуль, Р. Скалюк, Ю. Темчишина, А. Турило, Л. Фролова, Г. Христинч, В. Худа, Л. Чалапко, О. Ширягіна, Н. Шмиголь, І. Якопов, І. Яремко, В. Яценко, J. Andrew, M. Bendrey, T. Gallagher, R. Husssey, T. Peters, R. Rachlin, H. Robert, J. Van Horne, J. Wachowicz, S. Walker, C. West та ін.

**Метою статті** є визначення й обґрунтування стратегій управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств з урахуванням критерію концепції Six Sigma (показник рівня ефективності управління даної групи показників є найнижчим порівняно з іншими показниками), коефіцієнта рангової кореляції Спірмена, інтегрального показника оцінки ефективності управління результатами, а також на основі значень максимального відхилення кожного з п'ятнадцяти показників стратегії від своїх нормативних значень (тобто тих, які б сприяли підвищенню показників оцінки ефективності управ-

ління результатами) порівняно з основними показниками інших стратегій управління.

**Виклад основних результатів дослідження.** Структура формування, вибору й обґрунтування стратегій з метою забезпечення високого рівня науковості та широти дослідження вибраного процесу передбачає послідовний аналіз загальної схеми управління і розподілу фінансово-економічних результатів, визначення основних вимог до стратегій управління — їх принципів побудови, особливостей застосування. Схема управління передбачає взаємозв'язок фінансово-економічних результатів (чистого прибутку (збитку) та чистого доходу), витрат на виготовлення і реалізацію продукції, а також інших нестандартних (суміжних) доходів. Для якісної побудови, вибору й обґрунтування стратегій управління фінансово-економічними результатами, вдосконалення, розвитку існуючих систем і методів управління результатами, виходу системи управління на новий перспективний рівень необхідне дотримання таких умов:

1. Відповідність чинним формам фінансової звітності. Удосконалення системи управління фінансово-економічними результатами повинно передбачати зручне її застосування у сучасних умовах. Діяльність підприємств України базувалася на звітності, складеній відповідно до наказу Міністерства фінансів України від 31 березня 1999 року № 87 «Про затвердження Положень (стандартів) бухгалтерського обліку», зареєстрований у Міністерстві юстиції України 21 червня 1999 року за № 391/3684 (із змінами). Починаючи з 2013 р., суб'єкти господарювання використовують нові форми звітності, тому що дані втратили чинність відповідно до наказу Міністерства фінансів України від 07 лютого 2013 року «Про затвердження Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку 1 «Загальні вимоги до фінансової звітності», зареєстрований в Міністерстві юстиції України 28 лютого 2013 року за № 336/22868. Треба зауважити, що надто істотних відмінностей, що стосуються саме чистого доходу та чистого прибутку (збитку), немає.

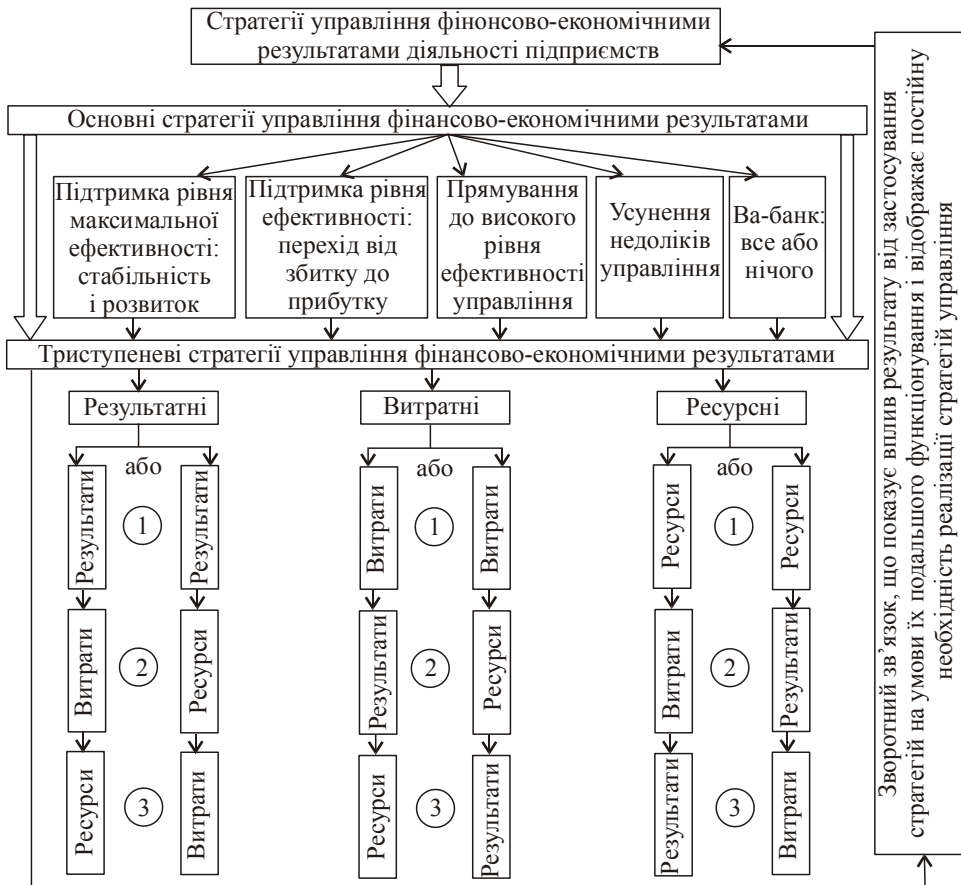
Управління фінансово-економічними результатами буде ефективним, якщо фактичний динамічний ряд буде таким самим чи близьким до умови рівнянь нормативних рядів динаміки зростання показників [7, с. 91]. Дана близькість оцінюється коефіцієнтом рангової кореляції Спірмена, а в цілому оцінка ефективності управління здійснюється за допомогою інтегрального показника ( $I_{\Pi}$ ) шляхом обрахунку середньої геометричної індексів росту відносних показників під діагонально відповідної матриці показників оцінки ефективності управління [7, с. 95]. Таким чином, пріоритет у зростанні передусім надається чистому прибутку, а у зменшенні — збитку.

Аналізуючи показники під діагонально матриці оцінки ефективності управління фінансово-економічними результатами, можна встановити, що інтегральний показник ( $I_{\Pi}$ ), розрахований на основі індексів росту даних показників матриці, буде відповідати умові ефективного управління або прямувати до бажаних значень, якщо зростатиме чистий прибуток, далі — чистий дохід, оборотні активи та середньорічний обсяг капіталу; при цьому основним елементом, що має знижуватись, є витрати на виготовлення й реалізацію продукції та/або чистий збиток за умови отримання такого за результатами діяльності. Враховуючи останні дві умови, слід зазначити, що система управління фінансово-економічними

ми результатами буде ефективною за умови постійного зростання взаємозалежних показників вибраних результатів: чистого прибутку та чистого доходу.

Процес управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємства вважається бездефектним (з високим рівнем ефективності відповідних управлінських рішень), якщо проміжок між математичним очікуванням процесу ( $\bar{X}$ ) і максимальним граничним значенням ( $X_{max}$ ), що є бажаним і сприяє підвищенню ефективності управління результатами, буде дорівнювати шести середньоквадратичним відхиленням ( $\sigma$ ), тому що рівень ефективності управління можна визначати як для кінцевих показників ефективності управління результатами, так і для проміжних.

Адаптована концепція вдосконалення управління Six Sigma як система управління фінансово-економічними результатами передбачає додатковий метод оцінки ефективності управління результатами. Оцінка ефективності управління фінансово-економічними результатами нами запропонована вперше, тому для забезпечення високого ступеня науковості й обґрунтованості побудови стратегій управління результатами такий аналіз є обов'язковим.



**Рис. Взаємодія стратегій управління фінансово-економічними результатами підприємств, розроблено автором**

Удосконалена система управління фінансово-економічними результатами повинна:

- забезпечувати постійну оптимізацію й удосконалення всього процесу управління результатами;
- бути ефективною та результативною у використанні;
- легко та зручно застосовуватись на виробничих підприємств різних організаційно-правових форм.

Розроблені стратегії управління фінансово-економічними результатами повинні доповнювати одна одну, створюючи за таких умов комплексність системи управління як вказаними результатами, так і всім підприємством. Крім цього, варто вказати на важливий елемент зворотного зв'язку в процесі імплементації стратегій управління. Тобто передбачається кругова, циклічна форма оптимізації управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємства, безперервний процес якої ґрунтується на впливові результату реалізації стратегії в поточному періоді на її імплементації в наступних періодах (рис.).

Представлена схема взаємодії стратегій управління результатами передбачає передусім вибір стратегії залежно від значень основних показників оцінки ефективності управління фінансово-економічними результатами, а потім, відповідно до конкретних значень показників під діагоналлю матриці оцінки ефективності управління, потрібно переходити до реалізації однієї із стратегій — результатної, витратної чи ресурсної. Варто зауважити, що всі вказані стратегії включають ще дві стратегії, що різняться за важливістю впливу на показники та їх вагомістю у структурі оцінки ефективності управління фінансово-економічними результатами. Вище представлені дві групи стратегій: перша — залежно від значень кінцевих показників ( $K_c$ ,  $I_{\Pi}$ ) оцінки ефективності управління фінансово-економічними результатами підприємств; друга включає триступеневі стратегії, які необхідно поєднати для забезпечення завершеності та комплексності процесу формування стратегій управління результатами. Тобто кожна із стратегій першої групи повинна включати також і другу групу, що надасть можливість успішно реалізувати політику управління результатами, яка сприятиме ефективній роботі всього підприємства. Вибір основних і триступневих стратегій повинен мати чіткі критерії. Розглянемо критерії та їх параметри для вибору й обґрунтування основних (загальних) стратегій управління результатами (табл. 1).

Крім представленого переліку основних стратегій управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств, для підвищення якості проведених управлінських дій необхідно виділити ще ряд стратегій, які побудовані на основі аналізу матриці показників оцінки ефективності управління результатами. Так, враховуючи, що дана матриця поділена на три групи показників за ознаками «Результати», «Витрати» та «Ресурси», можна сформулювати стратегії управління фінансово-економічними результатами залежності від того, група яких індексів росту вищеперелічених показників найбільше, в середньому та найменше відхиляється від своїх оптимальних значень, тобто від тих, які сприяють позитивним значенням інтегрального показника оцінки ефективності управління результатами.

## МЕНЕДЖМЕНТ І СТРАТЕГІЧНЕ УПРАВЛІННЯ

Також, крім вище названих критеріїв вибору результатної, витратної чи ресурсної стратегії управління результатами підприємства, додатково доцільно, в контексті обґрунтування саме цих стратегій, обрахувати рівень ефективності управління, показник сігма ( $E_{ss}$ ), кожного з п'ятнадцяти індексів росту відносних показників матриці оцінки ефективності управління.

*Таблиця 1. Основні стратегії управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств, розроблено автором*

Назва стратегії	Критерії вибору	Характеристика
«Підтримка рівня максимальної ефективності: стабільність і розвиток»	Ефективність управління є найвищою: $K_c = 1$ ; $I_{\Pi} > 1$ ; фінансовим результатом є чистий прибуток	Дана стратегія передбачає підтримання та покращення дійсних показників діяльності підприємства, що забезпечують максимальну ефективність управління фінансово-економічними результатами. Враховуючи позитивні темпи функціонування підприємства, доцільно досліджувати та розвивати нові перспективні напрями роботи, а також активізувати інноваційно-інвестиційні види діяльності, використовуючи при цьому всі можливості ринкового середовища
«Підтримка рівня ефективності: перехід від збитку до прибутку»	Ефективність управління є майже найвищою: $K_c = 1$ ; $I_{\Pi} > 1$ ; фінансовим результатом є чистий збиток	Ключовим елементом даної стратегії є ліквідація негативного фінансового результату — чистого збитку, що, у свою чергу, передбачає оптимізуючий вплив на проміжні показники формування фінансово-економічних результатів діяльності підприємства
«Прямуювання до високого рівня ефективності управління»	Один з показників — $K_c$ , $I_{\Pi}$ , або два разом не відповідають умовам високого рівня управління ( $0 < K_c \leq 1$ та/або $0 < I_{\Pi} < 1$ ; та/або $I_{\Pi} \leq 1$ ); фінансовим результатом може бути як чистий прибуток, так і збиток	Виконання стратегії ставить перед собою цілі впливу на ті величини інтегрального показника оцінки ефективності управління ( $I_{\Pi}$ ), індекси росту яких показують негативні значення; а також на показники фактичних рядів динаміки, зміна яких веде до збігу рангів фактичного та нормативного рядів, тобто $K_c = 1$
«Усунення недоліків управління»	1) $I_{\Pi} > 0$ ; $-1 \leq K_c \leq 0$ або 2) $I_{\Pi} \leq 0$ ; $K_c > 0$	Дана стратегія передбачає ліквідацію тих значень системи оцінки ефективності, що показують надто негативні значення. При чому передбачається, що один з параметрів оцінки ефективності управління ( $K_c$ , $I_{\Pi}$ ) покаже від'ємні значення
«Ва-банк: все або нічого»	Ефективність управління знаходиться на дуже низькому рівні ( $-1 \leq K_c \leq 0$ ; $I_{\Pi} \leq 0$ ), але на підприємстві наявні можливості для успішної реалізації різних господарських програм	Перед підприємством ставляться завдання реалізації всіх можливих заходів, до того ж найбільш ризикових для підвищення ефективності управління фінансово-економічними результатами та досягнення місії й цілей створення. Основною умовою є наявність в розпорядженні даного суб'єкта господарювання виробничих потужностей та управлінського персоналу для виконання поставлених перед ними завдань виходу з кризи управління результатами підприємства



Розвиваючи дані два критерії вибору й обґрунтування триступневих стратегій управління фінансово-економічними результатами, обов'язково треба врахувати можливість розбіжності фактичних числових значень вказаних критеріїв вибору стратегій управління. Тобто теоретично можна припустити, що певний критерій буде показувати необхідність вибору однієї стратегії, а значення іншого критерію буде суперечити цьому і вказувати на вибір зовсім іншої стратегії. Така ситуація в управлінні фінансово-економічними результатами цілком можлива і жодним чином не свідчить про хибність обрахунків, а тільки ще раз підтверджує важливість індивідуального підходу до кожного окремого суб'єкта господарювання, враховуючи при цьому рівень даних оціночних показників вибору й обґрунтування стратегій управління фінансово-економічними результатами.

**Таблиця 2. Триступеневі стратегії управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств, розроблено автором**

Стратегії	Вагомість і черговість впливу на групи показників			Основні показники матриці оцінки ефективності управління результатами відповідно до обраної стратегії	Критерії вибору стратегії
	1 (найбільша)	2 (середня)	3 (найменша)		
Результатні	Результати	Ресурси	Витрати	- рентабельність чистого доходу; - рентабельність витрат; - рентабельність оборотних активів; - рентабельність капіталу; - рентабельність робочої сили; - дохідність витрат; - дохідність оборотних активів; - дохідність капіталу; - дохід на одного робітника;	1. Максимальне відхилення показників стратегії від своїх нормативних значень (тобто тих, які б сприяли підвищенню показників оцінки ефективності управління результатами), порівняно з іншими основними показниками інших стратегій управління 2. Рівень ефективності $E_{ss}$ даної групи показників є найнижчим порівняно з іншими показниками
Витратні	Витрати	Ресурси	Результати	- закріплення витрат за оборотними активами; - закріплення витрат за капіталом; - витрати на одного робітника;	
Ресурсні	Ресурси	Витрати	Результати	- закріплення оборотних активів за капіталом; - оборотні активи на одного робітника; - капітал на одного робітника	

Отже, сукупність тих показників, що найбільше відхиляються від нормативних значень, управління якими є найменш ефективним згідно з концепцією оцінки ефективності управління Six Sigma, будуть обґрунтовувати вибір тієї чи іншої стратегії, що і є критерієм вибору стратегії управління фінансово-економічними

результатами діяльності підприємства, а також містить великий об'єм наочної інформаційної бази щодо необхідності зміни аспектів в управлінській діяльності менеджменту суб'єкта господарювання (табл. 2).

Таким чином, визначено три групи триступеневих стратегій управління результатами — «Результатні», «Витратні» та «Ресурсні», кожна з яких поділяється ще на два підвиди. Стратегії різняться між собою за черговістю та ступенем впливу на індекси росту показників під діагоналлю матриці, тобто показників інтегрального показника оцінки ефективності управління ( $I_{\Pi}$ ), яких є п'ятнадцять. Кожна із стратегій, залежно від порядку розміщення груп показників, передбачає першочерговий та основний вплив і ті показники, групі яких відповідає вищий порядковий номер. Крім цього, інформація з табл. 2 показує нерівномірний розподіл груп показників між вказаними стратегіями управління. Так, до групи «Результати» відносяться дев'ять показників, причому п'ять до підгрупи «Прибуток», а решта чотири — підгрупа «Дохід». Кількість показників у групах «Витрати» та «Ресурси» є однаковою (розміщено по три показники оцінки ефективності управління результатами).

Вибір та обґрунтування триступеневих стратегій, «Результатної», «Витратної» чи «Ресурсної» насамперед передбачає визначення відхилення ( $\Delta I_{\text{ФМН}}$ ) фактичних значень індексів росту ( $I_{\text{Ф}}$ ) трьох відповідних груп показників від мінімально необхідного їх рівня ( $I_{\text{МН}}$ ), який би забезпечував значення  $I_{\Pi}$ , що показує зростання ефективності управління результатами. Отже,  $I_{\text{Ф}}$  — це фактичне значення індексу росту кожного з п'ятнадцяти показників  $I_{\Pi}$  з урахуванням особливих умов для показників збитковості та витрат.

$I_{\text{МН}} = 1,001$  — індекс росту, мінімально необхідний для кожного показника  $I_{\Pi}$ , що задовольняє умови високого рівня ефективного управління фінансово-економічними результатами підприємства (для показників індексів росту збитковості замінюються вираженням  $[1 + (1 - I_{\text{Зб}_i})]$ ). Значення  $I_{\text{МН}} = 1,001$ , вибране як значення індексу росту, показує найменше зростання з точністю трьох знаків після коми. До того ж індекс росту також є і коефіцієнтом, що встановлює такі вимоги заокруглення. Тобто будь-який із п'ятнадцяти показників  $I_{\Pi}$  може показувати набагато вище зростання, ніж 0,1 % (індекс росту = 1,001), але саме таке мінімальне його значення вже буде означати високу ефективність управління результатами, тому що всі індекси росту  $I_{\Pi}$ , за винятком особливих умов для показників збитковості та витрат, значення яких (рівні та вище  $I_{\text{МН}}$ ) будуть сприяти набуттю інтегральним показником ефективності управління фінансово-економічними результатами ( $I_{\Pi}$ ) позитивних значень, що говорять про високий рівень відповідної ефективності управління.

$\Delta I_{\text{ФМН}}$  — відхилення фактичних значень індексів росту показників, що входять до структури  $I_{\Pi}$  від мінімально необхідного зростання ефективності управління результатами рівня ( $I_{\text{МН}}$ ):

$$\Delta I_{\text{ФМН}} = I_{\text{Ф}} - I_{\text{МН}}. \quad (1)$$

Даний показник також може розраховуватися і для кожної групи показників  $I_{\Pi}$  шляхом визначення середньої арифметичної величини показників

відповідних груп. Саме мінімальне значення даного середньоарифметичного відхилення і буде основним критерієм вибору «Результатної», «Витратної» чи «Ресурсної» стратегії управління фінансово-економічними результатами.

Ще одним критерієм визначення й обґрунтування триступневих стратегій управління результатами є рівень ефективності управління  $E_{ss}$ , для розрахунку якого з метою забезпечення об'єктивності отриманих даних потрібно якнайбільше показників.

Додатково в процесі обґрунтування та реалізації стратегій управління результатами доцільно визначати відхилення рангу показників фактичного ряду динаміки від нормативного ( $\Delta P_T$ ), що є додатковим критерієм і має більше рекомендаційний та інформаційно-забезпечувальний характер, тому що показує наскільки ранг кожного із показників темпів приросту фактичних рядів динаміки відхиляється від своїх значень, які б сприяли підвищенню ефективності управління результатами. Після його обрахунку отримуємо послідовність необхідності першочергового впливу на показники рядів динаміки, що формується, починаючи від найбільшого до найменшого відхилення фактичного та нормативного рангу, при цьому немає значення чи дана величина є від'ємною чи додатною, тобто отримане число розглядається як абсолютна величина.

### **Висновки**

Розвиток системи управління фінансово-економічними результатами діяльності підприємств передбачає передусім детальний аналіз наявного стану та якості управління, виявлення основних недоліків процесу та пошук шляхів їх усунення. Одним із ефективних напрямів оптимізації системи управління фінансово-економічними результатами є стратегії управління результатами діяльності підприємств, до яких належать: «Підтримка рівня максимальної ефективності: стабільність і розвиток», «Підтримка рівня ефективності: перехід від збитку до прибутку», «Прямування до високого рівня ефективності управління», «Усунення недоліків управління», «Ва-банк: все або нічого», а також триступневі стратегії: «Результатні», «Витратні» і «Ресурсні». Кожна із вищеназваних стратегій має відповідне наукове підґрунтя та характерну методичну основу застосування. Імплементация основних стратегій управління покликана визначити основні стратегічні цілі розвитку для удосконалення управління фінансово-економічними результатами. Триступневі стратегії більш конкретно аналізують окремі показники ефективності управління та вказують на поточні напрями оптимізації. Визначення й обґрунтування стратегій управління фінансово-економічними результатами є важливим і навіть невід'ємним елементом процесу оптимізації всієї системи управління результатами підприємства.

### **Література**

1. Арич М.І. Особливості застосування концепції Six Sigma в управлінні фінансово-економічними результатами підприємства // Науковий вісник Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка «Економіка і регіон». — Полтава, 2014. — № 6. — С. 41—46.
2. Арич М. Фінансово-економічні результати підприємств молочної промисловості України / М. Арич, О. Гнатенко // Ukrainian Food Journal. — 2014. — Том 3, № 1. — С. 9—18.

3. Арич М.І. Концептуальні підходи до визначення фінансово-економічних результатів підприємства / М.І. Арич // Економіка і держава. — 2013. — № 7. — С. 66—69.
3. Дікань Л.В., Вороніна О.О. Фінансовий результат підприємств: теоретичні узагальнення та прикладний аналіз [Текст]: Монографія. — Харків: СПД ФО Лібуркіна Л.М., 2008. — 92 с.
4. Есманова Л.І. Фінансові результати як економічний інструмент розвитку сільськогосподарських підприємств. — Суми : ВАТ «СОД», видавництво «Козацький вал», 2007. — 156 с.
5. Круш П.В. Фінансово-економічні результати діяльності підприємства: собівартість, прибуток: навч. посіб. / П.В. Круш, О.В. Клименко, В.І. Подвігіна. — Київ: НТУУ «КПІ», 2012. — 488 с.
6. Фролова Л.В. Ефективність управління фінансовими результатами торговельних підприємств: монографія / Л.В. Фролова, Л.В. Семерунь. — Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2011. — 187 с.

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ SIX SIGMA**

**М.И. Арич**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье определены особенности и условия, необходимые для обоснования стратегий управления финансово-экономическими результатами предприятий в соответствии с концепцией совершенствования управления Six Sigma. Рассмотрена специфика изменений законодательно-нормативных актов, регулирующих финансовую и бухгалтерскую отчетность предприятий Украины по определению финансово-экономических результатов. Рекомендовано определять и обосновывать предложенные основные («Поддержка уровня максимальной эффективности: стабильность и развитие», «Поддержка уровня эффективности: переход от убытка к прибыли», «Движение к высокому уровню эффективности управления», «Устранение недостатков управления», «Ва-банк: все или ничего») и трехступенчатые («Результативные», «Расходные» и «Ресурсные») стратегии управления финансово-экономическими результатами по критерию концепции Six Sigma (показатель уровня эффективности управления данной группы показателей является самым низким по сравнению с другими показателями), коэффициентом ранговой корреляции Спирмена, интегральным показателем оценки эффективности управления результатами, а также на основе значений максимального отклонения каждого из пятнадцати показателей стратегии от своих нормативных значений (то есть тех, которые бы способствовали повышению показателей оценки эффективности управления результатами), по сравнению с другими основными показателями других стратегий управления.*

**Ключевые слова:** *управление финансово-экономическими результатами, прибыль, доход, концепция Six Sigma, стратегии управления.*

УДК 004.02

## **GROUP DECISION MAKING WHILE PRODUCTION PLANNING IN A BUSINESS ENVIRONMENT**

**V. Pietukhov**

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Production  
Decision  
Planning  
Optimization*

---

**Article history:**

Received 16.01.2016  
Received in revised form  
05.02.2016  
Accepted 20.02.2016

---

**Corresponding author:**

V. Pietukhov  
**E-mail:**  
vovan.akm@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The aim of the study is to develop the human-machine information technology of group decision making that will allow each service in the enterprise to make the necessary adjustments to the production plan in dialog mode. The problem of the production program optimization of such plant is considered as a two-tier hierarchical system with the usage of system optimization method, which allows to create a human-machine technology of collective decision making. The basic task of this technology is to create matrices in dialog mode that correspond to technical and economic standards and indicators, as well as to establish relationship between them for information coordination. Application of human-machine group decision making procedure in production planning will take into account the interests of all enterprise services and will improve production efficiency through precise planning and reliable resources and components supply, inventory and production technology control.

---

## **ГРУПОВЕ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ПЛАНУВАННІ ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВАХ**

**В.Р. Пстухов**

*Національний університет харчових технологій*

*У статті розроблено людино-машинну інформаційну технологію групового прийняття рішень, що дозволить кожній службі підприємства вносити необхідні корективи у план виробництва відповідно до своєї природи та можливостей у діалоговому режимі. Задача оптимізації виробничої програми підприємства розглядається в дворівневій ієрархічній системі з використанням ідеології системної оптимізації, яка дозволяє побудувати людино-машинну технологію прийняття колективного рішення. Основою цієї технології є формування у діалоговому режимі матриць, що відповідають техніко-економічним нормам і показникам, та організація взаємозв'язків між ними для узгодження інформації. Використання людино-машинної процедури групового прийняття рішень при плануванні виробництва дозволить урахувати інтереси всіх служб підприємства, а також покращить ефективність виробництва за рахунок точного й достовірного планування поставок сировини, комплектуючих, контролю запасів і технології виробництва.*

**Ключові слова:** виробництво, рішення, планування, оптимізація, підприємство.

Business requirements are increasing every year and business process management is not on the last place in modern circumstances. Enterprises set great number of tasks, including profitability and productivity improvement, customer base increase and losses reduction. Of course, all these can occur simultaneously with the release of new products, introduction of new equipment or even a new plant. Since the activities of any company are associated with the influence of external and internal factors, it is necessary to consider them in production planning process and during production cycle of the enterprise directly.

There is no doubt that the production is a key process of any enterprise. Therefore, production planning and optimization is a subject which has been widely discussed and analyzed for many years. In modern conditions, it has not finished but even has come to the front because of high intensification of production process. So, only those companies which are really concerned with the planning and optimization of their own production process are getting benefits and advantages.

Currently two main forms of production specialization (PS) are used, namely object-specialization and technological specialization. In technologically specialized structure each production unit (PU) specializes on one particular part of the production process. Object specialization is characterized by the fact that every PU performs most part of operations in a technological process.

It is known that technological specialization has the following disadvantages:

1) the difficulty of PU set up for a reasonable production program on the range because a separate position of planning task is a detail-operation, and the main indicator is a normalized task. Under these conditions, there is no proper responsibility of workers for timely and complete products delivery. Also the planning process is complicated because the following limitations should be considered during planning process:

A) total complexity of machining must not exceed the normalized task;

B) the planned target for PU — consumer must not exceed the number of pieces coming from the PU — supplier;

C) the planned target in the number of parts must not be less than the monthly needs.

2) excessive centralization of scheduling and production accounting operational functions in planning controller's department, and as a result, unjustified increase in the staffing of this department;

3) significant complexity of cooperation between PUs;

4) increased time of the production cycle;

5) increased amount of work in progress, which in turn slows the reversibility of funds;

6) the complex regulation process and difficulties in improving quality and reducing defects, because in this production the structure of OP managers is actually responsible for only one technological operation, and not for the quality as a whole;

7) significant difficulties arising from the implementation of cost accounting at the PU;

8) since every PU is strongly associated with other PUs, the shops management operation is reduced to interdepartmental problems solving. This is difficult, because the heads of the shops do not depend on each other.

The advantages of technological specialization include the lack of imbalances in equipment load and difficulties in ensuring full equipment utilization in case of significant change in product mix, as well as the simplification of maintenance and preparation of preventive equipment maintenance.

In turn, the object specialization has the following advantages:

1) the quality of operational scheduling is greatly enhanced by profound differentiation of planning functions between the planned dispatch department, shops and PU, shift planning directly to PU;

2) significant planning and regulation improvement of production between the shops and the PUs;

3) increased responsibility of heads of the departments and workers for timely, quality and complete performance of production tasks;

4) facilitated workforce maneuvering not only within the same profession, but also by widespread application of profession combinations;

5) technical production control is greatly simplified and reduced in volume by centralizing the control of PUs and in some cases by cooperative control deregulation.

Along with the advantages in the field of production planning, object specialized production system also has benefits in another cases:

1) reduced time of production cycle by reducing the so-called interoperable break and parts movement in production process;

2) improved product quality.

Also it must be noted that in addition to advantages, object specialization has some disadvantages:

1. The possibility of imbalances in PU loading and difficulties in ensuring full utilization of equipment in case of a significant change in product mix for the program;

2. Complex service organization and preventive equipment maintenance;

3. The need in more pieces of equipment, etc.

When developing automation systems in manufacturing, trade, services and other enterprises, insufficient attention is paid to the optimization, including implementation of optimal production plan, optimal transportation plan, efficient delivery schedule, optimal pricing policies, etc. All of these issues may allow companies to use available opportunities effectively and correctly, while getting maximum profit or maximum possible performance, according to goals of the enterprise.

The purpose of optimization is an effective use of existing information as a powerful tool in decision making support. In general, optimization is a process of finding the optimal production decisions and business objectives using mathematical models. The primary optimization objective is to maximize or minimize the required parameters in the decision making process and directly in the production process organization. The best solution is selected by using certain optimization criteria among all alternative options. Also we need to take into account the specific conditions specified by the real problem limits (for example, the elapsed time, cost).

The main optimization methods are logical, physical or economic-mathematical modeling. Economic-mathematical modeling is the most widely used method for management decisions optimization. The most commonly used methods for optimization of problems solving are linear and nonlinear mathematical programming methods (modelling), which have high accuracy and flexibility of application.

Optimization problems can occur in all areas of the economy and production, namely in technological process, logistics, traffic management and production planning.

In general, there are several levels of the production planning process. Each one solves its particular problem:

*Business planning.* The task is to determine the production volumes for budgeting. Different scenarios are modeling for the long-term strategic decisions. Planning horizon ranges from one to several years.

*Portfolio optimization.* The task is to decide which products should be produced, taking into account current prices, production and raw material costs. It allows to avoid loss-making routes and maximizes the use of profitable ones. Planning horizon ranges from one to several months.

*Operational planning.* The task is to readjust the optimization of profiles, to create plots for shops and plans for interdepartmental integration. It allows to maximize yield by reducing the number of readjustments, increase customer's satisfaction by meeting deadline supplies and reduce production cycle. Planning horizon ranges from a week to a month.

Production planning includes following areas:

*Materials:* planning the procurement of raw materials, components, and spare parts in the right quantities and specifications at the right time from the right source at the right price; purchasing, storage, inventory control, standardization, variety reduction, value analysis are the other activities associated with materials.

*Methods:* choosing the best method of processing from several alternatives.

*Machines and equipment:* manufacturing methods are related to production facilities available in the production systems; it involves facilities planning, capacity planning, allocation and utilization of equipment, machines, etc.

*Manpower:* drawing on the manpower with appropriate skills and experience.

*Routing:* determining the flow of work material processing in the plant and sequence of operations or processing steps.

In the modern world, the effective management and system analysis of production system objects are the most important challenges caused by increased production volume, traffic streams, increased assortment and amount of material resources that are supplied, processed and stored. At the same time, existing approaches based on optimization problems solving in most cases cannot be effectively used because the information about the parameters of the production system is usually inaccurate, incomplete and subjective. Besides, the significant dimension of the problem also negatively affects the creation of effective solutions.

The desire to consider the majority of the key factors when evaluating the efficiency of production systems obviously leads to the need for multi-objective optimization methodology. However, the use of multi-objective approach is constrained by such factors as criteria differing and mixed criteria (quantitative and qualitative criteria, the latter tend to dominate); besides, certain criteria belong only to certain functional services of a company.

Thus, the importance of the subject is defined by the need to perform a system analysis of production chains through the development of new models and methods of multi-criteria group decisions. These models should also take into account the



fact that the expert opinion and relationships in the production process must be considered in the production planning process.

Based on the above, an enterprise is examined, where the production process is organized on the basis of object specialization. Shops of such plant (enterprise) are focused on production and assembly of machine components or final products. These products go to adjacent shops for subassembly or they are the final products of the plant. Decomposition of complex technical products may be up to 10 levels. Each plant can produce its products on its own equipment and can use other component parts of other shops or businesses. Some products can be manufactured with different technologies, using different materials. Also, in general form this problem should be taken into account as an area feasible region, specified by the object properties (availability of necessary equipment, materials, labor) and as the tolerance region, specified by directive guidelines (government contracts, future plans, etc).

Vector  $X_i^f$  of the final products for  $i$ -shop is  $i \in I$  ( $I$  — number of shops), that is defined by its equipment specialization. Considering the components which are the parts of product  $X_i^f$ , vector  $X_i$  of  $i$ -shop products is calculated by the formula:

$$X_i \geq K_i X_i^f - X_i^{mts}, \quad (1)$$

where  $K_i$  — configuration matrix (number of product  $x_i \in X_i$  in product  $x_i^f \in X_i^f$ ),  $X_i^{mts}$  — vector components of  $i$ -shop which come from different shops and (or) different enterprises through logistics.

The composition of vectors  $X_i^f$ ,  $X_i$  and matrix  $K_i$  also include alternative manufacturing variants of individual products and their components.

Final products  $X_j^f$  of the shops may be included to vectors  $X_j^f$ ,  $j \in I$  of other shops and (or) to vector  $X^f$  of enterprise final products, which is formed as:

$$X^f = UX_j^f \quad (2)$$

The structure of the general production program planning models of the company or workshop includes the following models (example based on shop) [9]:

- Technological — formed by technological standards of production:

$$A_i X_i \leq B_i, \quad (3)$$

where  $A_i$  — technological standards matrix of manufacturing products;  $X_i$  — production volumes of certain products;  $B_i$  — funds of equipment and staff time restrictions.

- Technical and economic parameters that are generated by manufacturing product cost parameters:

$$C_i X_i \geq T_i, \quad (4)$$

where  $C_i$  — cost indexes matrix of manufacturing products  $X_i$  by technical and economic performance;  $T_i$  — progressive limitations of these indicators.

- Logistics, which is formed by the cost norms of raw materials and other resources for production  $X_i$  by types of resources, and limitations on the available volumes of resources;

$$S_i X_i \leq M_i, \quad (5)$$

where  $S_i$  — cost norms matrix of raw materials and other resources;  $M_i$  — restrictions on the available volumes of these types of resources.

- Assembly, which is formed by bundling standards of final product  $X_i^f$ , and their limitations characterize the lower release limit of  $X_i$ .

$$X_i \geq K_i X_i^f - X_i^{ms}, \quad (6)$$

where  $K_i$  — assembly matrix of final products  $X_i^f$ .

The problem of optimization of the production program of a plant is considered as a two-tier hierarchical system [10] with the usage of system optimization [11], which allows to create a human-machine technology of collective decision making. This technology is based on the creation of matrices in dialog mode that correspond to technical and economic standards and indicators, on establishing relationship between them to coordinate information of the components, ratios of certain types of production, costs of different resources, opportunities and reason of alternative production of some components (parts). Configuration matrix columns are final shop goods, and the lines are component parts  $X_i$  which are made in the shop. The intersection indicates the number of relevant components that make up the final product. If the accessory is also the final workshop product, at the intersection of its column and row we put 1 and in the other lines we put 0.

Alternative options of final products are also represented in the matrix. As a result, the matrix dimension increases: the number of columns by the number of alternative methods of final product manufacturing; rows by the number of component types.

For an optimal plan creation it is necessary to make adjustments to the matrices solving production problems at different stages:

- initial formation of optimization model;
- (if incompatibility problem arises) definition of inconsistent restrictions, ways of their elimination and determining the appropriate actions;
- shop plans coordination — we define the weak points of the production facilities.

The iterative and phased process of matrix adjustment requires the creation of appropriate methods and tools. The availability of such assets will provide a dialog mode for mathematical methods of formalized procedures and will build flexible technology of planning problems solution with compliance in coherent shops production and businesses in general.

## **Conclusions**

Efficient production planning is the basis of successful operation of any manufacturing company. The analysis of decision-making methods in planning has showed that existing methods cannot adequately handle incomplete and contradictory information from different sources and, therefore, it is necessary to create new methods that will consider these factors during the production planning process.

The process of group decision making will overcome the antagonism between the different services and the resulting plan will be coordinated with all the services

that will make it more effective and reasonable. Optimization of production planning has only advantages for the enterprises, because it results in: increased profit; increased productivity; increased efficiency of labor; increased quality of applied solutions; increased product quality; reduced risks.

### **References**

1. *Vasilev F.P. Numerical Methods for Solving Extreme Problems.* — Moscow: Nauka, 1980. — 552 p.
2. *Volkova V.N., Denisov A.A. Basics of Systems Theory and Systems Analysis.* — Saint Petersburg: St. Petersburg State University, 2001. — 370 p.
3. *Glushkov V.M. About System Optimization // Kibernetika.* — 1980. — Issue 5. — P. 89—90.
4. *Glushkov V.M., Mikhalevich V.S., Volkovich V.L., Dolenko G.A. On the Question of System Optimization Multicriteria Linear Programming // Kibernetika.* — 1982. — Issue 3. — P. 4—9.
5. *Zgurovskiy M.Z., Pankratova N.D. Through Systems Analysis.* — Kiev: BHV, 2007. — 544 p.
6. *Mikhalevich V.S., Volkovich V.L. Computational Methods of Research and Design of Complex Systems.* — Moscow: Nauka, 1982. — 288 p.
7. *Mikhalevich V.S., Trubin V.A., Shor N.Z. Optimization Problems of Production and Transport Planning.* — Moscow: Nauka, 1986. — 264 p.
8. *Podinovskiy V.V., Nogin V.D. Pareto Optimal Solutions of Multicriteria Problems.* — Moscow: Nauka, 1982. — 256 p.
9. *Samsonov V.V. Model of Production Program Formation of Company in a Changing Environment.* — Kiev: Institute of Cybernetics of V.M. Glushkov Ukrainian Academy of Sciences, 1991. — P. 42—46.
10. *Samsonov V.V. Two-level Algorithm for Optimization Problem of Enterprise Production Program // Works collection of XXIV International Scientific Conference.* — 2011. — Issue 2. — P. 19—21.
11. *Samsonov V.V. Some Procedures Forming System Optimization of Enterprise Production Program // Scientific Works of the National University of Food Technologies.* — 2010. — Issue 33. — P. 84-87.
12. *Sergienko I.V., Shilo V.P. Discrete Optimization Problem: Problem Solving Techniques, Research.* — Kiev: Naukova dumka, 2003. — 270 p.
13. *Sergienko I.V. Mathematical Models and Methods for Solving Discrete Optimization.* — Kiev: Naukova dumka, 1985. — 472 p.

## **ГРУППОВОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ**

**В.Р. Петухов**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье разработана человеко-машинная информационная технология группового принятия решений, которая позволит каждой службе предприятия вносить необходимые коррективы в план производства в диалоговом режиме. Задача оптимизации производственной программы такого предприятия рассматривается в двухуровневой иерархической системе с использованием идеологии системной оптимизации, которая позволяет построить человеко-машинную технологию принятия коллективного решения. Основой этой технологии является формирование в диалоговом режиме матриц, соответствующих*

*технико-экономическим нормам и показателям, а также организация взаимосвязей между ними для согласования информации. Использование человеко-машинной процедуры группового принятия решений при планировании производства позволит учесть интересы всех служб предприятия, а также улучшит эффективность производства за счет точного и достоверного планирования поставок сырья, комплектующих, контроля запасов и технологии производства.*

**Ключевые слова:** *производство, решение, планирование, оптимизация.*

УДК 615.664

## AYURVEDIC KNOWLEDGE AS THE UNIQUE INTEGRATED SYSTEM OF WELLNESS AND TREATMENT OF DISEASES

A. Ukrayinets, G. Simakhina, G. Polishchuk, N. Naumenko

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Ayurveda*  
*Lifestyle*  
*Wellness*  
*Healing systems*  
*Lingual connections*  
*Herb healing*  
*Healthy nutrition*  
*Spirituality*

**Article history:**

Received 16.01.2016  
Received in revised form  
01.02.2016  
Accepted 16.02.2016

**Corresponding author:**

G. Simakhina

**E-mail:**

lyutik.0101@gmail.com

---

**ABSTRACT**

The article represents the brief outline of the basic knowledge of healthy lifestyle that helps to achieve happiness and longevity, which is Ayurveda (the oldest system of wellness, original and clear principles of prevention, diagnosing, and treatment of diseases). Usage of ayurvedic concepts has allowed us to give the new notion of human health as the integrity of corporal, mental, and spiritual components whose combination would help to restore the true harmony between a man and nature, which is true health. We have also researched the sources of lingual connections between Ukrainian and Sanskrit, and the similar features in Old Slavic and Vedic traditions of healing practices as the basic factors of creative usage of ayurvedic principles adapted for Ukraine.

## АЮРВЕДИЧНІ ЗНАННЯ ЯК УНІКАЛЬНА ЦІЛІСНА СИСТЕМА ОЗДОРОВЛЕННЯ І ЛІКУВАННЯ ХВОРОБ

A.I. Українець, Г.О. Сімахіна, Г.Є. Поліщук, Н.В. Науменко

*Національний університет харчових технологій*

*У статті наведено короткий огляд основних аюрведичних знань про здоровий спосіб життя, досягнення щастя і довголіття — найдавнішої системи оздоровлення, оригінальних і чітких принципів профілактики, діагностики й лікування хвороб. З позицій Аюрведи дано нове розуміння здоров'я людини як єдності тілесної, душевної та духовної складових, із досягненням якої відновлюється істинна гармонія між людиною та навколишнім світом, що і є основою здоров'я. Простежено витоки українсько-санскритських мовних зв'язків та схожі риси старослов'янських і ведичних традицій цілителства як базових чинників творчого використання принципів Аюрведи в Україні, адаптованих до наших умов життя.*

**Ключові слова:** *Аюрведа, спосіб життя, оздоровлення, системи зцілення, мовні зв'язки, траволікування, здорове харчування, духовність.*

**Постановка проблеми.** З незапам'ятних часів люди мріяли про довге і плідне життя. Недарма на високому Олімпі давні греки розмістили скульптури, що відображали їхні прагнення, — безсмертних богів. І сьогодні у суспільстві росте усвідомлення того, що здоров'я в сучасних умовах є найбільшою цінністю, яку необхідно берегти і примножувати.

В останні роки ХХ ст. у високорозвинених країнах, передусім США і Західній Європі, бурхливо розвивається новий медичний напрям — функціональна медицина, або медицина антистаріння. На відміну від традиційної, спрямованої на лікування уже виявленої хвороби, метою медицини антистаріння є профілактика захворювань, збереження здоров'я, подовження тривалості життя й активного творчого довголіття.

Ці проблеми надзвичайно актуальні для населення України. На жаль, тривалість життя наших співвітчизників посідає одне з останніх місць у Європі, а понад 40 % дорослого населення страждають на хронічні захворювання. Тому саме в Україні необхідно впроваджувати та використовувати ефективні методи і принципи оздоровлення нації, які ґрунтуються на застосуванні натуропатичних засобів, є доступними для всіх верств населення, дають можливість набуття внутрішньої гармонії і гармонії з навколишнім світом, надавати нового змісту життю.

Унікальне поєднання цих методів надає медицина Давньої Індії — Аюрведа. Її основні положення співзвучні з аналогами в давньокитайській, давньоперській і давньогрецькій медицині. І в цьому не лише доказ істинності Аюрведи, а й геніальності цього джерела давньої медицини. Тому **метою цього дослідження** є аналіз загальних положень і принципів Аюрведи як науки про самовдосконалення, науки про здорове і довге життя та шляхи використання цих принципів для оздоровлення української нації.

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

**Виклад основних результатів дослідження.** Історія пошуків шляхів довголіття — це історія розвитку філософських уявлень учених Сходу та Заходу щодо самої сутності життя, багатовіковий шлях від суб'єктивних знань до науково обґрунтованих принципів здоров'я та здорового способу життя.

Усе більше громадян намагаються жити за законами природи, правильно харчуватись, займатися фізичними тренуваннями, позбавитись шкідливих звичок, оскільки на сьогодні незаперечним є факт, що кожна людина несе індивідуальну відповідальність за стан свого здоров'я, тривалість і якість життя [1].

Величезний інтерес до цієї проблеми викликав появу на книжковому ринку України різноманітної науково-популярної літератури, присвяченої трактуванню різних оздоровчих систем. І сьогодні кожен може ознайомитись і використати практичні рекомендації з Аюрведи [2] та особливостей йоги («юдж» — зв'язувати, з'єднувати, зосереджувати увагу) [3], системи Дзен («дх'яна» — медитація) [4] та істотної її складової — макробіотики, тобто системи, що допомагає подовжити тривалість життя [5], оздоровчої системи японського натуропата Кацуцудзо Ніші [6], системи зіллення та оздоровлення Рейкі [7], системи Су-Джок [8], тибетської та китайської медицини [9, 10] та багатьох сучасних систем оздоровлення.

У цьому розмаїтті літератури легко розгубитись, зорієнтуватись у правильному виборі для себе тієї чи іншої системи, тим більше, що ряд посібників

написано авторами, далекими від медицини, матеріали містять багато суперечностей і недостовірної інформації.

Разом із тим, об'єктивний аналіз систем оздоровлення показує, що в історії розвитку цивілізації і віковій мрії людства про довголіття особливе місце посідає давньоіндійське вчення. Називається воно Аюрведа (санскр. Айю — життя та Веда — знання, або наука). Відомий сучасний психолог А. Левшинов називає Аюрведу не лише найвеличнішим пам'ятником філософсько-літературної думки, а й першоджерелом світової культури [11].

Аюрведа, наче передбачаючи майбутнє, дає відповіді на основні питання, які турбують і турбуватимуть людство: самовдосконалюйтесь, і ви пізнаєте себе, навколишній світ, ваше минуле, нинішнє і майбутнє.

З точки зору українського науковця, доктора медичних наук, професора, директора Центру ведичної медицини «Расаяна» (м. Київ) Алли Дмитрієвої, в сучасних умовах єдиною перспективою підтримання стану здоров'я людини є інтегративний підхід до діагностики та лікування, гармонізації всіх систем організму, сприйняття його як нерозривної взаємодії духовного, душевного та фізичного рівнів існування. Саме такою найдавнішою системою є Аюрведа [12].

Наприкінці минулого століття на сесії ВООЗ за великі заслуги в розвитку профілактичної медицини Аюрведу було визнано однією з найбільш перспективних систем для розвитку медичної науки в XXI столітті.

Однак широким верствам населення європейських країн це вчення стало доступним лише на початку 90-х років минулого століття. Характерне для розуміння сучасного погляду на розвиток Аюрведи висловлювання президента Американської асоціації аюрведичної медицини Д. Чопра: «Медицина майбутнього, на моє глибоке переконання, буде ґрунтуватись на тому, що кожен стане сам собі цілителем».

За свою тривалу історію Аюрведа пройшла декілька етапів розвитку. Разом із ведичною культурою вона розповсюдилася на схід до Індонезії, а на захід — до Греції. Під її впливом у Європі сформувалася подібна медична система, і європейська медицина Античності і Середньовіччя аж до XVII ст. мала багато спільного з Аюрведою.

У середні віки і в епоху Відродження торговці прянощами привозили в Європу багато аюрведичних трав. Популярна на той час алхімія ґрунтувалась на Аюрведі, а потужна алхімічна основа збереглась у ній до наших днів. Великі цілителі тих часів широко використовували аюрведичні трави (наприклад, піппалі і калган), а також багато препаратів із дорогоцінних мінералів. Трави і препарати, які до XVII ст. використовувались у Європі, мали більшу спорідненість із аюрведичними засобами, ніж із препаратами західної терапії пізніших часів.

У наші дні в умовах України виробництво, приготування та застосування фітопрепаратів за приписами аюрведичної медицини цілком доступне. Наприклад, Д. Фроулі у своїй книзі наводить перелік 196 трав, які традиційно використовуються в Європі. З них понад 90 мають свої аналоги в аюрведичній медицині (айр, алтей, базилік, гібіскус, гірчиця, кедр, конюшина, льон, малина, мати-й-мачуха тощо). І хоча деякі з основних аюрведичних трав не мають аналогів у європейській фітотерапії, наведений перелік показує, що і в Індії ряд наших трав використовується досить широко. Багато аюрведичних трав — поширені спеції,

наприклад імбир, коріандр, куркума, пажитник. Із цих та інших широко розповсюджених в Україні трав і спецій можна легко приготувати аюрведичні фітокомпозиції з належним фармакологічним результатом. Або за рекомендованими приписами, що включають суто індійські трави, можна легко підібрати близькі за фізіологічною дією відповідники серед вітчизняних рослин.

Ще один приклад доступної адаптації аюрведичних продуктів для умов України. В аюрведичній практиці широко застосовуються різноманітні масла на основі так званого масла *Гі*. Вони є ефективними тоніками для нервів, живлять мозок і нервову тканину. Масло *Гі* чудово поєднується з гіркими травами, посилюючи їхню дію; більшість гіркот і зміцнюючих нервову систему засобів набувають додаткової цілющої сили, якщо готувати їх із маслом *Гі*. А насправді це чудодійне масло відоме у нас під назвою «топлене масло», і його дуже легко приготувати в домашніх умовах зі звичайного несоленого вершкового масла. А відомий в Аюрведі «йогівський чай» теж досить доступний: до його складу входить свіжонатертій корінь імбиру, цільне насіння кардамону та гвоздики, паличка кориці, тобто все те, що є в кожного на кухні.

Важливим підґрунтям поширення в Україні саме аюрведичних знань є результати численних наукових досліджень українських і зарубіжних авторів (С. Наливайка, М. Іванченка, В. Шаяна, Б. Рібакова та інших), які свідчать про те, що індуси та українці мають спільне коріння. Більш того, з праць зарубіжних учених М. Віллера та С. Клейна випливає, що ще в добу Трипільської цивілізації (IV—II тисячоліття до н.е.), з українських земель переселились до витоків Інду кілька вихідців-колоністів. Ця перша хвиля створила у північно-західній Індії так звану індську цивілізацію [13, 14].

На зв'язок з українськими землями вихідців першої хвилі до витоків Інду вказують також індійські автори. Так, учені Археологічної служби Індії заявляють про тотожність пам'яток індської й трипільської культур.

Дослідник І. Летгем переконаний, що імпульс виникненню давньоіндійської мови — санскриту (самскриті — удосконалення, покращення, культура, цивілізація) дала мова вихідців з українських земель [15].

Санскритське письмо має ряд особливостей, однак нескладно відшукати у санскритських словниках спільність і спорідненість українським словам, переважно давньоукраїнським. Одним із останніх таких досліджень є праця українського науковця С. Губерначука «Українсько-санскритські спорідненості (вибіркове представлення)». У книзі наведено майже 4000 українських мовних одиниць, у тому числі давньоукраїнських, і їх зіставлення зі словами доісторичного індоарійського письма, що свідчить про глибоку вкоріненість української мови у санскрит і підтверджує обґрунтованість висновків І. Летгема.

С. Губерначук наводить приклад, що із мовлення прапредків українців санскрит успадкував корінь *gai*. Цей корінь дав життя термінам санскриту «*gai*» (співати, говорити, звучати), «*gaya*» (спів, пісня), «*gajaka*» (співак), «*gajana*» (рік) тощо. Зазначені санскритизми є родичами ряду українських слів: гайвка — весняна обрядова пісня; гайда — сопілка; гайнути — побігти, метнутися; гайда! — ходімо; гай — група дерев тощо. Нескладно також виокремити з-поміж наведених наших і санскритських лексем смислові відповідники стосовно звучання, руху, часу.



Подальші розвідки автора стосуються того, що санскрит володіє великим числом коротких форм слів. Ці лексеми іноді є просто короткими формами українських слів, як, наприклад *бгу* — бути, *бул* — булькати, *варн* — варнякати, *ід* — ідол, *кріш* — кришити, *міш* — мішати, *мок* — мокнути, *тік* — тікати.

На основі проведеного дослідження С. Губерначук робить висновок, що таких спільнокореневих гнізд у нашій рідній мові та санскриті є чимало, і корені їхні зародилися на українських землях, бо рух людності і слів був лише в одному напрямку — від Дніпра до Інду.

Аюрведа навчає, що більшість причин усіх хвороб — нестача мудрості [16]. Це поняття в Аюрведі означає не просто обмеженість знань чи нездатність людини до точного словесного формулювання думок, а недостатнє розуміння природної гармонії життя і того, як до нього пристосуватись, існування поза гармонією з природою. Основними засобами лікування та профілактики в Аюрведі є режими харчування, дієта та фітотерапія, а також масажні, очисні та відновлювальні процедури. Істинне розуміння Аюрведи починається з усвідомлення того, що меж між внутрішнім і навколишнім світом не існує.

За канонами Аюрведи, людині, яка правильно харчується, ліки не потрібні, а людині, яка харчується неправильно, ніякі ліки не допоможуть [12]. Аюрведа рекомендує декілька правил, які корисні для всіх: слід споживати лише натуральну їжу, пити чисту воду, дотримуватись режиму харчування; їжа повинна бути свіжоприготованою, теплою, відповідати конституції людини та сезонів; споживати їжу бажано свідомо, з повною концентрацією уваги на цьому важливому фізіологічному процесі. Після їди необхідно спокійно посидіти 5...15 хвилин для нормального початку травлення. Аюрведа декларує, що їжа, окрім поживних речовин, дає людині енергію (Прану). Кількість Прани залежатиме від якості та свіжості продуктів і приготованих із них страв.

Щоб траволікування було по-справжньому ефективним, його необхідно доповнювати відповідною дієтою. Дієта може посилювати цілющі властивості трав, а може і протидіяти їм. Дієтотерапія може бути ефективним методом профілактики та лікування і сама по собі. Її результати стають очевидними не так швидко, як траволікування, однак із часом виявляються настільки ж доцільними. І навпаки, неправильне харчування — найважливіший із фізичних чинників, що викликають захворювання. Цю тезу, до речі, сповідує не лише Аюрведа, а й усі сучасні системи оздоровлення.

Аюрведа підкреслює першочергове значення індивідуально підібраного раціону, розглядаючи його як головний засіб тривалого лікування фізичного тіла, що на санскриті називається «аннамайя коша» (харчова оболонка) [16].

Широко відомий вислів: ми — це те, що ми їмо. Згідно з Аюрведою, природа нашої їжі впливає на наші емоції і може зумовлювати схильність як до психічних, так і до фізичних захворювань. Точно так, як негативні емоції здатні порушити процес травлення, погане травлення може, своєю чергою, справляти негативний вплив на наші емоції, тому навіть якісна їжа, якщо її вживати в поганому настрої, може викликати хворобу. Важливим чинником є і настрої людини, яка готує їжу: готувати її потрібно з добрими думками і чистим серцем.

Таким чином, найбільш ефективним, простим, доступним і дешевим методом оздоровлення населення України є використання аюрведичних принци-

пів, які адаптовані до умов України і поєднують у своєму підході давню мудрість із науковими знаннями.

### **Висновки**

Аюрведа — це традиція, яку можна і потрібно плідно використати в умовах найрізноманітніших культур, у тому числі в Україні. Аюрведа — найдавніша система профілактики та лікування хвороб, разом із тим вона вічно юна і вічно розвивається. Сьогодні на черговому етапі свого розвитку Аюрведа успішно адаптується до умов сучасного європейського світу. І якщо колись буде створено універсальну планетарну медицину, яка об'єднає найкращі досягнення медичних надбань усіх країн Сходу і Заходу, то, безумовно, Аюрведі належатиме чільна роль.

Сучасна фізіологія та біохімія підтверджують справедливість і дієвість аюрведичних уявлень про механізми регуляції функцій організму людини засобами раціональної індивідуальної дієти, траволікування, використання йоги, масажів і неодмінної присутності в нашому житті високого духовного змісту.

Вчення Аюрведи прагне привести фізичне тіло людини і його відчуття в гармонію з навколишнім світом та космічною свідомістю — першоджерелом усього створеного. В цій єдності — запорука індивідуального здоров'я, життєвого благополуччя і творчого росту.

В Аюрведі велика увага приділяється самовдосконаленню, і всі профілактичні та лікувальні заходи спрямовані на те, щоб сприяти прогресові у духовному житті. Аюрведа дає знання не лише про те, як лікувати хвороби, а й про те, як різні аспекти життя можуть допомагати чи шкодити духовному зростанню. Аюрведа — це мистецтво життя, мистецтво жити краще і довше. І вона пропонує передусім ті знання про природу, які найбільш істотні з цієї точки зору. Мистецтво використання рослин є однією з складових аюрведичних знань, оскільки основне джерело життєвої енергії на Землі — це Сонце. І сонячну енергію ми можемо використовувати лише опосередковано, через рослини.

Аюрведа пропонує багато режимів, спрямованих на досягнення гармонії з зовнішнім світом. Вони включають неквапливе вживання їжі у спокійній обстановці, арома- і кольоротерапію, ранкову гімнастику, натирання маслами, медитацію, йогівські вправи та багато іншого.

Творче використання принципів Аюрведи, її адаптація до наших умов життя, клімату, системи харчування допоможе відродити свої стародавні традиції і збудувати нову оздоровчу систему, в якій об'єднується давня мудрість із новітніми досягненнями науки і медицини.

### **Література**

1. Гулий І.С. Основи валеології. Валеологічні аспекти харчування: підручник / І.С. Гулий, Г.О. Сімахіна, А.І. Українець. — Київ: НУХТ, 2003. — 336 с.
2. *Аюрведа* руководство по практическим методам / под общ. ред. В.И. Бородкина. — Минск: Вида-Н, 2000. — 267 с.
3. *Эберт Д.* Физиологические аспекты йоги / Дитрих Эберт; пер. с нем. — Санкт-Петербург: Невский проспект, 2003. — 304 с.
4. *Вон Кью Кит.* Энциклопедия Дзэн / Вон Кью Кит; пер. с корейск. — Москва: Гранд, 1999. — 218 с.

5. *Осава Дж.* Макробиотический дзэн, или Искусство омоложения и долголетия / Дж. Осава; пер. с япон. — Москва: Гранд, 2003. — 337 с.
6. *Ниши Кацудзо.* Золотые правила здоровья / Кацудзо Ниши; пер. с англ. — Санкт-Петербург: Невский проспект, 2009. — 324 с.
7. *Рэйки.* Энергия жизни / под общ. ред. В. И. Бородкина. — Минск: Вида-Н, 2000. — 196 с.
8. *Чжэ Ву Пак.* Су-Джок для всех / Пак Ву Чжэ; пер. с корейск. — Москва: Академия Су-Джок, 2008. — 217 с.
9. *Чжуд-Ши.* Памятник средневековой тибетской культуры / под общ. ред. С.М. Николаева. — Новосибирск: Наука, 1998. — 264 с.
10. *Линь Хоушэн.* Секреты китайской медицины / Линь Хоушэн, Ло Пэйюй. — Новосибирск: Наука, 1993. — 305 с.
11. *Левшинов А.А.* Энциклопедия: системы оздоровления Востока и Запада / А.А. Левшинов. — Санкт-Петербург: ЕВРОЗНАК, 2004. — 608 с.
12. *Дмитрієва А.В.* Аюрведа. Вступ до ведичної медицини / А.В. Дмитрієва. — Київ: НВП Поліграф-Сервіс, 2015. — 128 с.
13. *Наливайко С.І.* Індорійські таємниці України / С.І. Наливайко. — Київ: Либідь, 2004. — 219 с.
14. *Уиллер М.* Древний Индостан. Раннеиндийская цивилизация / М. Уиллер; пер. с англ. — Москва: Гранд, 2005. — 227 с.
15. *Барроу Т.* Санскрит / Т. Барроу. — Москва: ЭКСМО-Пресс, 1996. — 295 с.
16. *Фроули Д.* Аюрведическая терапия / Д. Фроули; пер. с англ. — 10-е изд. — Москва: Саттва, Профиль, 2015. — 448 с.

## **АЮРВЕДИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ КАК УНИКАЛЬНАЯ ЦЕЛОСТНАЯ СИСТЕМА ОЗДОРОВЛЕНИЯ И ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНЕЙ**

**А.И. Украинец, Г.А. Симахина, Г.Е. Полищук, Н.В. Науменко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье приведен краткий обзор основных аюрведических знаний о здоровом способе жизни, достижения счастья и долголетия — самой древней системы оздоровления, оригинальных и четких принципов профилактики, диагностики и лечения болезней. С позиций Аюрведы дано новое понимание здоровья человека как единства телесной, душевной и духовной составляющих, по достижении которой восстанавливается истинная гармония между человеком и окружающим миром, что и является основой здоровья. Показано, что, с точки зрения Аюрведы, множество заболеваний возникает от невежества, поэтому необходимым является постоянное познание себя и мира, постоянное самосовершенствование, в том числе духовное. Знание принципов Аюрведы помогает преодолеть зависимость от вредных привычек, по-новому посмотреть на себя и окружающий мир; она возвращает трудоспособность, душевное спокойствие и уверенность в своих силах. Прослежены истоки украинско-санскритских языковых связей и схожие черты древнеславянских и ведических традиций целительства как базовые факторы творческого использования принципов Аюрведы в Украине, адаптированных к нашим условиям жизни.*

**Ключевые слова:** *Аюрведа, образ жизни, оздоровление, системы целительства, языковые связи, траволечение, здоровое питание, духовность.*

**PROOXIDANT SYSTEM OF THE HUMAN BODY,  
OXIDATIVE STRESS, ITS CONSEQUENCES AND WAYS  
OF OVERCOMING. PART III. PROTECTION FROM  
OXIDATIVE STRESS AND ITS CONSEQUENCES**

**M. Polumbryk, M. Sovko, Ch. Omelchenko**  
*National University of Food Technologies*

---

<b>Key words:</b> <i>Antioxidants</i> <i>Oxidative stress</i> <i>Free radicals</i> <i>Deficiency of</i> <i>microelements</i>	<b>ABSTRACT</b> Oxidative stress happens when there is a redundancy of antioxidants in a human body. It is recommended to get antioxidants from food rather than from self-prescribed supplements. The most probable way of increasing the endogenous antioxidant defense would be to practice moderate aerobic exercise as a healthy everyday routine. The deficiency of microelements, especially of Zn, Se, Mo, Mn and Co, may result in decrease of the radical generating enzymes, such as NAD(P)H oxidase and xanthinoxidase as well as the activity and expression of the antioxidant enzymes (SOD, catalase, glutathionperoxidase). These antioxidant enzymes are generated in a human body and play an important role in protection from free radicals.
<b>Article history:</b> Received 05.01.2016 Received in revised form 17.01.2016 Accepted 09.02.2016	
<b>Corresponding author:</b> M. Polumbryk <b>E-mail:</b> npnufit@ukr.net	

---

**ПРОАНТИОКСИДАНТНА СИСТЕМА ОРГАНІЗМУ  
ЛЮДИНИ, ОКСИДАТИВНИЙ СТРЕС, ЙОГО НАСЛІДКИ І  
ШЛЯХИ ПОДОЛАННЯ. ЧАСТИНА ІІІ. ЗАХИСТ ВІД  
ОКСИДАТИВНОГО СТРЕСУ І ЙОГО НАСЛІДКІВ**

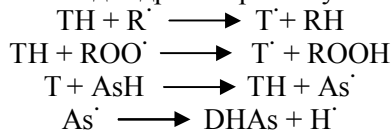
**М.О. Полумбрик, М.С. Совко, Х.В. Омельченко**  
*Національний університет харчових технологій*

*Оксидативний стрес виникає у випадку надлишку антиоксидантів в організмі людини. Для підвищення рівня антиоксидантного захисту рекомендовані антиоксиданти з харчових джерел, щоденне фізичне навантаження у вигляді помірних аеробних вправ, а також стійкий психоемоційний стан. Дефіцит мікроелементів, особливо Zn, Se, Mo, Mn, Co, зменшує активність таких радикал-генеруючих ензимів, як NAD(P)H оксидаза й ксантинооксидаза, а також активність і експресію антиоксидантних ензимів (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатіон пероксидаза). Ці антиоксидантні ензими виробляються в організмі людини і є важливою ланкою захисту від дії вільних радикалів.*

**Ключові слова:** антиоксиданти, оксидативний стрес, вільні радикали, дефіцит мікроелементів.

**Постановка проблеми.** Взаємодія антиоксидантів між собою може бути синергічною, антагоністичною або просто адитивною. Синергізм — це феномен, який полягає в тому, що ефект дії суміші антиоксидантів є вищим, ніж сума ефектів кожного окремо. Типовим прикладом синергізму антиоксидантів є дія суміші  $\alpha$ -токоферолу й аскорбінової кислоти при автоокисненні та фотоокисненні ліпідів [1]. Антагонізм — це феномен, який полягає у зниженні загального ефекту дії антиоксидантів, порівняно із сумою ефектів кожного з них окремо. Адитивність впливу антиоксидантів проявляється у тому, що сума ефектів кожного антиоксиданта дорівнює дії їх суміші. Поліфенольні сполуки, такі як епігалокатехін галат, кверцетин, епікатехін галлат, епікатехін і ціанідин характеризуються адитивним ефектом з  $\alpha$ -токоферолом, який виконує функцію вільнорадикальної пастки [1, 2].

Для пояснення синергізму, який виникає при дії антиоксидантів, пропонують різні механізми: комбінація двох чи більше вільнорадикальних пасток, коли один антиоксидант регенерується при дії іншого; першочергове окиснення одного антиоксиданта, і, відповідно, захист іншого; комбінація двох чи більшої кількості антиоксидантів, механізм дії яких різний. Регенерування більш ефективної вільнорадикальної пастки (первинного антиоксиданта) менш ефективною (співантиоксидант, синергіст) відбувається за великої різниці відновних потенціалів цих сполук. Вільнорадикальна пастка, яка має більший відновний потенціал, в цьому випадку виступає первинним антиоксидантом. Регенерування первинних антиоксидантів підвищує загальний ефект дії. Прикладом такої системи є суміш токоферолу ( $E = 0,5$  В), в якій вони виступають первинними антиоксидантами, та аскорбінової кислоти ( $E = 0,33$  В), що виконує функцію синергіста [1]. Токофероли (ТН) при дії на них алкільних або алкілпероксидних радикалів продукують токоферольні радикали, які не мають антиоксидантних властивостей. Аскорбінова кислота (AsH) надає атом водню токоферольним радикалам, сприяючи регенеруванню токоферола і перетворюючись при цьому спочатку на напівгідроаскорбінову кислоту (As $\cdot$ ), а потім на дегідроаскорбінову кислоту (DHAs) [3]:



Взаємодія між токоферолами і каротиноїдами та їх регенерація є іншим прикладом синергізму, хоча і більш ускладненим. У цьому випадку токоферолами регенеруються як каротиноїди, так і навпаки. Проте регенерування каротиноїдів переважає, зважаючи на більше значення стандартного відновного потенціалу каротиноїдного катіон-радикала (0,7—1,0 В) порівняно з відповідним токоферольним радикалом (0,5 В) [1, 4].

Синергічний антиоксидантний ефект з'являється, коли один з антиоксидантів швидко окиснюється, захищаючи таким чином інший. Менш активний антиоксидант захоплює алкільні й алкілпероксидні радикали, що призводить до захисту більш ефективного антиоксиданта. В іншому випадку антиоксидантний радикал, який утворився внаслідок окиснення менш ефективного антиоксиданта, конкурує з більш ефективним в реакціях з алкілпероксидними радикалами,

знижуючи ступінь окиснення більш ефективного антиоксиданта. Взаємодія між токоферолами та каротиноїдами частково відбувається за цим механізмом [1, 2].

Коли наявні два чи більша кількість антиоксидантів, механізм дії яких різний, також спостерігається ефект синергізму. Яскравим прикладом цього є комбінація сполук, які утворюють хелати металів, та вільнорадикальних пасток. Речовини, які зв'язують метали, зокрема фосфоліпіди, гальмують окиснення, зумовлене дією металів, знижуючи загальну кількість вільних радикалів, а пастки їх захоплюють. Сполуки, які утворюють хелати, діють на стадії ініціювання окиснення, а пастки — на стадіях розвитку ланцюга. Фосфатиділінозитол діє як синергіст у суміші з токоферолами, знижуючи ступінь окиснення ліпідів, в основному за рахунок утворення неактивних комплексів з металами, які здатні поглиблювати окиснення [1, 2, 5].

Антагонізм спостерігається між  $\alpha$ -токоферолом і розмариноюю чи кофейноюю кислотами, між кофейноюю кислотою, катехіном чи кверцетином [6]. Антагонізм дії антиоксидантів виникає у випадках, коли менш ефективний антиоксидант регенерується за рахунок більш ефективного; внаслідок окиснення більш ефективного антиоксиданта радикалами менш ефективного; конкуренції між утворенням антиоксидантних радикальних адуктів і регенеруванням антиоксидантів; взаємодією в певних системах між двома антиоксидантами.

Надзвичайно важливою функцією антиоксидантів є регулювання діяльності радикал генеруючих ензимів, таких як NAD(P)H-оксидаза і ксантинооксидаза, а також активності й експресії антиоксидантних ензимів (супероксиддисмутуза, каталаза, глутатіон пероксидаза). Ці антиоксидантні ензими виробляються в організмі людини і є важливою ланкою захисту проти дії вільних радикалів.

**Мета дослідження.** Проведення системного аналізу залежності антиоксидантного захисту від природи макронутрієнтів, визначення на його основі шляхів подолання оксидативного стресу, а також вибір найбільш ефективних композицій антиоксидантів з урахування їх можливих прооксидантних властивостей і дослідження ролі харчування в загальній антиоксидантній системі організму людини.

**Результати і обговорення.** *Окиснення ліпідів, білків і вуглеводів.* Ліпіди, що містять подвійний С-С зв'язок (ненасичені жирні кислоти, фосфоліпіди, гліколіпіди, холестерол і його ефіри) є особливо чутливими до реакції окиснення.

Поліненасичені жирні кислоти, які містять 1,4-пентадієнові функціональні фрагменти, також легко окиснюються. Наприклад, окиснення лінолевої кислоти, яка входить до складу багатьох біологічних систем, відбувається за двома основними механізмами — відщеплення атома водню та приєднання синглетного кисню (рис. 1) [2].

Відщеплення атома водню відбувається при взаємодії молекули жирної кислоти з електрофільним реагентом типу  $\text{OH}^\cdot$  та  $\text{X}^\cdot$  або при дії опромінення. Утворений радикал реагує з молекулою кисню на стадії розвитку ланцюга (рис. 1). Потім відбувається перенос атома водню з іншої молекули жирної кислоти [2, 4]. Найчастіше відщеплюються пропенільні атоми водню фрагмента пентадієна. Приєднання синглетного кисню до подвійного зв'язку молекули лінолевої кислоти супроводжується появою додаткового кон'югованого зв'язку. В результаті накопичуються  $\text{C}_9\text{-C}_{13}$  гідроксиперокси, що

перетворюються в транс чи цис-транс кон'юговані дієни [2—4]. Аналогічним шляхом відбувається окиснення поліненасичених жирних кислот біомембран. Синглетний кисень реагує з лінолевою кислотою в  $10^3$ — $10^4$  разів швидше, ніж звичайний триплетний кисень.

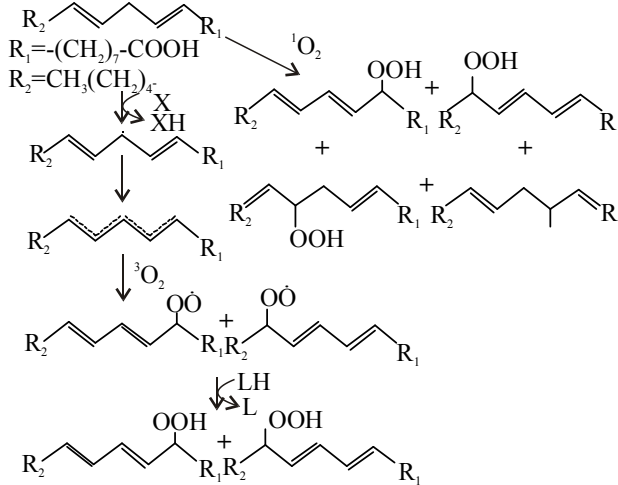


Рис. 1. Початкові стадії окиснення лінолевої кислоти

Утворені під час первинного окиснення гідроксипероксиди жирних кислот — нестабільні сполуки, які зазнають вторинного окиснення з отриманням продуктів полімеризації чи низькомолекулярних альдегідів і кетонів [1, 2]. Малоновий діальдегід — один з найбільш поширених продуктів окиснення жирів. Його часто використовують як індикатор ступеня окиснення ліпідів, він виникає в організмі внаслідок розкладу поліненасичених жирів високореакційноздатними формами кисню і слугує маркером окислативного стресу. Відомо, що малоновий діальдегід здатний реагувати з ДНК, утворюючи мутагенні адукти. У хворих на цукровий діабет, ускладнений ангіопатією, рівень малонового альдегіда значно вищий, ніж у таких пацієнтів без ангіопатій.

При дії вільних радикалів білки, пептиди й амінокислоти, які містяться в них, можуть зазнавати окислативних змін [1—3]. Найбільш чутливими і схильними до окисного розкладу амінокислотами вважаються метіонин, цистеїн (цистин), гістидин і триптофан, а в певних умовах — також тирозин, серин і треонин. Окиснення білків та амінокислот може відбуватися під дією світла,  $\gamma$ -випромінювання, перокиснених ліпідів, йонів металів, продуктів ензиматичних і неензиматичних реакцій, що супроводжуються зміною кольору, тощо [1, 2].

Цистеїн — амінокислота, що входить до складу продуктів тваринного походження. Цистеїн сприяє травленню їжі, бере участь у процесах переамінування, виведення токсичних речовин і захищає організм від руйнівної дії радіації. Це один з найбільш потужних природних антиоксидантів, при цьому його дія посилюється за одночасної наявності вітаміну С і селену. Цистеїн є складовою глутатіону — речовини, яка захищає клітини печінки й головного мозку від ушкодження, викликаних алкоголем, деякими лікарськими препаратами й токсичними речовинами, які містяться у тютюновому димі.

Фрагменти цистеїну можуть окиснюватись пероксидами чи іншими АФК до похідних сульфенових (Су-SOH), сульфїнових (Су-SO<sub>2</sub>H) і сульфонових (Су-SO<sub>3</sub>H) кислот. У результаті окиснення залишків цистеїну в білках утворюються моно-, ди-, три- і тетрасульфоксиди (рис. 2).

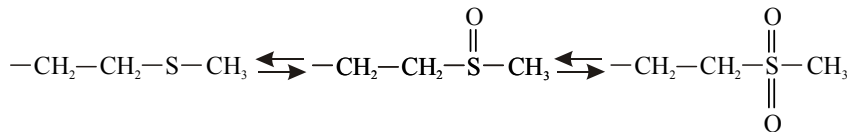
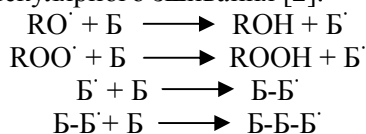


Рис. 2. Схема окиснення фрагментів цистеїну

Вільні тіольні групи білків або швидко окиснюються киснем повітря з утворенням зшитих дисульфїдних зв'язків, або каталізують тіолдисульфїдну взаємодію, сприяючи полімеризації білків. Суттєве окиснення вільних амінокислот і залишків амінокислот білків відбувається за наявності перокиснених ліпїдів. Метїонїн, цистеїн, гістидин і лїзин — найбільш чутливі залишки амінокислот. Окиснення білків перокисненими ліпїдами відбувається за двома можливими механїзмами — один включає взаємодію алкокси (RO<sup>•</sup>) та пероксидних (ROO<sup>•</sup>) радикалів, а інший відбувається за участі малондіальдегіду та інших карбонільних сполук. За першим механїзмом ліпїдні вільні радикали реагують з білками (Б), продукуючи білкові радикали (Б<sup>•</sup>), які зумовлюють полімеризацію білкових молекул. Крім вільнорадикальної полімеризації, ліпїдні вільні радикали сприяють окисненню фрагментів метїонїну, цистеїну, гістидину й триптофану. Високореакційний діальдегід малоновї кислоти, утворений з перокиснених ліпїдів, реагує з аміногрупами фрагментів лїзину, що призводить до міжмолекулярного зшивання [2].



Крім перокиснення ліпїдів і руйнування ДНА макромолекул, АФК можуть включатися в реакції нітрування і хлорування амінокислот, модифїкуючи відповідні протеїни. Пероксинїтрит O=NOO<sup>•</sup> і його протонована форма пероксинїтрозна кислота ONOОН є потужними антиоксидантами й нітруючими агентами. Гемопротеїн мїлопероксидаза каталїзує утворення HOCl (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> + Cl<sup>-</sup> → HOCl), яка в реакції з NO<sub>2</sub><sup>-</sup> утворює нїтрил хлорид NO<sub>2</sub>Cl, що спонтанно розкладається на NO<sub>2</sub><sup>•</sup> і Cl<sup>-</sup>. Гїпохлоритна кислота реагує з жирними кислотами, холестеролом, протеїнами, ДНК, РНК. Наявність нїтро- чи хлоротиросину слугує біомаркером цих процесів. Протеїни, що містять залишок нїтротиросина, були знайдені при патології різних захворювань, включаючи діабет, гіпертензію, атеросклероз тощо. Потужним інгїбітором пероксинїтриту, який відіграє ключову роль у хворобі Альцгеймера, є розмарїнова кислота. Ефективними інгїбіторами дії HOCl виступають окиснений і відновлений глутатїон, метилглутатїон, α-ліпоева кислота.

Вуглеводи не настїльки чутливі до окиснення, як білки та ліпїди, а продукти їх окиснення не леткі [7]. Окиснення вуглеводів відбувається за ензиматичними реакціями і тими ж вільнорадикальними механїзмами, що й ліпїдів.



Глюкозооксидаза окиснює глюкозу до глюконової кислоти, одночасно відновлюючи кисень до пероксиду водню. Низькомолекулярні вуглеводи, такі як глюкоза, манітол, дезоксирибоза реагують з  $\text{HO}^\cdot$ , продукуючи окиснені сполуки. Ланцюгові реакції за участю супероксид аніон радикалу  $\text{O}_2^-$  призводять до утворення  $\alpha$ - і  $\beta$ -дикарбонільних сполук, які є мутагенами. Трегалоза, кінетично і термодинамічно найбільш стійкий невідновлювальний дисахарид, може слугувати пасткою супероксид аніон радикала і розкласти  $\text{H}_2\text{O}_2$ . У живих організмах трегалоза виконує функцію захисту клітинних мембран від стресів, викликаних заморожуванням, висушуванням чи високими температурами [7].

*Прооксидантні властивості антиоксидантів.* Незважаючи на потужну ендогенну антиоксидантну систему організму людини, для підтримки адекватного антиоксидантного статусу і концентрації вільних радикалів на низькому рівні потрібно щоденно вживати їжу, багату антиоксидантами. Проте харчові антиоксиданти можуть проявляти прооксидантні властивості, що залежить від їх концентрації і умов середовища. Прооксиданти розглядаються як високореакційні частинки, що індують оксидативний стрес, або виступають інгібіторами антиоксидантної системи організму людини [8].

Редокс потенціал антиоксидантів характеризує їхню активність в окисно-відновних реакціях і зв'язаний з прооксидантними ефектами. Так, редокс-потенціал для вітаміну Е складає 0,50 В, для  $\beta$ -каротину 0,65 В, для флавоноїдів 0,25—0,50 В, для уринової кислоти 0,25 В, для  $\alpha$ -ліпоєвої кислоти 0,32 В. Вітамін Е продукує  $\alpha$ -токоферильний радикал у реакціях з пероксинітридом чи супероксидом, який може ініціювати окиснення жирних кислот. За наявності аскорбінової кислоти чи глутатіона  $\alpha$ -токоферильний радикал рециркулює знову до вітаміну Е. Дигідроліпоєва кислота, яка є відновленою формою ліпоєвої кислоти, рециркулює відновлений глутатіон і активний аскорбіл-радикал.

Прооксидантні ефекти антиоксидантів залежать від їх концентрації. Наприклад, ліпоєва і дигідроліпоєва кислота інгібують утворення нітритозіна з пероксинітриду при концентрації 0,01—0,05 мМ, а при вищих концентраціях вони проявляють прооксидантні властивості.

Деякі антиоксиданти проявляють прооксидантну активність за наявності йонів перехідних металів. Так, харчові фенольні сполуки інколи виступають як прооксиданти в системах, що містять редокс активні метали.

Потужний антиоксидант — водорозчинний вітамін С за наявності солей міді чи заліза проявляє прооксидантні властивості, відновлюючи йони  $\text{Fe}^{3+}$  до  $\text{Fe}^{2+}$  і  $\text{Cu}^{2+}$  до  $\text{Cu}^+$ , та сприяючи розкладу пероксиду водню до гідроксильних радикалів. Збагачення харчових продуктів аскорбіновою кислотою не рекомендується для хворих з високою концентрацією заліза в крові (таласемія, гемахроматоз). У той же час збагачення їжі цим вітаміном, особливо у великих дозах, дає позитивний ефект для хворих з низьким його рівнем в плазмі, що характерне для багатьох хвороб, включаючи онкологічні. Вживання їжі, збагаченої вітаміном С, є корисним при діабеті, атеросклерозі, гіпертензії, гіпохолестеролемії, що пояснюють його здатністю захищати від окиснення ліпопротеїди низької густини і збільшувати кількість атерозахисного оксида азоту в організмі.

Прооксидантний ефект проявляють у високих дозах каротиноїди, флавоноїди, викликаючи розвиток онкозахворювань. Загалом, прооксидантний ефект антиоксидантів залежить від а) їх концентрації; б) редокс-потенціалу; в) наявності інших антиоксидантів; г) наявності йонів перехідних металів; д) активності і концентрації ендогенних антиоксидантів [1, 2].

*Шляхи подолання оксидативного стресу.* Надмірний довготривалий оксидативний стрес супроводжується утворенням високореакційних активних форм кисню, азоту, сірки і призводить до низки серйозних захворювань, що включають онкологічні, серцево-судинні, інфаркт, атеросклероз, нервові, ниркові, печінкові хвороби, гіпертензію, ревматоїдний артрит, синдром респіраторного дистресу, запалення, дегенеративні зміни, пов'язані з віком, діабет і його ускладнення, ожиріння, катаракти, аутизм, хвороби Альцгеймера, Паркінсона, Хантінгтона, васкуліт, гломерулонефрит, гемохроматоз, виразку шлунка [9].

Оксидативний стрес супроводжується виснаженням внутрішніх резервів і потребує надійного захисту. Злагоджена робота всіх компонентів антиоксидантного захисту підтримує на постійному рівні утворення вільних радикалів і їх перетворення. В процесі захисної дії антиоксиданти поступово виводяться з організму, тому необхідно постійно відновлювати їх кількість з продуктами харчування чи фармпрепаратами. Вже в невеликих кількостях (0,01—0,001 %) антиоксиданти суттєво гальмують процеси окиснення біосистем, коли потужний внутрішньоклітинний антиоксидантний захист доповнюється позаклітинним. Головну роль у ньому відіграють антиоксидантні вітаміни — зокрема А, С, Е, фенольні сполуки рослинного походження у вигляді природних комплексів у складі овочів і фруктів, велика кількість сполук, що містять цистин, цистеїн,  $\alpha$ -ліпоєву кислоту, глутатіон тощо; сполуки, які сприяють утворенню хелатних комплексів з металами чи вільнорадикальних пасток. Однак надлишок харчових антиоксидантів в організмі людини може посилювати окисні процеси.

Синтетичні антиоксиданти, такі як іюнол, третбутил гідрокситолуол, третбутилгідроксипінол використовуються в харчовій промисловості для захисту від окиснення ліпідів. Однак через токсикологічні проблеми вони поступають фармакологічним антиоксидантам. Більшість натуральних антиоксидантів отримують із фруктів, овочів, екстрактів зернових культур і трав, до них відносяться, наприклад, куркума, розмарин, зелений чай, грейпфрут, часник тощо. Сильну антиоксидантну дію проявляють екстракти гінкго завдяки наявності флавонових глікозидів, які нейтралізують вільні радикали, екстракти зеленого чаю і грейпфруту, що містять флавоноїди катехін і епікатехін.

Велику антистресову активність проявляє мед і продукти бджільництва, а також речовини, що містять біологічно активні складові — женьшень, китайський лимонник, елеутерокок, мумійо тощо. Потужним джерелом антиоксидантів є чай, кава, шоколад. До лікарських засобів відносяться мембрано-протекторні, метаботропні, седативні, антиоксидантні та інші препарати. Фарміндустрія пропонує низку антиоксидантів, серед яких найбільш вживаними є гліклазид МВ (діабетон MR), мексідол, емоксипін, триазолін тощо [10].

У наш час біоантиоксиданти розглядаються як перспективні терапевтичні засоби для лікування багатьох хвороб. Активність таких антиоксидантів залежить від того, на якій стадії хвороби вводять препарат, тому що розвитку хвороби

супроводжується зміною антиокисної активності. Так, наприклад, при розвитку атеросклерозу на першій стадії хвороби слід вводити хворим антиоксиданти, які нормалізують перекисне окиснення. На подальших стадіях хвороби, що супроводжується розривом хімічних зв'язків молекул, вводять уже кілька препаратів, одні з яких впливають на перекисне окиснення ліпідів, а інші — нормалізують їх склад. Перспективним напрямком є синтез багатофункціональних антиоксидантів, що суміщують антиоксидантну та іншу функціональну властивість, тому важливим завданням спеціалістів агропромислового комплексу є розробка нових сортів рослин, що мають такі властивості.

Новим напрямком у вивченні біоантиоксидантів є ефект від їхньої дії в надмалих дозах. Так,  $\alpha$ -токоферол і фенозан К однотипно діють в звичайних концентраціях  $10^{-3}$ – $10^{-5}$  і надмалих  $10^{-9}$ – $10^{-13}$  М [11]. Подальше вивчення цього феномена обіцяє великі перспективи в практичному плані, особливо в геронтології і профілактиці онкозахворювань.

Мінерали відіграють важливу роль у метаболізмі антиоксидантів. Дефіцит чи надлишок цих есенціальних елементів призводить до непередбачуваних метаболічних змін у здоров'ї людини і потребує адекватного збагачення ними харчових продуктів, яке повинно ретельно контролюватись.

Зараз велика увага приділяється вивченню взаємозв'язку гіпоелементозу (Zn, Fe, Cu, Se, Mo, Mn, Co) й окисативного стресу. Дослідження вмісту 25 мікроелементів в плазмі крові за допомогою плазменої мас-спектроскопії високої роздільної здатності показали, що дефіцит мікроелементів, особливо селену, цинку і марганцю зменшує активність антиоксидантних ензимів, збільшуючи окисативний стрес, що порушує коронарну мікроциркуляцію і призводить до серцевої дисфункції [12]. Надзвичайно важливою є роль цинку і селену в розвитку окисного стресу. Селен в організмі людини наявний як органічний (селеноцистеїн і селенометіонін), так і неорганічний (селеніт і селенат) формах. Хоча селен, як і цинк, безпосередньо не реагує з вільними радикалами, він активує антиоксидантні ензими (металоензими, глутатіон пероксидазу, тіоредоксін редуктазу тощо). Цинк є інгібітором НАДРН оксидази, яка каталізує утворення синглетного кисню, він наявний у супероксиддисмутазі, яка перетворює синглетний кисень в  $H_2O_2$ , а також у металтіонеїнах, які є пасткою гідроксильних радикалів.

Окисативний стрес відіграє важливу роль у патогенезі залізодофіцитної анемії, у розвитку ангіопатії при цукровому діабеті, тому дієтотерапія повинна включати біоантиоксиданти, особливо ті, що містять селен. Наслідком його браку є зниження імунітету, перенавантаження серця, онкозахворювання, передчасне старіння організму людини тощо.

Дослідження останніх років показують, що першопрчиною розвитку окисативного стресу є брак цинку в організмі, що в результаті призводить до ініціювання багатьох хронічних хвороб, включаючи онкологічні. Якщо врахувати, що близько 2 млрд людей на Землі потерпають від браку цинку (в т.ч. 10 % населення США), проблема забезпечення адекватного рівня його споживання людиною стає нагальною у всьому світі [13].

Згідно із визначенням ВООЗ, однією з головних проблем в XXI ст. в харчуванні стане подолання дефіциту мікронутрієнтів загалом і мікроелемен-

тів зокрема. Зміна харчового статусу пов'язана з усе меншим споживанням свіжої рослинної їжі і все більшим споживанням продукції промислового виробництва, в якій у процесах технологічної обробки залишається мало вітамінів, біологічно активних речовин і мікроелементів, зате додаються нехарчові інгредієнти — барвники, емульгатори тощо [3, 9]. Інтенсивні технології виробництва в землеробстві і тваринництві також призводять до суттєвого зменшення необхідних інгредієнтів уже в самій природній сировині. Малорухливий спосіб життя, споживання висококалорійних продуктів промислового виробництва, психоемоційні навантаження призводять до суттєвого погіршення здоров'я населення і виникнення стресів.

### Висновки

Порушення хиткої рівноваги між антиоксидантами, що знаходяться в більшій кількості, ніж це потрібно для виконання біологічних функцій, і високореакційними частинками призводить до антиоксидант-індукованого стресу. Одним із надійних шляхів боротьби з ним є збільшення ендogenous антиоксидантного захисту за рахунок помірних щоденних фізичних вправ, а також стійкого психоемоційного стану.

### Література

1. *Choe E., Min D.B.* Mechanisms of antioxidants in the oxidation of foods // *Compreh. Rev Food Sci. Food Saf.* — 2009. — Vol. 8. № 3, — P. 345—358.
2. *Polumbryk M., Ivanov S., Polumbryk O.* Antioxidants in food systems. Mechanism of action // *Ukr. J. Food Sci.* — 2013. — Vol. 1, № 1. — P. 15—40.
3. *Han R.M., Tian Y.X., Wu Y.S. et. al.* Mechanism of radical cation formation from the excited states of zeaxanthin and astaxanthin in chloroform // *Photochem. Photobiol.* — 2006. — Vol. 82, # 4. — P. 538—546.
4. *Koidis A., Boskou D.* The contents of proteins and phospholipids in cloudy virgin olive oils // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* — 2006. — Vol. 108. — P. 323—328.
5. *Servili M., Montedoro G.F.* Contribution of phenolic compounds to virgin olive oil quality // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* — 2002. — Vol. 104, # 5. — P. 602—613.
6. *Peyrat-Maillard M.N., Cuvelier M.E., Berset C.* Antioxidant activity of phenolic compounds in 2,2 $\alpha$ -azobis (2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH)-induced oxidation: synergistic and antagonistic effect // *J. Am. Oil Chem. Soc.* — 2003. — Vol. 80, № 3. — P. 1007—1012.
7. *Полумбрик М.О.* Вуглеводи в харчових продуктах і здоров'я людини / М.О. Полумбрик. — Київ: Академперіодика, 2011. — 487 с.
8. *Villanueva C., Kross R.D.* Antioxidant-induced Stress // *Int. J. Mol. Sci.* — 2012. — Vol. 13, № 5. — P. 2091—2109.
9. *Барабой В.А.* Фізіологія, біохімія і психологія стресу / В.А. Барабой, О.Г. Резніков. — Київ: Інтерсервіс, 2013. — 314 с.
10. *Мошковский М.Д.* Лекарственные средства / М.Д. Мошковский. — Москва: Новая книга, 2005. — 1200 с.
11. *Бурлакова Е.Б.* Биоантиоксиданты / Е.Б. Бурлакова // *Рос. химический журнал им. Д.И. Менделеева.* — 2007. — Т. 51, № 1. — С. 3—12.
12. *Eide D.J.* Oxidative stress of Zinc deficiency // *Metallomisc.* — 2011. — Vol. 3, # 4. — P. 1124—1129.
13. *Тронько М.Д.* Біологічна роль цинку і необхідність забезпечення адекватного рівня його споживання людиною / М.Д. Тронько, М.О. Полумбрик, В.М. Ковбаса // *Вісник НАН України.* — 2013. — № 6. — С. 21—31.

14. Сердюк А.Н. Нанотехнології мікронутрієнтів і проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів / А.Н. Сердюк, М.П. Гуліч, В.Г. Каплуненко, М.В. Косінов // Журнал АМН України — 2010. — Том 16, № 1. — С 107—114.

## **ПРОАнтиОКСИДАНТНАЯ СИСТЕМА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА, ОКСИДАТИВНЫЙ СТРЕСС, ЕГО ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ. ЧАСТЬ III. ЗАЩИТА ОТ ОКСИДАТИВНОГО СТРЕССА И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ**

**Н.А. Полумбрик, М.С. Совко, Х.В. Омельченко**  
*Национальный университет пищевых технологий*

*Оксидативный стресс возникает в случае избытка антиоксидантов в организме человека. Для повышения уровня антиоксидантной защиты рекомендованы антиоксиданты из пищевых источников, ежедневная физическая нагрузка в виде умеренных аэробных упражнений, а также устойчивое психоэмоциональное состояние. Дефицит микроэлементов, особенно Zn, Se, Mo, Mn, Co, уменьшает активность таких радикал-генерирующих ферментов, как NAD (P) H оксидаза и ксантиноксидаза, а также активность и экспрессию антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатион пероксидаза). Эти антиоксидантные ферменты вырабатываются в организме человека и являются важным звеном защиты от действия свободных радикалов.*

**Ключевые слова:** антиоксиданты, оксидативный стресс, свободные радикалы, дефицит микроэлементов.

## BACKGROUND AND MEASURES FOR PREVENTION OF OCCUPATIONAL INJURY AT FOOD ENTERPRISES

O. Evtushenko, A. Siryk, P. Porodko  
*National University of Food Technologies*

**Key words:**

*Occupational injuries  
Labor protection  
Safety  
Labor  
Risk*

**ABSTRACT**

The measures and means of prevention of occupational injuries are defined, which include the most significant and dangerous risks of injury of workers of food industry enterprises based on the forecast of a separate cause with the major types of the resultant traumatic events. The significance of the cause is determined as well as the kind of risk taking into account the estimated proportion of the risk for injuries and fatalities. The recommendations are given for determining the priority of implementation choices and steps to bring the safety and working environment in the food business with the requirements of regulations on health in the most efficient manner, ranging from the biggest risks. The study contributes to the development of the applied fundamentals of labour safety concerning diagnostics, simulation of extreme situations and can be used to improve project management solutions to ensure safe working conditions for food industry workers.

**Article history:**

Received 16.01.2016  
Received in revised form  
28.01.2016  
Accepted 12.02.2016

**Corresponding author:**

O. Evtushenko  
**E-mail:**  
big-evtushenko@bigmir.net

## ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ І ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОФІЛАКТИКИ РИЗИКУ ТРАВМУВАННЯ ПРАЦІВНИКІВ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

О.В. Євтушенко, А.О. Сірик, П.В. Породько  
*Національний університет харчових технологій*

*У статті обґрунтовано заходи й засоби з профілактики виробничого травматизму, спрямовані на запобігання найбільш значимим і небезпечним ризикам травмування працівників підприємств харчової промисловості на основі прогнозу окремої причини з основними видами травматичних подій, які вона зумовлює. Визначено значимість причини та різновиду ризику з урахуванням прогнозованої питомої ваги ризику для травматизму зі смертельним наслідком. Наведено рекомендації щодо визначення черговості впровадження та вибору варіантів заходів для приведення стану безпеки праці та виробничого середовища на харчовому підприємстві у відповідність до вимог нормативно-правових актів з охорони праці найбільш ефективним чином, починаючи з найбільших ризиків. Результати роботи є внеском у розвиток прикладних основ охорони праці у частині, що стосується діагностування, моделювання екстремальних ситуацій, і можуть бути використані при вдосконаленні проектів управлінських рішень щодо забезпечення безпечних умов праці працівників підприємств харчової промисловості.*

**Ключові слова:** виробничий травматизм, охорона праці, безпека, праця, ризик.

**Постановка проблеми.** Згідно із Законом України «Про охорону праці» профілактика виробничого травматизму має базуватися на застосуванні правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності. Основними завданнями профілактики виробничого травматизму є досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, підвищення існуючого рівня охорони праці, запобігання випадкам виробничого травматизму, аваріям і пожежам. Для вирішення цих завдань роботодавець зобов'язаний створити на підприємстві цілісну систему охорони праці, засновану на прогнозуванні ситуацій і передумов виникнення нещасних випадків.

Згідно з Національною програмою поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2014—2018 рр., затвердженою Законом України від 4 квітня 2013 року № 178 IV, на всіх підприємствах повинні бути розроблені та впроваджені комплексні організаційно-технічні заходи з охорони праці, спрямовані на забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці працівників у процесі трудової діяльності, профілактики травматизму, недопущення виникнення аварій і надзвичайних ситуацій.

Для обґрунтування ефективних рішень щодо запобігання ризику травмування працівників харчових підприємств вирішальне значення має визначення й оцінювання причин ризику нещасних випадків на підприємстві. Для цього застосовуються спеціальні методи, прийоми та способи аналізу причинно-наслідкових зв'язків, оцінювання вкладу окремої причини в процес травмування та їх значимості для вибору найкращих заходів запобіжного характеру. Необхідно виявити всі головні різновиди ризику травмування на харчових підприємствах, оцінити їх кількісними показниками, визначити міру серйозності кожного різновиду та більш цілеспрямовано й конкретно підбрати профілактичні заходи для нейтралізації чи зменшення впливу на ризик травмування окремої причини.

**Метою дослідження** є обґрунтування заходів і засобів запобігання ризику травмування працівників підприємств харчової промисловості на основі поєднання прогнозу окремої причини з основними видами травматичних подій, які вона зумовлює.

**Вклад основного матеріалу.** Оскільки чинна нормативно-правова база охорони праці зорієнтована у переважній більшості на «абсолютну» безпеку, а сучасні тенденції розвитку охорони праці орієнтують профілактику травматизму на застосування ризикоорієнтованих підходів, заснованих на прогностичних моделях, то на сьогодні особливої актуальності набула проблема вибору практичних і ефективних профілактичних заходів, спрямованих на нейтралізацію чи зменшення ризику. З урахуванням зазначеного та практики планування профілактики виробничого травматизму в Україні [1—5] і за кордоном [6—8] пропонуються рекомендації щодо вибору профілактичних заходів.

*Загальні рекомендації щодо вибору профілактичних заходів:*

1. Основним завданням профілактики виробничого травматизму є запобігання нещасним випадкам шляхом приведення виробництва у відповідність до

вимог нормативно-правових актів з охорони праці та нейтралізації (зменшення впливу) небезпек, що можуть призвести до травмування працівника. При цьому роботодавець має «передбачити» можливі ситуації ризику з метою їх уникнення у майбутньому.

2. Профілактичні заходи мають обов'язково базуватися на даних попереднього аналізу й оцінки. Лише за таких умов можна визначити такі заходи, що істотно впливають на рівень виробничого травматизму та можуть бути успішно реалізованими. Відібрані після проведення серйозної підготовчої роботи заходи виявляються більш ефективними, ніж ті, що впроваджуються, виходячи лише з міркувань здорового глузду. У цьому випадку застосування комбінованого прогнозування (на основі статистики у поєднанні з експертним уточненням за групами впливових факторів) є найбільш перспективним шляхом зниження ризику травматизму.

3. Для аналізу й оцінки стану умов і охорони праці можуть бути використані такі основні підходи: оцінка відповідності всіх складових системи безпеки праці та виробничого середовища вимогам нормативно-правових актів з охорони праці; загальний і детальний аналіз виробничих небезпек, що можуть призвести до травмування працівника; ідентифікація й оцінювання ризиків травмування на виробництві. Оскільки охорона праці орієнтована на обов'язковість виконання всіх чинних нормативно-правових вимог, то оцінка відповідності безпеки праці та виробничого середовища на підприємстві цим вимогам є пріоритетним завданням як у процесі аналізу небезпек, так і управління ризиком.

5. Серед основних видів профілактичних заходів (приведення всіх елементів безпеки праці та виробничого середовища у відповідність і дотримання вимог нормативно-правових актів з охорони праці на підприємстві, переконання через надання інформації й навчання та розробка й застосування пасивних (автоматичних) засобів захисту) найбільш корисним і ефективним вважається третій спосіб. Такий підхід виключає людину з контуру управління і тому є більш надійним у більшості ситуацій, оскільки не залежить від фізичного, психологічного та інших станів працівника.

6. Конкретний зміст профілактичного заходу залежить від прогнозованого виду небезпеки, ризику чи від виду невідповідності нормативно-правовому акту з охорони праці. При виборі заходів можна керуватися таким переліком завдань, які повинні вирішувати ці заходи: приведення найбільш небезпечних елементів виробничих процесів, дільниць, робочих місць у стан, що відповідає вимогам нормативно-правових актів з охорони праці; зниження тяжкості можливих наслідків нещасних випадків; зниження ймовірності нещасного випадку; поліпшення стану охорони праці.

7. У разі прогнозування достатньо високих показників ризику травматизму при визначенні варіантів заходів необхідно враховувати, що для усунення виробничих небезпек можуть використовуватися такі способи: розробити новий, більш безпечний спосіб виконання виробничої операції; усунути обставини (джерела), що створюють небезпеку; змінити технологію виконання робіт; зменшити частоту виконання небезпечної операції; відмовитися від виробничої операції, якщо усунути чи зменшити можливість травмування неможливо.



8. Якщо в результаті прогнозу одержано показники ризику, порівнянні з граничними (допустимими) їх значеннями, то дії з ліквідації менш істотних невідповідностей чи небезпек плануються до здійснення після таких, що потребують екстреного втручання. Невідповідності або небезпеки, яких можна уникати невеликим зусиллям й засобами, мають негайно усуватися. Інші небезпеки бажано розділити за пріоритетами та черговістю їх усунення, що має бути виконано на етапі оцінювання ризиків. Особливістю етапу обґрунтування профілактичних заходів є те, що для кожної невідповідності нормативно-правовим вимогам з охорони праці чи для кожної небезпеки варто підбирати кілька варіантів заходів. В ідеалі це мають бути заходи, що охоплюють діапазон від повного усунення небезпеки до її ігнорування. При цьому необхідно звертати увагу на варіанти заходів з умовної середини цього діапазону. Кількість варіантів для кожної невідповідності чи виявленої небезпеки повинна бути не меншою трьох.

9. При виборі профілактичного заходу беруться до уваги всі можливі варіанти, що можуть не лише запобігти нещасному випадку, а й знизити тяжкість можливих наслідків і зменшити довгострокові наслідки. Пріоритетними вважаються заходи, що найбільш ефективно запобігають травматизму.

10. Виробнича безпека робочого місця, а отже, й стабільний випуск продукції забезпечується серед іншого такими заходами: інформування працівників та їх безпосередніх керівників про потенційні (прогнозовані) ризики й небезпеки (наприклад, через навчання, інструктажі); мотивування працівників до безпечного виконання робіт (поведінкові установки); інструктажі, професійне навчання; підвищення безпеки праці та виробничого середовища засобами адміністративного й технічного контролю, поліпшенням умов праці, заміною шкідливих матеріалів, використанням індивідуальних засобів захисту тощо; забезпечення безпечного функціонування машин, устаткування та інших виробничих об'єктів відповідно до їх прямого призначення.

11. Ефективне запобігання нещасним випадкам можливе при фізичній і психологічній готовності працівника безпечно виконувати свої функції, маючи достатній рівень особистої компетентності, підготовленості й усвідомленого прагнення до безпечної праці.

12. Особливу увагу варто приділяти оперативному застосуванню таких профілактичних заходів, які є економічними, технічно надійними й легкими для здійснення. Після запровадження таких заходів повинні здійснюватися спостереження за ними та перевірятися їх ефективність і, за потреби, мають застосовуватися більш ґрунтовні заходи. Так, для профілактики виробничого травматизму першочерговим є забезпечення виконання нормативно-правових вимог з охорони праці на кожному робочому місці, дільниці, на підприємстві загалом. Домогтися цього одномоментно і в повній мірі не завжди можливо, до того ж заходи, які можуть застосовуватися для приведення у відповідність та забезпечення дотримання нормативно-правових вимог з охорони праці на підприємстві, є багатоваріантними, що вимагає вибору одного варіанта з кількох.

Для визначення черговості запровадження та вибору варіантів заходів для приведення стану безпеки праці й виробничого середовища на підприємстві харчової промисловості у відповідність до вимог нормативно-правових актів з

## ОХОРОНА ПРАЦІ І ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

охорони праці доцільно орієнтуватися на прогнозовані оцінки ризику травмування за причинами, що призводять до нещасних випадків [9—10]. У табл. 1 на основі результатів аналізу матриць ризику [11] для травматизму зі смертельним наслідком наведено прогнозований ранжований перелік головних причин ризику нещасних випадків на харчових підприємствах України.

**Таблиця 1. Прогнозовані причини ризику травмування на підприємствах харчової промисловості і основні рекомендації щодо їх запобігання**

Ранг	Причина ризику	Вид ризику	Прогнозована питома вага причин і видів ризику, %		Види порушень нормативно правових актів з охорони праці, які необхідно нейтралізувати та інші заходи щодо профлактики ризику
			зі смертельним наслідком	без смертельного наслідку	
1	2	3	4	5	6
1	Конструктивні недоліки, недосконалість, недостатня надійність засобів виробництва	Дорожньо-транспортні пригоди	1,58	1,01	1. Дотримання вимог технічних регламентів, правил, інструкцій щодо технічного стану засобів виробництва з першочерговим урахуванням найбільш небезпечних видів травматичних подій, наведених у колонці 3.  2. Своєчасне проведення технічних оглядів, планово-попереджувальних ремонтів.  3. Застосування додаткових засобів захисту (огородження різального інструмента, небезпечних зон, блокувальних пристроїв тощо)
		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	0,75	0,64	
		Падіння потерпілого, у тому числі з висоти	0,50	0,37	
		Падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо	0,50	0,35	
		Дія предметів і деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються	0,58	0,39	
<i>Всього за причиною і видами ризику</i>			<i>3,91</i>	<i>2,76</i>	
2	Недосконалість, невідповідність вимогам безпеки технологічного процесу	Дорожньо-транспортні пригоди	1,06	0,60	1. Дотримання вимог технічних регламентів, правил, інструкцій щодо технічного стану виробничих об'єктів, будинків, споруд, території, з першочерговим урахуванням найбільш небезпечних видів травматичних подій, наведених у колонці 3.  2. Застосування додаткових засобів захисту.
		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	0,50	0,38	
		<i>Всього за причиною і видами ризику</i>			
3	Незадовільний технічний стан виробничих об'єктів, будинків, споруд, території, засобів виробництва і транспортних засобів	Дорожньо-транспортні пригоди	3,17	2,27	1. Дотримання вимог технічних регламентів, правил, інструкцій щодо технічного стану виробничих об'єктів, будинків, споруд, території, засобів виробництва і транспортних засобів з першочерговим урахуванням найбільш небезпечних видів травматичних подій, наведених у колонці 3.  2. Своєчасне проведення технічних оглядів, опосвідчень, випробувань, планово-запобіжних ремонтів, дотримання норм розривів і габаритних розмірів, що забезпечують безпеку, правил складування.
		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	1,50	1,44	
		Падіння потерпілого, у тому числі з висоти	1,00	0,84	
		Падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо	1,00	0,78	
		Дія предметів і деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються	1,17	0,87	
Ураження електричним струмом	0,50	0,28			
<i>Всього за причиною і видами ризику</i>			<i>8,34</i>	<i>6,48</i>	
4	Інші технічні причини, характерні для конкретного харчового підприємства	Дорожньо-транспортні пригоди	1,06	1,10	1. Дотримання вимог технічних регламентів, правил, інструкцій, з першочерговим урахуванням найбільш небезпечних видів травматичних подій, наведених у колонці 3.  2. Своєчасне проведення технічних оглядів, опосвідчень, випробувань, планово-попереджувальних ремонтів, правил і норм складування.

## OCCUPATIONAL SAFETY

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
4		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	0,50	0,69	
	<i>Всього за причиною і видами ризику</i>		<i>1,56</i>	<i>1,79</i>	
5	Недоліки в навчанні безпечним прийомом праці	Дорожньо-транспортні пригоди	4,22	1,88	Забезпечення своєчасного та якісного навчання, перевірки знань з питань охорони праці і проведення інструктажів з першочерговим урахуванням найбільш небезпечних видів травматичних подій, наведених у колонці 3.
		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	2,00	1,19	
		Падіння потерпілого, у тому числі з висоти	1,33	0,70	
		Падіння, обрушення, обваллення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо	1,33	0,65	
		Дія предметів і деталей що рухаються, розлітаються, обертаються	1,56	0,72	
		Ураження електричним струмом	0,67	0,24	
	<i>Всього за причиною і видами ризику</i>		<i>11,11</i>	<i>5,38</i>	
6	Порушення режиму праці і відпочинку	Дорожньо-транспортні пригоди	0,53	0,16	1. Забезпечення належного функціонування системи управління охороною праці на підприємстві. 2. Забезпечення контролю за недопуском до роботи працівника у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння.
	<i>Всього за причиною і видами ризику</i>		<i>0,53</i>	<i>0,16</i>	
7	Недоліки з медичним обстеженням (профвідбором)	Дорожньо-транспортні пригоди	0,53	0,14	
	<i>Всього за причиною і видами ризику</i>		<i>0,53</i>	<i>0,14</i>	
8	Невикористання або відсутність ЗІЗ	Дорожньо-транспортні пригоди	0,53	0,41	Забезпечення працівників засобами індивідуального захисту відповідно до норм і підтримання їх у належному стані.
	<i>Всього за причиною і видами ризику</i>		<i>0,53</i>	<i>0,41</i>	
9	Порушення технологічного процесу	Дорожньо-транспортні пригоди	0,53	0,33	Своєчасне проведення технічних оглядів, опосвідчень, випробувань, планово-переджувальних ремонтів.
	<i>Всього за причиною і видами ризику</i>		<i>0,53</i>	<i>0,33</i>	
10	Порушення вимог безпеки під час експлуатації устаткування, машин, механізмів тощо	Дорожньо-транспортні пригоди	2,64	7,75	1. Дотримання вимог технічних регламентів, правил, інструкцій щодо безпеки експлуатації устаткування, машин і механізмів, насамперед для усунення можливості прояву травматичних подій, наведених у колонці 3. 2. Своєчасне проведення технічних оглядів, випробувань, планово-запобіжних ремонтів, дотримання норм розривів і габаритних розмірів, що забезпечують безпеку. 3. Забезпечення належного функціонування системи управління охороною праці та інформування працівників про можливі наслідки порушення вимог безпеки під час експлуатації устаткування, машин, механізмів і контроль за їх дотриманням
		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	1,25	4,92	
		Падіння потерпілого, у тому числі з висоти	0,83	2,86	
		Падіння, обрушення, обваллення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо	0,83	2,67	
		Дія предметів і деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються	0,97	2,97	
	<i>Всього за причиною і видами ризику</i>		<i>6,52</i>	<i>21,17</i>	
11	Порушення правил дорожнього руху	Дорожньо-транспортні пригоди	5,28	3,36	1. Забезпечення експлуатації транспортних засобів у технічно справному стані. 2. Проходження перед рейсових медичних оглядів. 3. Дотримання раціонального режиму праці та відпочинку.
		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	2,50	2,13	
		Падіння потерпілого, у тому числі з висоти	1,67	1,24	
		Падіння, обрушення, обваллення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо	1,67	1,16	

## ОХОРОНА ПРАЦІ І ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
11		Для предметів і деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються	1,95	1,29	
		Ураження електричним струмом	0,83	0,42	
		Для підвищених температур (крім пожеж), важкість і напруженість праці, асфіксія, вибух, інші види травматичних подій, характерні для конкретних видів економічної діяльності	0,56	0,79	
		<i>Всього за причиною і видами ризику</i>	<i>14,46</i>	<i>10,39</i>	
12	Порушення трудової і виробничої дисципліни	Дорожньо-транспортні пригоди	5,28	2,20	<p>1. Забезпечити дотримання трудової та виробничої дисципліни (дотримання вимог внутрішнього трудового розпорядку, належна організація праці робітників і службовців, використання працівників за спеціальністю і кваліфікацією, закріплення робочого місця, ознайомлення із завданням і забезпечення роботою протягом усього робочого дня, забезпечення справним інструментом, машинами, верстатами, іншим обладнанням, сировиною тощо).</p> <p>2. Контроль за трудовою і виробничою дисципліною, за виконанням посадових обов'язків та інструкцій з охорони праці</p>
		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	2,50	1,39	
		Падіння потерпілого, у тому числі з висоти	1,67	0,81	
		Падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо	1,67	0,75	
		Для предметів і деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються	1,95	0,84	
		Ураження електричним струмом	0,83	0,27	
		Для підвищених температур (крім пожеж), важкість і напруженість праці, асфіксія, вибух, інші види травматичних подій, характерні для конкретних видів економічної діяльності	0,56	0,52	
		<i>Всього за причиною і видами ризику</i>	<i>14,46</i>	<i>6,78</i>	
13	Незадовільне функціонування, недосконалість або відсутність системи управління охороною праці; неясні розроблення, недосконалість інструкцій з охорони праці або їх відсутність; відсутність у посадових інструкціях визначення функціональних обов'язків із питань охорони праці; залучення до роботи працівників не за спеціальністю	Дорожньо-транспортні пригоди	3,70	3,30	<p>1. Забезпечення належного функціонування системи управління охороною праці на підприємстві.</p> <p>2. Якісне розроблення і виконання інструкцій з охорони праці, наявність у посадових інструкціях визначення функціональних обов'язків з питань охорони праці.</p> <p>3. Залучення до роботи працівників лише за спеціальністю (професією).</p>
		Падіння потерпілого (без падіння з висоти)	1,75	2,10	
		Падіння потерпілого, у тому числі з висоти	1,17	1,22	
		Падіння, обрушення, обвалення предметів, матеріалів, породи, ґрунту тощо	1,17	1,14	
		Для предметів і деталей, що рухаються, розлітаються, обертаються	1,36	1,27	
		Ураження електричним струмом	0,58	0,41	
<i>Всього за причиною і видами ризику</i>	<i>9,73</i>	<i>9,44</i>			
14	Алкогольне, наркотичне сп'яніння, токсичне отруєння	Дорожньо-транспортні пригоди	0,53	1,09	Забезпечення контролю за допуском до роботи працівника у стані алкогольного або наркотичного сп'яніння.
		<i>Всього за причиною і видами ризику</i>	<i>0,53</i>	<i>1,09</i>	
15	Інші психофізіологічні причини	Дорожньо-транспортні пригоди	0,53	0,68	<p>1. Якісне розроблення і виконання інструкцій з охорони праці.</p> <p>2. Залучення до роботи працівників лише за спеціальністю (професією).</p>
		<i>Всього за причиною і видами ризику</i>	<i>0,53</i>	<i>0,68</i>	
16	Інші специфічні причини травматизму, характерні для конкретного харчового підприємства	Дорожньо-транспортні пригоди	0,53	1,34	Забезпечення виконання робіт з підключеннями, справними засобами колективного захисту, системами сигналізації, вентиляції, освітлення тощо.
		<i>Всього за причиною і видами ризику</i>	<i>0,53</i>	<i>1,34</i>	

Визначення матриць ризику виконано шляхом розрахунку за узагальненими статистичними даними з використанням формули [11]:

$$P_i B_j = \frac{B_j^t \times \Pi_i^t}{\sum_{i=1}^n \Pi_i^t}$$

де  $P_i B_j$  — значення показника (ризик, питома вага), що характеризує бінарний комплекс «основна причина травми — вид травматичної події»;  $B_j^t$  — показник ризику (питомої ваги)  $j$ -того виду травматичної події;  $\Pi_i^t$  — показник ризику (питомої ваги)  $i$ -тої причини виробничого травматизму.

Для кожної причини травмування наведено кілька найважливіших різновидів ризику, які зумовлює ця причина. Різновиди ризику в межах окремої причини також ранжовані. Визначення значимості причини та різновиду ризику виконано з урахуванням прогнозованої питомої ваги ризику для травматизму зі смертельним наслідком.

В останній, шостій колонці (табл. 1) наведені рекомендації з профілактики виробничого травматизму для кожної виділеної причини (з урахуванням вимог нормативно-правових актів з охорони праці й аналізу літератури).

Поєднання в табл. 1 прогнозу окремої причини з основними видами травматичних подій, які вона зумовлює, вимагає передусім застосування профілактичних заходів, спрямованих на запобігання найбільш значимим і небезпечним ризикам. Крім того, таке поєднання дозволяє виконувати приведення безпеки праці і виробничого середовища на підприємстві у відповідність до вимог нормативно-правових актів з охорони праці найбільш ефективним чином, починаючи з найбільш ризиків. Конкретний зміст профілактичних заходів залежить від виду небезпеки чи від виду невідповідності нормативно-правовому акту з охорони праці. При виборі таких заходів можна керуватися переліком завдань, що повинні сприяти реалізації цих заходів: приведення всіх чи найбільш небезпечних елементів виробничих процесів, ділянок, робочих місць у стан, що відповідає вимогам нормативно-правових актів з охорони праці; зниження ваги можливих наслідків нещасних випадків; зниження ймовірності нещасного випадку; поліпшення стану охорони праці.

При визначенні варіантів заходів необхідно враховувати, що для усунення виробничих небезпек можуть використовуватися такі способи: розробити новий, що відрізняється від використовованого, спосіб виконання операцій; усунути обставини (джерела), що створюють небезпеку; змінити технологію виконання робіт; зменшити частоту виконання небезпечної операції; відмовитися від виробничої операції, якщо усунути чи зменшити можливість травмування неможливо.

### **Висновки**

Профілактичні заходи на підприємствах харчової промисловості мають обов'язково базуватися на даних попереднього аналізу й оцінки. Відібрані після проведення підготовчої роботи заходи виявляються більш ефективними, ніж ті, що впроваджуються, виходячи лише з міркувань здорового глузду. Поєднання прогнозу окремої причини з основними видами травматичних подій, які вона зумовлює, вимагає насамперед застосування профілактичних заходів, спрямованих на запобігання найбільш значимим і небезпечним ризикам. Крім того,

таке поєднання дозволяє виконувати приведення безпеки праці і виробничого середовища на харчовому підприємстві у відповідність до вимог нормативно-правових актів з охорони праці найбільш ефективним чином, починаючи з найбільших ризиків. Конкретний зміст профілактичних заходів залежить від виду небезпеки чи від виду невідповідності нормативно-правовому акту з охорони праці.

### Література

1. *Репін М.В.* Удосконалення методів планування профілактичних заходів щодо промислової безпеки та охорони праці / М.В. Репін // Проблеми охорони праці в Україні. — 2012. — Вип. 24. — С.83 — 89.
2. *Євтушенко О.В.* Удосконалення моделі ризику виробничого травматизму на підприємстві / О.В. Євтушенко // Харчова промисловість. — 2014. — Вип. 16. — С. 133—137.
3. *Євтушенко О.В.* Выбор мероприятий для профилактики риска травмирования на рабочих местах предприятий пищевой промышленности / О.В. Евтушенко // Технические науки: современные проблемы и перспективы развития: Сборник материалов I Международной научно-практической конференции, 10 декабря 2012 г. — Йошкар-Ола, 2013. — С. 245—248.
4. *Євтушенко О.В.* Оценка риска травмирования на предприятиях пищевой промышленности с учетом тяжести его последствий / О.В. Евтушенко // Современное хлебопекарное производство: перспективы развития: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции, 12 апреля 2013 г. — Екатеринбург, 2013. — С. 74—77.
5. *Євтушенко О.В.* Визначення економічної ефективності заходів з поліпшення умов праці на підприємстві харчової промисловості / О.В. Євтушенко, А.О. Сирік, П.В. Породько // Харчова промисловість. — 2015. — № 17 — С. 132—136.
6. *Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: analysis of perceptions and attitudes of certified firms* // Journal of Cleaner Production. — 2012. — Vol. 24. — P. 36—47.
7. *Jnohara H.* Human Resource Development in Japanese Companies / H. Jnohara. — Токуо: JPC, 1990. — 294 p.
8. *Руководство по системам управления охраной труда: МОТ — СУОТ 2001* // ILO — OSH 2001. — Женева: МОТ, 2003. — 28 с.
9. *Євтушенко О.В.* Прогнозування ризиків виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості / О.В. Євтушенко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2013. — Вип. 51. — С.46—55.
10. *Evtushenko O.* Analysis of indicators of workplace occupational injuries at the food industry enterprises of Ukraine / O. Evtushenko, A. Siryk, P. Porodko, T. Krukouskaya // Ukrainian Food Journal. — 2015. — Vol. 4., Issue 1. — P. 157—169.
11. *Євтушенко О.В.* Дослідження причинно-наслідкових зв'язків характерних для виробничого травматизму на харчових підприємствах / О.В. Євтушенко, А.О. Водяник, Д.Д. Борисенко, А.М. Литвиненко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2013. — Вип. 50. — С.63—69.
12. *Постанова* Кабінету Міністрів України «Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві» від 30.11.2011 р. № 1232 // Офіційний вісник України.

## ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ И СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ РИСКА ТРАВМИРОВАНИЯ РАБОТНИКОВ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**О.В. Евтушенко, А.О. Сирьк, П.В. Породько**  
*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье обоснованы мероприятия и средства по профилактике производственного травматизма, направленные на предупреждение наиболее значимых и*

*опасных рисков травмирования работников предприятий пищевой промышленности на основе прогноза отдельной причины с основными видами травматических событий, которые она вызывает. Определена значимость причины и разновидности риска с учетом прогнозируемого удельного веса риска для травматизма со смертельным исходом. Приведены рекомендации по определению очередности внедрения и выбора вариантов мероприятий для приведения состояния безопасности труда и производственной среды на пищевом предприятии в соответствие с требованиями нормативно-правовых актов по охране труда наиболее эффективным образом, начиная с самых больших рисков. Результаты работы являются вкладом в развитие прикладных основ охраны труда в части, касающейся диагностики, моделирования экстремальных ситуаций, и могут быть использованы при совершенствовании проектов управленческих решений по обеспечению безопасных условий труда работников предприятий пищевой промышленности.*

**Ключевые слова:** *производственный травматизм, охрана труда, безопасность, труд, риск.*

## RESEARCH OF SPRAY DRYING OF PROTEIN-MINERAL EXTRACT

N. Sharkova, T. Turchina, G. Dekusha, M. Kozak

*Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine*

**Key words:**

*Spray drying  
Protein-mineral  
concentrate  
Temperature regimes  
Powder  
Drying kinetics*

**Article history:**

Received 13.01.2016  
Received in revised form  
29.01.2016  
Accepted 16.02.2016

**Corresponding author:**

N. Sharkova  
**E-mail:**  
npnft@ukr.net

**ABSTRACT**

The kinetics of drying single drops of protein-mineral extract from the musculoskeletal system of “poultry — chicken legs” was investigated. The process of spray drying of the product under different temperature regimes at pilot spray dryer with a diameter of 1.3 m and productivity of 10 kg/hr by evaporation was studied. The rational technological parameters of concentrate producing in dry form by spraying are proposed, which provide improved drying conditions of the product and reduce its drying time by 25%. Microstructural analysis of the obtained protein-mineral concentrate in dry form was conducted and its structural and mechanical characteristics were identified.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ БІЛКОВО-МІНЕРАЛЬНОГО ЕКСТРАКТУ

Н.О. Шаркова, Т.Я. Турчина, Г.В. Декуша, М.М. Козак

*Інститут технічної теплофізики Національної академії наук України*

*У статті досліджено кінетику сушіння одиничних крапель білково-мінерального екстракту з опорного апарату птиць — курячих лап. Досліджено процес розпилювального сушіння продукту при різних температурних режимах на експериментальній розпилювальній сушарці діаметром 1,3 м продуктивністю 10 кг/год по випарній волозі. Визначено раціональні теплотехнологічні параметри отримання сухої форми концентрату методом розпилювання, які забезпечують покращення умов висушування продукту і скорочення часу його сушіння на 25 %. Проведено мікроструктурний аналіз і визначено структурно-механічні характеристики отриманої партії сухої форми білково-мінерального екстракту.*

**Ключові слова:** розпилювальне сушіння, білково-мінеральний концентрат, температурні режими, порошок, кінетика сушіння.

**Постановка проблеми.** За даними Державного комітету статистики України станом на 1 січня 2015 року чисельність поголів'я сільськогосподарської птиці на підприємствах України склала 218 млн голів, де вторинні продукти



переробки птиці складають до 20 %. Серед них натуральним багатим джерелом білка колагену та кальцію є курячі лапи, тому переробка курячих лап на харчові цілі у вигляді білково-мінеральних добавок для харчування людей із різними захворюваннями кісток є актуальним і раціональним завданням [1—4].

Проведений комплекс досліджень процесів диспергування і гомогенізації колаген-кісткової вторинної сировини з опорного апарата птиць та подальшої її екстракції дозволив за рахунок поєднання біотехнологічних прийомів і ДІВЕ-обробки вихідного матеріалу отримати цінний природний білково-мінеральний екстракт, в який перейшло до 90 % кальцію і 80 % білка-колагену. Для збільшення терміну зберігання такого цінного продукту його доцільно отримувати в сухій формі [5].

**Мета дослідження.** Визначити характер та кінетику сушіння краплі багатокомпонентного водного розчину білково-мінерального екстракту і на основі отриманих результатів встановити раціональні теплотехнологічні параметри процесу розпилювального сушіння.

**Виклад основних результатів дослідження.** Дослідження кінетики сушіння одиничних крапель розчину білково-мінерального екстракту проводились у системі «крапля-парогазове середовище» на експериментальному стенді в потоці теплоносія, швидкість якого складала 0,5 м/с. Модельні краплі розчину білково-мінерального екстракту розміром  $\sim 1,5$  мм навішувались на спай термопари і висувувались у потоці теплоносія при температурах 140, 160 та 180 °С. Запис зміни температури крапель, що здійснювався в автоматичному режимі, дозволив отримати термограми процесу сушіння (рис. 1). За експериментальними даними, отриманими після спеціальної обробки термограм, були розраховані залежності відносної тривалості сушіння крапель від температури теплоносія: у періоді постійної швидкості сушіння  $\tau_{кр.1}/\tau_{зар} = f(T_n)$ , у стадіях кіркуттворення  $\tau_{кр.1-2}/\tau_{зар} = f(T_n)$ , кипіння  $\tau_{кр.2-3}/\tau_{зар} = f(T_n)$  та досушування  $\tau_r/\tau_{зар} = f(T_n)$ , загального часу сушіння  $\tau_{зар} = f(T_n)$ , а також швидкості прогрівання крапель екстракту на різних стадіях процесу зневоднення  $dT/d\tau = f(T_n)$  (рис. 2) [6—7].

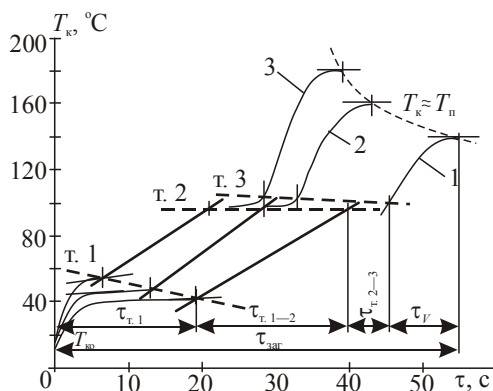


Рис. 1. Термограми сушіння крапель білково-мінерального екстракту при температурі повітря: 1 — 140 °С; 2 — 160 °С; 3 — 180 °С

Аналіз термограм сушіння крапель білково-мінерального екстракту (рис. 1) показав, що підвищення температурних режимів сушіння впливає на характер

кінетичних кривих і тривалість окремих стадій. Сам процес сушіння складається з періоду постійної швидкості сушіння до відмітки на термограмі першої критичної точки (точка 1), при якому відбувається випаровування вологи з вільної поверхні за температури, близької до температури «мокрого» термометра, та періоду падаючої швидкості сушіння, який, у свою чергу, складається з трьох стадій: стадії кіркутворення — відрізок кривої між точками на термограмі (точка 1 та точка 2); стадії кипіння (між точками 2—3) та завершальної стадії досушування — від точки 3 і до повного висушування, про що свідчить вихід температури висушеної краплі на температуру, близьку до температури повітря  $T_k \approx T_n$  [5].

Аналіз залежностей  $dT/d\tau = f(T_n)$ , наведених на рис. 2, показує, що збільшення температури повітря зі 140 до 180 °C майже не впливає на швидкість прогрівання крапель у періоді постійної швидкості сушіння (крива 1) і на стадії кіркутворення (крива 2), тоді як на стадії досушування (крива 3) швидкість прогрівання крапель зростає практично вдвічі. Це може бути пов'язано зі значним зниженням густини парів вологи над поверхнею більш висушеної при температурі 180 °C краплі (частки) і вказує на доцільність більш швидкого охолодження таких часток після завершення стадії досушування для уникнення зайвої термічної дії на термолабільні складові продукту.

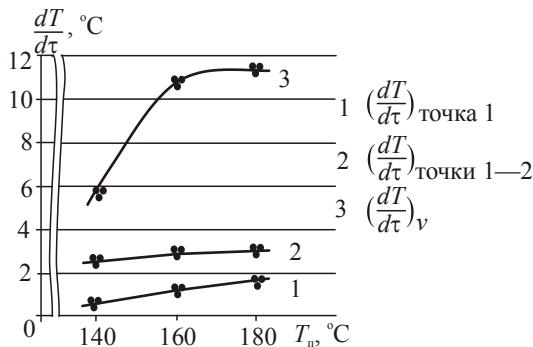


Рис. 2. Графічні залежності швидкості прогрівання крапель білково-мінерального екстракту на різних стадіях процесу зневоднення від температурних режимів: 1 — стадія постійної швидкості сушіння; 2 — стадія кіркутворення; 3 — стадія досушування

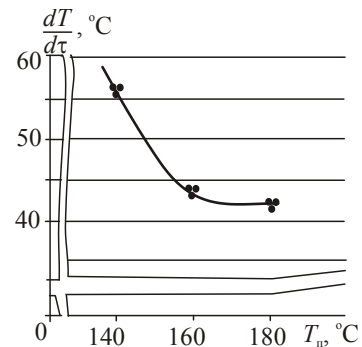
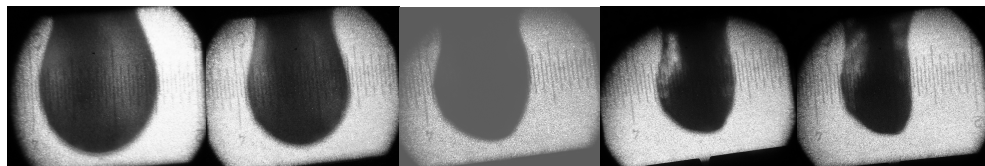


Рис. 3. Вплив температурних режимів на загальний час сушіння крапель білково-мінерального екстракту

За результатами досліджень процес розпилювального сушіння розчинів білково-мінерального екстракту доцільно проводити при температурах теплоносія на вході в камеру  $\geq 180$  °C, оскільки за умов більш високих температур без загрози ушкодження продукту загальний час сушіння крапель скорочується на 25 %, про що свідчить графічна залежність  $\tau_{\text{зар}} = f(T_n)$  (рис. 3).

Крім того, як показали дослідження динаміки змінення форми та розміру крапель у процесі їх зневоднення із застосуванням засобів цифрової фото- і кінозйомки, процес сушіння крапель білково-мінерального екстракту спричиняє монотонне ущільнення їх структури (рис. 4). В результаті висушені при температурі теплоносія 180 °C частки мають більш монолітну структуру, а

їхні кінцеві розміри менші за початкові майже у 2 рази, що свідчить про високі вологопровідні властивості утвореної на поверхні краплі кірки. В умовах розпилювальної сушарки це збільшить насипну густину порошку, покращить його структурно-механічні і сепараційні характеристики та забезпечить підвищення його виходу з камери сушарки.



**Рис. 4. Кінограма сушіння краплі білково-мінерального екстракту при температурі теплоносія 180 °С**

На основі отриманих експериментальних даних розроблені рекомендації щодо організації процесу розпилювального сушіння водного розчину білково-мінерального екстракту.

Апробація технології отримання сухої форми білково-мінерального екстракту проводилась на експериментальній розпилювальній сушарці ІТТФ НАН України РЦ-1,3 продуктивністю 10 кг/год циліндро-конічного типу з верхнім підводом теплоносія і дисковим розпилювачем [6].

Вихідний розчин білково-мінерального екстракту при подачі в сушильну камеру має такі характеристики:

- вміст сухих речовин, % — 5,0;
- температура продукту, °С — 18...20.

Вихідний розчин білково-мінерального екстракту за допомогою плунжерного насоса-дозатора подавався на відцентровий диск розпилювальної сушарки і розпилювався у потоці нагрітого теплоносія, який подавався в корінь факела розпилю. Температурні параметри теплоносія такі:

- на вході в камеру, °С — 182±5;
- на виході з камери, °С — 82±2.

Процес сушіння проводився без застосування системи термостатування.

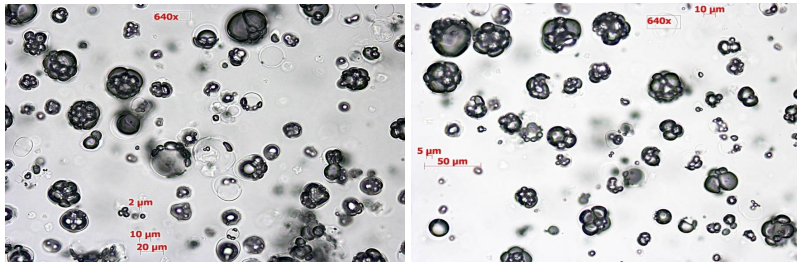
В об'ємі сушильній камері в результаті взаємодії складових системи крапля-парагазове середовище диспергований матеріал зневоднювався, перетворюючись на порошок, який з відпрацьованим повітрям по системі пневмотранспорту надходив до циклону, де відбувалась його сепарація й вивантаження до приймальної ємності, після чого відпрацьоване повітря спрямовувалось вентилятором через фільтр в атмосферу.

Вихід порошку складав близько 90 %, що характерно для процесу сушіння високовологих матеріалів, коли через утворення значної кількості часток малих розмірів < 10 мкм, схильних до витання, ускладнюється процес їх сепарації з відпрацьованого теплоносія. Отриманий білково-мінеральний концентрат характеризувався як однорідний, сипкий і тонкодисперсний порошок.

Мікроскопічні дослідження, що проводились на оптичному мікроскопі «Axio Imager» німецької фірми Carl Zeiss за методом сухого насипання поро-

шку на предметне скло, а для вищих збільшень (з додаванням імерсійної олії), підтвердили утворення агломератів розміром 40...60 мкм, що включали мікрочасточки розміром 10...20 мкм (рис. 5). За мікроструктурним аналізом структура переважної кількості часток порошку є однорідною і включає волокна колагену й еластину розмірами до 5 мкм.

Проведені дослідження дозволили зробити висновок, що для збільшення виходу порошку білково-мінерального екстракту з розпилювальної сушарки доцільно концентрацію сухих речовин у вихідному розчині, що подається в камеру, збільшити до 20...25 %.



**Рис. 5.** Мікрочасточки порошку білково-мінерального екстракту при збільшенні у 640 разів (зразки виготовлені із застосуванням імерсійної олії)

Експериментально встановлено, що насипна густина порошку занадто низька і у вільній насипці складає  $0,154 \text{ кг/м}^3$ , а кут природного укосу —  $37^\circ$ . Вологість порошку залежала від зони та часу його відбору:

- з приймальної ємкості, % — 5,4;
- зметеного із стінок камери після досліду, % — 3,1;
- після зберігання на відкритому повітрі протягом 5 діб, % — 10,5.

Як видно з цих показників, порошок, що осів на стінках камери, мав вологість  $\sim 3 \%$ , а та його частина, яка у складі двофазного потоку транспортувалась пневмотранспортом до циклону безпосередньо в об'ємі відпрацьованого вологого повітря, зволожувалась до 5,4 %. Виходячи з мікроструктурного аналізу, гігроскопічність порошку пов'язана з його розвиненою поверхнею.

Для зниження вологості такий порошок доцільно отримувати на розпилювальних сушарках із розподільним виходом порошку і теплоносія. Крім того, для зберігання такого гігроскопічного продукту доцільно використовувати герметичні умови та засоби пакування, дотримуючись особливих правил його зберігання і використання, оскільки на відкритому повітрі порошок набирає вологу, починає грудкуватись, втрачати сипкість і поступово може стати непридатним для застосування.

Дослідні партії порошкового білково-мінерального концентрату пройшли рентгено-флюоресцентний аналіз на склад мінералів, а за модифікованим методом Лоурі — на масову частку білка. Результати проведених досліджень були використані при розробці технології виробництва нового харчового продукту — концентрату білково-мінерального, який містить 85 % білка і 10 % мінеральних речовин, 60 % з яких складає кальцій у легкозасвоюваній формі та інші характерні для кісткової тканини мікро- і макроелементи.

### Висновки

1. Проведені дослідження кінетики сушіння одиничних крапель і процесу розпилювального сушіння довели можливість отримання високоякісного білково-мінерального концентрату в сухій формі методом розпилювання.

2. Експериментально встановлено раціональні режими роспилювального сушіння білково-мінерального екстракту — температура теплоносія на вході в камеру становить 180...190 °С, що забезпечує скорочення часу сушіння на 25 %, покращення умов висушування продукту і збільшення терміну його зберігання до 1 року.

3. Отримана дослідна партія порошкового продукту — білково-мінерального концентрату.

4. Отримані результати досліджень використані при розробці технології виробництва білково-мінерального концентрату в промислових обсягах.

### Література

1. Токаев Э.С. Медико-биологические и физико-химические аспекты использования балластных веществ в продуктах лечебного назначения / Э.С. Токаев, Н.В. Гурова // Обзорная информация. Серия Мясная и холодильная промышленность, АгроНИИТЭИПШ. — 1996. — № 1. — С. 23—25.

2. Файвишевский М.Л. Переработка кости на мясоперерабатывающих предприятиях [Текст] // Мясная индустрия. — 2010. — № 1. — С. 62—65.

3. Кроха Ю.А. Рациональное использование кости зарубежом: Обзор. Информация / Ю.А. Кроха, Н.А. Александрова, А.Э. Степнова. — Москва: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1985. — 40 с.

4. Чекман И.С. Кальция цитрат — клинично-фармакологическая активность // Провизор. — 2003. — № 11 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.provisor.com.ua>.

5. Козак М.М. Дослідження впливу тепломасообмінних параметрів на процес екстракції мінеральних речовин із колаген-кісткової сировини субпродуктів птиці / М.М. Козак, Е.К. Жукотський, Г.В. Декуша, Н.О. Шаркова та ін. // Промислова теплотехніка. — 2010. — Т. 32, № 2. — С. 97—104.

6. Шаркова Н.О. Дослідження кінетики сушіння крапель білково-мінерального екстракту / Н.О. Шаркова, Е.К. Жукотський, Л.Ю. Авдеева та ін. // Наукові праці. — 2011. — Вип. 39, Т. 2. — С. 358—361.

7. Долинский А.А. Кинетика и технология сушки распылением / А.А. Долинский, К.Д. Малецкая, В.В. Шморгун. — Київ: Наукова думка, 1987. — 224 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНОГО ЭКСТРАКТА

Н.А. Шаркова, Т.Я. Турчина, А.В. Декуша, Н.Н. Козак

*Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины*

*В статье исследована кинетика сушки одиночных капель белково-минерального экстракта из опорного аппарата птиц — куриных лап. Исследован процесс распылительной сушки продукта при разных температурных режимах на экспериментальной распылительной сушилке диаметром 1,3 м производительностью 10 кг/час по испаренной влаге. Определены рациональные теплотехнологические параметры получения сухой формы концент-*

*рата методом распыления, обеспечивающие улучшение условий сушки продукта и сокращения времени его сушки на 25 %. Проведен микроструктурный анализ и определены структурно-механические характеристики полученной партии сухой формы белково-минерального экстракта.*

**Ключевые слова:** *распылительная сушка, белково-минеральный концентрат, температурные режимы, порошок, кинетика сушки.*

## REGIME METHODS OF THE MASS TRANSFER INTENSIFICATION

A. Sokolenko, A. Shevchenko, A. Martseniuk

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*The intensification of mass transfer  
Transitive regime  
Sharp pressure decrease  
Creation of underpressure  
Cavitation  
A discrete-pulse supply of energy*

**ABSTRACT**

The regime methods of mass transfer intensification for food technology are considered, to which single or repeated use of transient regimes is related, by the change of hydrodynamic conditions of motion of the environments, sharp decline of pressure, creation of rarefaction, cavitation and discretely-impulsive supply of energy. Regime ways of intensification are based on the existence of indissoluble communications between all parameters of technological systems owing to what change of any parameter of the system leads to the reorganization of all others parameters and to the acceleration of the transfer processes. Single and repeated creation of transfer regimes and cavitation allow using the internal energy of technological systems more completely. The discrete-pulse supply of energy based on the substantial increase repeated with the big frequency and subsequent sharp decrease of pressure requires an intensive supply of external energy.

---

**Article history:**

Received 14.01.2016  
Received in revised form  
01.02.2016  
Accepted 19.02.2016

---

**Corresponding author:**

A. Sokolenko  
**E-mail:**  
npnft@ukr.net

---

## РЕЖИМНІ СПОСОБИ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ МАСООБМІНУ

A.I. Соколенко, O.I.Y. Шевченко, O.C. Марценюк

Національний університет харчових технологій

З урахуванням специфіки харчових виробництв у статті проаналізовано режимні способи інтенсифікації масообміну, до яких віднесене одно- або багаторазове використання перехідних режимів за допомогою зміни гідродинамічних умов руху середовищ, різкого зниження тиску, створення розрідження, кавітації та дискретно-імпульсного підведення енергії. Режимні способи інтенсифікації базуються на існуванні нерозривних зв'язків між усіма параметрами технологічних систем, унаслідок чого зміна будь-якого параметра системи призводить до перебудови всіх інших її параметрів і прискорення процесів перенесення. Одно- і кількарізне створення перехідних режимів і кавітація надають можливість найповніше використати внутрішню енергію технологічних систем. Дискретно-імпульсне підведення енергії, основане на повторюваному з великою частотою значному підвищенні і подальшому різкому зниженні тиску, вимагає інтенсивного підведення зовнішньої енергії.

**Ключові слова:** інтенсифікація масообміну, перехідні режими, різке зниження тиску, створення розрідження, кавітація, дискретно-імпульсне підведення енергії.

**Постановка проблеми.** Під інтенсифікацією процесів розуміють збільшення швидкості їх перебігу (виходу продукту з одиниці об'єму апарата). Закони збереження енергії і маси вказують на те, що інтенсифікацією процесів не можна створити додаткову енергію чи масу, проте можна, за рахунок збільшення швидкості перебігу процесів, зменшити розміри апаратів, теплові і продуктові втрати, капітальні й експлуатаційні витрати.

Є два основні способи інтенсифікації безперервних процесів: технологічні і режимні.

*Технологічні* способи полягають у створенні і підтриманні більш високих рушійних сил (перепадів тисків, температур, концентрацій між вхідними й вихідними потоками) і зниженні опорів процесам перенесення у стаціонарних процесах.

*Режимні способи* інтенсифікації передбачають порушення стаціонарності процесів внесенням у систему збурень певних її параметрів за допомогою механічних (вібрації частин апаратів, пульсації середовищ, зміна інтенсивності перемішування) або фізичних (електричні і магнітні поля, акустичні коливання) способів впливу.

Застосування режимних способів базується на існуванні нерозривних зв'язків між усіма параметрами технологічних систем, включаючи і конструкційні параметри, тому зміна будь-якого параметра системи, згідно з принципом Ле-Шательє, призводить до перебудови всіх інших параметрів і встановлення їх на інших значеннях, які відповідають новим умовам рівноваги системи. Під час нетривалого встановлення рівноваги на новому термодинамічному рівні у системі відбуваються інтенсивні енергетичні перетворення, які супроводжуються прискореним перебігом процесів перенесення.

Наприклад, зміна температури проведення абсорбції призведе до зміни тиску, густини і в'язкості продуктів, поверхневого натягу, хімічних і енергетичних потенціалів, закономірностей фазової рівноваги, об'єму системи тощо, а також до зміни характеру течії середовища, турбулізації потоків і, як наслідок, до посилення тепло- та масообміну в період переходу параметрів до нових значень. Обмежене в часі перебування системи у стані інтенсивної перебудови її параметрів після внесення збурень є перехідним станом її функціонування [1]. Режимні способи інтенсифікації тепломасообміну базуються на використанні перехідних станів.

Збурення систем відбувається внаслідок взаємодії керуючої сили і сил інерційного опору, причому кожна система характеризується своєю інерційністю і пружністю, тому після першого імпульсу зміни параметрів системи до нових значень відбувається часткове повернення цих параметрів упродовж певного часу до початкових значень. Повертаючись до початкових значень, параметри системи за інерцією минають рівноважні значення, досягають максимальних зворотних амплітуд і знову рухаються в напрямку початкових змін, тобто відбувається коливальний процес. Отже, перехідні стани нерозривно пов'язані з коливальними явищами, тому, накладаючи на систему коливання, можна створювати і підтримувати перехідні режими.

У фазі розгону коливання енергія збурюючого параметра витрачається на роботу, пов'язану з подоланням сил інерційного опору і зростанням кінетичної енергії системи. У фазі досить рівномірної зміни параметрів (проходження



амплітуди поблизу точки рівноваги) має місце приблизна рівновага діючих сил, а кінетична енергія витрачається лише частково переважно у формі дисипативних явищ, пов'язаних з нагріванням середовища. У фазі гальмування кінетична енергія переходить у потенціальну.

Для створення первинних коливань можна використовувати будь-які параметри системи, проте в реальних умовах зручно створювати баричні та механічні коливання, які найбільше турбулізують потоки і прискорюють тепломасообмін. Ступінь інтенсифікації процесів перенесення обумовлюється амплітудою і частотою коливань, однак існує певна межа інтенсифікації, оскільки зростання рівня турбулентності призводить до більш інтенсивного збільшення дисипативних втрат.

Інтенсифікація процесів перенесення вимагає додаткового введення у систему енергії: механічної (кінетичної і потенціальної), теплової, електричної, магнітної, хімічної, поверхневої (енергії поверхневого натягу). Енергія витрачається на підтримання перехідних явищ, причому кожна форма енергії може перетворюватись в іншу, зокрема в енергію механічних пульсацій. Перетворення форм енергії в інші і в теплову відбувається без втрат, за винятком теплової енергії, яка згідно з другим законом термодинаміки перетворюється в інші форми лише частково. Оскільки тепла енергія на даний час залишається основним першоджерелом енергії, то слід дотримуватися мінімальних її втрат, викликаних енергетичними перетвореннями.

До основних режимних способів інтенсифікації масообміну на основі використання перехідних станів відносять перехідні режими, технології різкого зниження тиску, створення розрідження, кавітацію, дискретно-імпульсні технології.

**Мета дослідження.** З урахуванням специфіки харчових виробництв проаналізувати режимні способи інтенсифікації масообміну, зокрема одно- або багаторазове використання перехідних режимів за допомогою зміни гідродинамічних умов руху середовищ, різкого зниження тиску, створення розрідження, кавітації та дискретно-імпульсного підведення енергії.

**Викладення основного матеріалу.** Інтенсифікація процесів перенесення у перехідних станах досягається не за рахунок зовнішнього джерела енергії, хоч на внесення збурень теж витрачається енергія, а переважно внаслідок вивільнення раніше накопиченого внутрішнього енергетичного потенціалу, який досить рівномірно розподілений у системі, забезпечуючи при цьому її однорідну активацію [1]. Вивільнення великої кількості енергії впродовж обмеженого часу перехідних станів сприяє значній інтенсифікації технологічних процесів. Вплив перехідних станів на середовище оцінюють за кількістю виділеної питомої (віднесеної до одиниці маси) енергії, кДж/кг.

Перехідні режими [1] у газорідних системах найпростіше створювати за допомогою змін тиску, наприклад, при аерації (розчиненні кисню під час барботажу повітря) культурального середовища, що знаходиться в закритому циліндричному апараті. Збільшення зовнішнього тиску призводить до першої стадії перехідного процесу — стиснення середовища зі зміною всіх параметрів системи, серед яких найбільш помітними є зменшення об'єму середовища і висоти газорідного шару. Зменшення об'єму середовища відбувається внаслідок стиснення газової фази.

Тиск поширюється на весь об'єм системи, тому кожна газова бульбашка зазнає стиснення і її розміри зменшуються. Бульбашки менших розмірів спливають з меншими швидкостями відносно рідкої фази, частоти власних коливань менших бульбашок зростають, траєкторії їх спливання стають більш прямолінійними, що змінює швидкість оновлення поверхні контакту фаз. Зростання тиску всередині бульбашок супроводжується зміною розчинності кисню й азоту і перерозподілом співвідношень фазової рівноваги.

Зменшення загального об'єму системи супроводжується рухом пристінних шарів середовища відносно стінок апарата, причому швидкість відносного руху більша у верхній частині апарата, що впливає на пристінну й загальну циркуляцію середовища. Під впливом тиску збільшується загальна густина і зменшується об'ємний газовміст (відношення об'єму газової фази до загального об'єму системи) продукту, що призводить до зміни пружності і частоти власних коливань системи.

Зростання тиску супроводжується частковим нагріванням системи, що змінює густину і в'язкість її складових, величину поверхневого натягу, підвищує внутрішню енергію системи. Внаслідок пружних властивостей системи максимальне зростання тиску на момент найбільшої деформації досягає майже подвійного значення від величини зміни керуючого початкового збільшення тиску.

Імпульсна зміна тиску обумовлює імпульсний режим зміни всіх інших параметрів, що призводить до додаткової турбулізації потоків та інтенсифікації масообміну. Збільшення тривалості імпульсної зміни тиску знижує інтенсивність перехідних явищ і при досить повільних змінах тиску перехідні режими взагалі не утворюються.

Після досягнення максимальних збурень під впливом імпульсного збільшення тиску система внаслідок пружних властивостей переходить у другу стадію перехідного режиму, пов'язану зі зниженням тиску і розширенням середовища. Зміни середовища, характерні для першої стадії перехідного режиму, відбуваються в протилежному напрямку, але не в симетричному відображенні. Турбулізація потоку не спадає, а посилюється. Несиметричність змін пояснюється різними початковими й граничними умовами першої і другої стадій перехідного режиму, тому тривалість першої й другої стадій на момент досягнення максимальних значень параметрів різна.

Флуктуації зовнішнього тиску проявляються в усьому об'ємі газорідних середовищ, а не в окремих його зонах, і впливають як на газову, так і на рідку фазу. Інтенсифікація масообміну обумовлена головним чином турбулізацією рідких плівок на поверхні поділу рідкої і газової фаз, що важливо для масообміну у випадку важкорозчинних газів. Зміни об'єму і форм бульбашок посилюють перемішування всередині бульбашок, що сприяє абсорбції легко-розчинних газів. Коливання тиску супроводжується явищами об'єднання та подрібнення газових бульбашок і, відповідно, змінами поверхні контакту фаз та енергетичних співвідношень. Отже, флуктуації зовнішніх тисків є універсальним засобом інтенсифікації масообміну в газорідних середовищах як для важко-, так і для легко-розчинних газів.

Найбільший імпульсний вплив на середовище відповідає резонансній частоті, яка може бути розрахована за теоретично встановленою співробітниками кафедри теоретичної механіки і пакувальної техніки НУХТ формулою:

$$f = \frac{P_2 F}{3\pi \sqrt{u_1 m_{\text{пр}} (P_2 - P_1)}},$$

де  $F$  — площа перерізу циліндричної частини апарата, на яку діє зовнішній тиск;  $m_{\text{пр}}$  — приведена маса газорідинної системи, яка в розглянутому випадку дорівнює третині загальної маси газорідинної системи.

Робота в резонансних режимах може призвести до руйнування обладнання, тому рекомендована частота зовнішніх збурень повинна відрізнятись від значень резонансної частоти приблизно на 10 %.

Один із варіантів апарата з використанням пульсацій тиску подано на рис. 1. Апарат призначений для культивування мікроорганізмів і працює таким чином: у нижню частину корпусу 1 апарата з охолоджувальною оболонкою 2 подається стиснене повітря через барботер 3, який забезпечує рівномірний розподіл маленьких бульбашок повітря у поперечному перерізі апарата. Відвідний патрубок 4 для газу оснащений шиббером 5 і привідним механізмом 6, який за допомогою датчика 7 дозволяє повністю або частково з регульованою частотою перекривати відведення газу, забезпечуючи різні режими зміни тиску в газовому просторі апарата.

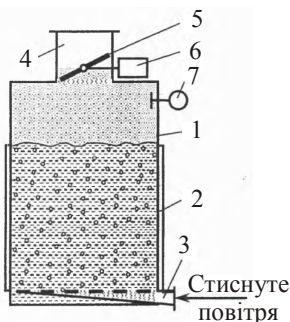


Рис. 1. Апарат для культивування мікроорганізмів з використанням пульсацій тиску

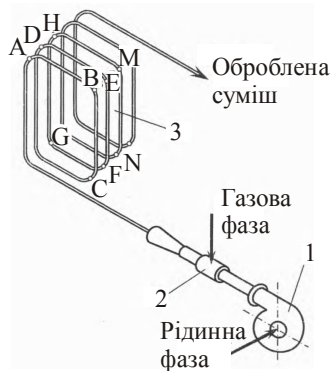
Датчик 7 дозволяє враховувати інерційні властивості системи при різних рівнях заповнення апарата і різних об'ємних газовмістах середовища. У стадії стиснення до середовища підводиться енергія стисненого повітря, а у стадії розширення потенціальна енергія стисненого повітря перетворюється в кінетичну. Оптимальна частота коливань тиску дозволяє забезпечити інтенсивну абсорбцію кисню культуральним середовищем в умовах безперервних перехідних режимів. Вихід з ладу обладнання внаслідок резонансних коливань усувається за допомогою часткового перекривання шиббером відвідного патрубку.

Для організації перехідних режимів на основі зміни гідродинамічних умов руху середовищ використовують розширення або звуження потоків, проходження потоків через ділянки місцевих опорів, труби Вентурі, взаємодію потоків, що рухаються під різними кутами. Такі перехідні ділянки можна розміщувати безпосередньо в транспортувальних трубопроводах.

Варіант абсорбційного пристрою з організацією перехідних режимів змінною гідродинамічних умов руху потоку показано на рис. 2. У пристрої, до

складу якого входить насос 1, інжектор газу 2 і спеціальний змійовик 3, переходи між вертикальними і горизонтальними ділянками змійовика здійснюються колінами обмежених радіусів у точках А, В, С, D, E, F, G та ін. Число ділянок утворення перехідних режимів відповідає кількості колін, а інтенсивність перехідних режимів визначається швидкістю руху газорідного потоку і радіусами переходів.

Динамічні збурення пояснюються змінами на заокруглених ділянках взаємодії інерційних сил потоку зі стінками трубопроводу та з відцентровими силами. Переходи від прямолінійних ділянок потоку до криволінійних і навпаки супроводжуються стрибками прискорення, що відповідає в механіці ударам і додатковим механічним впливам. Важливо, що силу таких ударів можна регулювати. Найбільші динамічні впливи на потоки відповідають гідравлічним ударам, які можна створювати, наприклад, за допомогою гідравлічного тарана або електроіскрових розрядів.



**Рис. 2. Абсорбційний пристрій з криволінійними ділянками руху потоку**

Перспективним напрямком інтенсифікації поширених у харчовій промисловості процесів з реалізацією барботажних режимів є періодична зміна напрямків руху циркуляційних контурів за допомогою попереминої подачі газової фази у периферійну і центральну барботажні зони апаратів. Постійна перебування циркуляційних контурів сприяє зменшенню приблизно вдвічі швидкості спливання бульбашок, додатково турбулізує потоки, посилює насичення газом робочих продуктів і вивільнює частину енергії, що витрачається на підтримання циркуляційних контурів.

Технології різкого зниження тиску базуються на вивільненні високого енергетичного потенціалу насиченого газом стисненого газорідного середовища і тісно поєднані з процесами абсорбції й десорбції. Різде зниження тиску призводить до руйнування біологічних і клітинних структур і використовується в технологіях виробництва овочевих, фруктових і ягідних напоїв, у технологіях, пов'язаних з екстрагуванням речовин з сировини рослинного походження, диспергування середовищ тощо.

Використовувати можна будь-який газ, у тому числі й інертний. Найзручнішим є діоксид вуглецю, особливо в технологіях тих виробництв, де він виділяється при бродінні перероблюваного продукту (пива, спирту, вин, шампанського тощо). Перевагами діоксиду вуглецю є висока розчинність, інертність і доступність.

Оскільки об'єм рідини при стисканні практично не змінюється, то потенціальна енергія стисненої газорідинної системи, яка дорівнює добутку тиску на об'єм  $E_{\text{п}}=PV$ , розподілена у газових бульбашках та в надрідинному газі, досягає значень від 0,5 до 5,0 кВт на 1 м<sup>3</sup> середовища. Швидка розгерметизація системи призводить до початкового імпульсу різкого падіння тиску за рахунок нерозчиненої в рідині газової фази, а потім тиск знижується більш повільно внаслідок початку десорбції розчиненого газу. Інтенсивність руйнування клітинних структур визначається першим імпульсом, тривалість якого повинна бути якнайменшою.

Унаслідок десорбції розчиненого газу тиск у системі після першого імпульсу різкого падіння і припинення розгерметизації зростає до настання нового рівня рівноваги, тому можна провести наступну розгерметизацію, але з меншим енергетичним впливом. Ступінчаста розгерметизація доцільна в умовах обмеженого об'єму газової фази, коли втрата енергетичного рівня системи внаслідок десорбції газу відбувається повільно.

Прикладом ефективного використання різкого зниження тиску замість пресування може бути виділення соку виноградних ягід від м'якоти у виноробстві. Обладнання для пресування дозволяє створити високі тиски, що збільшують вихід рідкої фази, проте при підвищених тисках у рідку фазу переходять небажані речовини, тому при виробництві суслу для шампанських вин створювані у пресах тиски обмежують, призначають ступінчасті режими стиснення, витримують паузи у часі. За таких технологічних прийомів преси перетворюються на складне, матеріаломістке та високовартісне обладнання, яке до того ж не повністю забезпечує рівномірність обробки сировини. Різде зниження тиску однаково впливає на кожен частинку продукту.

Для виділення соку апарат із сокоягідною сумішшю герметизують, заповнюють діоксидом вуглецю під тиском до 1,2 МПа, витримують певний час (до 15 хв) з метою насичення суміші газом, а потім різко знижують тиск. Під час різкої розгерметизації швидкість виділення газової фази всередині клітинних структур значно перевищує швидкість молекулярної дифузії газу крізь оболонки клітин, різниця тисків у клітинах і в зовнішньому середовищі перевищує міцність оболонок клітин, внаслідок чого відбувається їх руйнування й активний вихід соку.

Спочатку впродовж короткого проміжку часу, під впливом тиску розчиненого в клітинах газу, форма клітин унаслідок порушення молекулярних зв'язків змінюється, наближаючись до сферичної. Після цього клітинні оболонки розриваються і відбувається досить повне виділення соку.

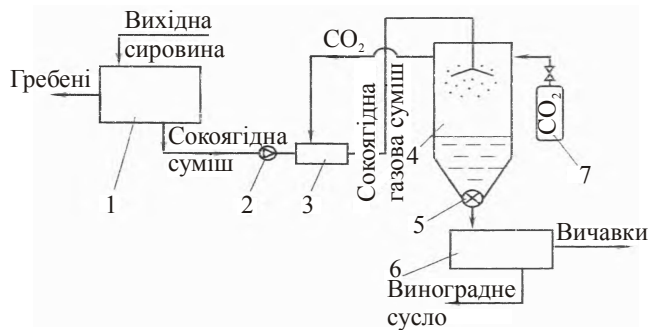
Схема одержання виноградного соку за допомогою різкого зниження тиску подана на рис. 3. За цією схемою у гребневідокремлювачі 1 виноградні ягоди відокремлюються від гребнів і роздавлюються, а отримана сокоягідна суміш насосом високого тиску 2 через ежекторний пристрій 3, у якому вона насичується діоксидом вуглецю, по трубопроводу високого тиску подається в дегазатор 4. Різде зниження тиску під час розбризкування насиченої газом сокоягідної суміші у дегазаторі призводить до руйнування клітинних структур і виділення соку, який разом з м'якоттю збирається у нижній частині де-

газатора, звідки через шлюзовий затвор 5 відводиться у пневмо-механічний прес 6 для відокремлення сула.

Насичення сокоягідної суміші в ежекторі 3 здійснюється діоксидом вуглецю, який відсмоктується з газового простору дегазатора, створюючи в ньому розрідження. Циркуляція діоксиду вуглецю в системі ежектор-дегазатор знижує його витрати на проведення процесу. Балон 7 служить для поповнення системи газом. Діоксид вуглецю може подаватись у дегазатор із бродильних чанів. Застосування ежектора скорочує тривалість насичення суміші газом.

За допомогою різкого зниження тиску можна оброблювати не тільки рідкі середовища, а й вологі продукти рослинного й тваринного походження за обмежених температур з одержанням продуктів підвищеної якості для дитячого харчування (соки, пюре, джеми), одночасно забезпечуючи знищення шкідливої мікрофлори.

У технологіях використання розрідження абсолютний тиск знижують від атмосферного до більш низьких значень, на відміну від технологій різкого зниження тиску, в яких високий тиск насиченої газом системи знижують від надлишкового до атмосферного. При створенні розрідження спостерігаються явища, аналогічні до тих, що відбуваються при різкому зниженні тиску, але на фоні нижчих температур і тисків газу. З наближенням абсолютного тиску до нульових значень майже до нуля падає розчинність газу, що обмежує або навіть припиняє діяльність мікроорганізмів, зокрема процес бродіння.



**Рис. 3.** Схема використання різкого зниження тиску для одержання виноградного сула

Розрідження застосовують для відокремлення оболонки плодів і овочів від їх основної маси. При цьому на першому етапі продукцію нагрівають до регламентованої температури, а потім різко знижують тиск у герметизованому об'ємі.

Обробкою розрідженням замінюють операцію бланшування плодів у виробництві компотів. Розрідження забезпечує видалення з міжклітинних каналів повітря і полегшує проникнення у тканини сиропів. Це забезпечує стабілізацію кольору й аромату плодів упродовж зберігання продукції.

Деаерацію води розрідженням використовують у виробництві напоїв з метою видалення розчинених газів, які можуть надавати напоям неприємного присмаку й запаху. Видалення розчиненого кисню зменшує перспективу утворення колоїдних зависей у готовій продукції і сприяє підвищенню розчинності діоксиду вуглецю. У системах живлення парогенераторів деаерація призначена для видалення газів, особливо кисню, який є причиною корозії елементів енергосистем при підвищених температурах.

У герметизованих апаратах при виробництві пива всіляко запобігають контакту напою з киснем або повітрям, тому перед подаванням напою у системі створюють розрідження, а потім її заповнюють діоксидом вуглецю. При фасуванні пива в скляну тару передбачається разове або кількаразове чергування розрідження перед заповненням пляшок діоксидом вуглецю. Крім того, за достатнього розрідження відбувається адіабатне википання залишків обполіскуваної води у пляшках і знищення мікрофлори, яка була у воді.

Остаточний тиск при створенні розрідження обмежується технічною доцільністю і складає 0,005...0,01 МПа. За таких тисків і певних температур розрідження може супроводжуватись кипінням і кавітацією.

Кавітація — розривання рідини в обмежених її об'ємах під дією розтягуючих напружень — виникає внаслідок зниження тиску в рідині, нижчому за тиск насиченої пари, характеризується утворенням дрібних бульбашок і порожнин (каверн), заповнених паром рідини й розчиненими газами [2]. Зародками утворення пустот можуть бути розчинені гази, молекули або групи молекул інших речовин, а також гази у вигляді наддрібних бульбашок радіусом  $10^{-9}$  м, мікроорганізми або продукти їх діяльності.

Енергетичним джерелом кавітації, яке у перехідному стані використовується на створення поверхні поділу фаз між газом і рідиною, утворення пари та на генерацію інтенсифікуючих явищ, є власний потенціал середовища й енергія насоса.

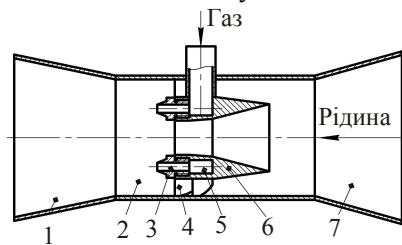
Кавітацію можна створити безпосереднім зниженням тиску, зміною гідродинамічних умов руху середовища в напірних каналах, які призводять до зниження тиску, механічними коливаннями різних частот, ультразвуком, електричними розрядами тощо.

Після короткочасного зниження і подальшого вирівнювання тиску відбувається стрибкоподібне захоплення (зникнення, колапс) кавітаційних бульбашок унаслідок конденсації пари і розчинення газів, якими були заповнені бульбашки. Захоплення бульбашок розміром близько  $10^{-7}$  м, розміщених на відстані менше 1 мм, супроводжується виникненням ударних хвиль з великою амплітудою тиску, який на відстані 1,59 радіуса від центра бульбашки досягає 400...500 МПа. Короткий час захоплення бульбашок (близько  $0,5 \cdot 10^{-6}$  с) наближає процес до адіабатичного, що призводить до різкого зростання температури газової фази до 2000 К.

Унаслідок перерозподілу зарядів на поверхні поділу фаз створюються електричні поля високої напруженості й електричний пробій, який супроводжується випромінюванням в ультразвуковій частині спектра. При цьому в кавітаційних порожнинах виникають іонізовані збуджені молекули та іони, вільні радикали тощо. Молекули води розпадаються на валентно насичені атоми водню  $H^{\cdot}$  і гідроксильні радикали  $OH^{\cdot}$ . Важливі наслідки для біологічних середовищ має утворення перекису водню  $H_2O_2$  і озону  $O_3$ . Останні процеси суттєво залежать від наявності в рідкому середовищі розчиненого кисню.

Ударні хвилі, що виникають унаслідок захоплення досить рівномірно розподілених у рідині бульбашок, інтенсифікують технологічні процеси, у тому числі процеси тепло- і масообміну, і навіть дозволяють проводити деякі хімічні процеси з великою енергією активації, які не можна провести за звичайних умов.

На рис. 4 показано один з варіантів проточного гідродинамічного кавітаційного пристрою (змішувача) з нерухомим кавітатором для проведення абсорбції газу [3]. Кавітаційний змішувач складається з конфузора (звужувача потоку) 7, проточної камери 2 і дифузора (розширювача потоку) 1. Всередині проточної камери 2 розміщений гідродинамічний кавітаційний пристрій для абсорбції газів з нерухомим кавітатором 6, який має центральний отвір для додаткового звуження потоку. Кавітатор розділяє потік рідини на два потоки: внутрішній, що проходить через центральний отвір кавітатора, і зовнішній, що рухається в зазорі між зовнішньою поверхнею кавітатора й проточною камерою. У цьому зазорі на зовнішній поверхні кавітатора під кутом закріплені лопаті 4, які закручують зовнішній потік рідини і сприяють її перемішуванню з газом. Внутрішній потік має більшу швидкість за рахунок звуження центрального отвору, що посилює інжектування діоксиду вуглецю.



**Рис. 4. Гідродинамічний кавітаційний пристрій для абсорбції газів**

За кавітатором 6 потік розширюється, тому між зовнішнім і внутрішнім потоками утворюється зона зниженого тиску, в яку вводиться газ через систему внутрішніх каналів 5 у тілі кавітатора. Канали закінчуються форсунками 3, спрямованими в бік руху потоку. Введення газу між двома потоками та перемішування рідини лопатями 4 сприяє кращій взаємодії фаз.

Потік рідини в гідродинамічні кавітаційні пристрої подається насосами під тиском до 1,2 МПа зі швидкістю 1...3 м/с, а у звужених кавітатором перерізах проточної камери швидкість потоку зростає до 15...20 м/с і, відповідно, знижується тиск. Унаслідок місцевого зниження тиску за кавітатором утворюються кавітаційні бульбашки (або каверни), які зносяться в зону підвищеного тиску, де захоплюються, створюючи динамічну дію на оброблюване середовище. Довжина зони дії захоплення бульбашок може досягати 8...10 діаметрів проточної камери. Особливістю проточних гідродинамічних кавітаторів є короткочасна одноразова інтенсивна дія на середовище.

Створити гідродинамічну кавітацію і відповідні їй ефекти можна за допомогою труб Вентурі, які, подібно до описаного вище кавітаційного пристрою, мають звуження (конфузори) і розширення (дифузори) з розміщеними між ними короткими горловинами, причому всередині горловин кавітатори не встановлюються.

Труби Вентурі, всередині яких суцільною фазою рухається газ, а не рідина, набули застосування в процесах абсорбційного очищення великих об'ємів (з витратами понад 10 м<sup>3</sup>/с) викидних газів [4]. Рідина, яка поглинає з газу шкідливі домішки, розпилюється в газі переважно за рахунок енергії газового потоку.



Кавітація в газовому середовищі не виникає, проте високі швидкості руху газової фази (швидкість у горловині 60...150 м/с) і тонке диспергування рідини створюють розвинену поверхню контакту фаз та інтенсивне її оновлення.

Схема одного з варіантів використання труби Вентурі для очищення викидних газів подана на рис. 5. Труба Вентурі включає конфузор 1, горловину 2 і дифузор 3 з кільцевими перегородками 4 перемінного перерізу. Перегородки виготовлені з елементів трикутного перерізу і встановлені з радіальним зазором на висоті, рівній 1/3 і 2/3 довжини дифузора. Рідина через форсунки розпилюється в конфузурі і горловині. Під дифузором розміщений краплеуловлювач 5.

При проходженні крізь кільцеві ребристі перегородки відбуваються пульсаційні зміни режиму руху газо-рідинного потоку. Комбіноване підведення рідини через радіальні отвори горловини і центральну форсунку конфузора та пульсації високошвидкісного газового потоку сприяють рівномірному розподілу диспергованих крапель в об'ємі дифузора. Небажані домішки газової фази активно поглинаються рідиною, яка збирається внизу краплеуловлювача і звідти відводиться з абсорбера.

Труби Вентурі у вертикальному положенні можуть працювати в режимах висхідної і низхідної прямотечії, можуть бути встановлені горизонтально або під кутом до горизонту, мати круглий або прямокутний переріз і працювати в поєднанні з іншими конструктивними елементами.

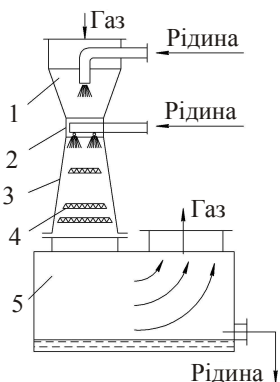


Рис. 5. Швидкісний прямотечійний абсорбер у вигляді труби Вентурі

Дискретно-імпульсні технології базуються на використанні швидких пульсаційних змін тиску, швидкостей і прискорень руху робочих середовищ. Параметри змін тиску (відповідно до тиску змінюються температури і ентальпії) часто підбирають такими [1], щоб реалізувати швидке зниження теплового потенціалу переведеного у перегрітий стан стисненого середовища з подальшим кипінням або утворенням кавітації й одночасною потужною турбулізацією потоків, що призводить до значного прискорення технологічних процесів, зокрема масообміну (абсорбції, екстракції, гомогенізації, руйнування клітинних структур).

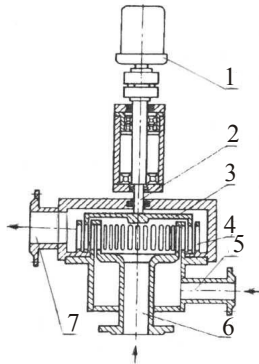
Оброблення середовища проводять, як правило, в роторно-пульсаційних апаратах, які складаються з бункера, роторно-пульсаційного вузла, насоса, електродвигуна, корпусу і трубопроводу для циркуляції продукту. Основним робочим органом апарата є роторно-пульсаційний вузол, який складається з встановлених на валу електродвигуна диска з лопатями — ротора, що нагадує робоче колесо відцентрового насоса, і двох статорів, між якими знаходиться ротор. Ротор і статор — це циліндри з наскрізними рівномірно розміщеними на поверхні пазами. Міжциліндровий зазор між статором і ротором становить 0,10...0,45 мм.

Унаслідок обертання ротора пази ротора й статора на короткий час періодично збігаються і крізь утворені канали проходить оброблюваний продукт,

який при цьому ділиться на окремі *дискретні* об'єми і в кожний з цих об'ємів *імпульсно* вводиться енергія внаслідок дії підвищеного тиску. Значні перепади тиску створюють високоградієнтні течії в каналах і в зазорах між ротором і статором та великі градієнти зсувних напруг. Локальні швидкості зсуву потоку оброблюваного середовища досягають значень  $(50...100) \cdot 10^3 \text{ с}^{-1}$ , а частоти імпульсів — від 3 до 30 кГц.

Повний імпульс включає значне підвищення тиску, під час якого енергія підводиться від ротора до середовища, і подальше різке зниження тиску, під час якого підведена енергія виконує роботу перехідного стану, пов'язану з інтенсифікацією процесу. Нижній перепад тиску в дискретно-імпульсних технологіях обмежується атмосферним, що відповідає кінцевій температурі адиабатного кипіння  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  і температурному діапазону цих процесів вище  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Це обмежує застосування таких технологій у харчовій промисловості за показниками збереження біологічної цінності продуктів. Проте скорочення тривалості обробки середовища до кількох секунд і менше однієї секунди може дати необхідний технологічний ефект (наприклад, гомогенізація молока з одночасним знищенням мікроорганізмів) без втрат фізіологічно цінних компонентів.

На рис. 6 подана схема роторно-пульсаційного апарата, призначеного для перемішування реагуючих рідин, рідин з газами, рідин з порошкоподібними домішками та для отримання молочних сумішей різного призначення [5].



**Рис. 6. Схема роторно-імпульсного апарата:**

1 — електродвигун; 2 — вал; 3 — ротор; 4 — статор; 5, 6 — патрубки підведення компонентів; 7 — штуцер виходу продукту

Робочим вузлом апарата є коаксіальні циліндри зі щільними отворами, нерухомий статор 4 і закріплений на валу 2 ротор 3, який приводиться в обертання електродвигуном 1. У порожнини статора через боковий вхідний штуцер 5 подають один із змішуваних компонентів, а через центральний штуцер 6 — другий. Витікаючи із щілин, початкові компоненти потрапляють у зону дії інтенсивних пульсацій і високих градієнтів швидкості, внаслідок чого відбувається їх інтенсивна взаємодія. Продукт відводиться через штуцер 7.

### **Висновки**

Використання перехідних режимів функціонування технологічних систем дозволяє збільшувати інтенсивність дифузійних процесів і знижувати їх собі-

вартість, проте при цьому може ускладнюватись будова апаратів та їх обслуговування. Перспективним напрямком є розроблення нових типів апаратів і застосування вже відомих випробуваних у виробництві конструктивних рішень. Кількісна оцінка ефективності впровадження перехідних режимів повинна виконуватись на основі техніко-економічних розрахунків для кожного конкретного випадку.

### **Література**

1. Соколенко А.І. Інтенсифікація масообмінних процесів у харчових і мікробіологічних технологіях / А.І. Соколенко, О.Ю. Шевченко, В.А. Піддубний. — Київ: ПП Люксар, 2008. — 443 с.
2. Федоткин И.М. Кавитация, кавитационная техника и технология, их использование в промышленности / И.М. Федоткин, И.С. Гулый. — Киев: Полиграфкнига, 1997. — Ч. I. — 840 с.
3. Петрікей Р.В. Інтенсифікація процесу насичення напоїв CO<sub>2</sub> шляхом використання гідродинамічних кавітаційних пристроїв / Р.В. Петрікей, О.М. Прохоров. — Харчова промисловість. — 2009. — № 10. — С. 101—106.
4. Кузнецов И.Е. Оборудование для санитарной очистки газов: Справочник / И.Е. Кузнецов, К.И. Шмат, С.И. Кузнецов; под общей ред. д-ра техн. наук И.Е. Кузнецова. — Киев: Техника, 1989. — 304 с.
5. Долинский А.А. Дискретно-импульсный ввод энергии в теплотехнологиях / А.А. Долинский, Б.И. Басок, С.И. Гулый, А.И. Накорчевский, Ю.А. Шурчкова. — Киев: Институт технической теплофизики НАН Украины, 1996. — 208 с.

## **РЕЖИМНЫЕ СПОСОБЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ МАССООБМЕНА**

**А.И. Соколенко, А.Е. Шевченко, А.С. Марценюк**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье проанализированы применяемые в пищевой технологии режимные способы интенсификации массообмена, к которым отнесено однократное или повторное использование переходных режимов путем изменения гидродинамических условий движения сред, резкого снижения давления, создания разрежения, кавитации и дискретно-импульсного подвода энергии. Режимные способы интенсификации базируются на существовании неразрывных связей между всеми параметрами технологических систем, вследствие чего изменение какого-либо параметра системы приводит к перестройке всех остальных ее параметров и к ускорению процессов переноса. Однократное и повторное создание переходных режимов и кавитация позволяют наиболее полно использовать внутреннюю энергию технологических систем. Дискретно-импульсный подвод энергии, базирующийся на повторяемом с большой частотой значительном повышении и последующем резком снижении давления, требует интенсивного подвода внешней энергии.*

**Ключевые слова:** интенсификация массообмена, переходные режимы, резкое снижение давления, создание разрежения, кавитация, дискретно-импульсный подвод энергии.

## TEMPERATURE DISTRIBUTION IN THE SUCROSE SOLUTION–SUGAR CRYSTAL–MASSECUITE CELLS UNDER THEIR VARIOUS LOCATION IN THE HEATING TUBE

T. Pogorilyy

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Temperature  
Cell  
Sucrose solution  
Sugar crystal  
Massecuite*

**Article history:**

Received 15.01.2016  
Received in revised form  
29.01.2016  
Accepted 23.02.2016

**Corresponding author:**

T. Pogorilyy  
**E-mail:**  
taras22@mail.ru

---

**ABSTRACT**

The paper presents the received results of temperature distribution for each cell of a system for three different options of the location of the walls of sugar crystal cells as to heating pipes surfaces depending on the duration of the contact of the cells system to the surface of the heating tube.

The calculations were made for ten particular values of the relative time of sugar massecuite boiling ( $\tau/\tau_c = 0.15; 0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9; 1.0$ ). On this basis we determined the duration of contact between the cell system of sucrose solution–crystal sugar–massecuite and the surface of the heating tube. The distribution of temperatures in the cells has been determined by solving a system of four differential equations of parabolic type (heat equation) having mixed boundary conditions (of the first kind – for the left edge of the first area corresponding to the left area of the intercellular sucrose solution, and of the second kind – for the right edge of the boundary area corresponding to the cell of the massecuite).

---

## РОЗПОДІЛ ТЕМПЕРАТУР У КОМІРКАХ МІЖКРИСТАЛЬНОГО РОЗЧИНУ САХАРОЗИ–КРИСТАЛУ ЦУКРУ–УТФЕЛЮ ПРИ РІЗНОМУ СПОСОБІ ЇХ РОЗТАШУВАННЯ В ГРІЮЧІЙ ТРУБЦІ

Т.М. Погорілий

Національний університет харчових технологій

*У статті отримано результати розподілу температур у кожній комірці системи для трьох різних способів розташування сторін комірки кристалу цукру стосовно поверхні стінки нагрівальної трубки залежно від тривалості контакту системи комірок з поверхнею нагрівальної трубки. Розрахунки здійснено для десяти окремих значень відносного часу уварювання цукрового утфелю ( $\tau/\tau_c = 0,15; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$ ), на основі яких визначалась тривалість контакту системи комірок розчин сахарози–*

*кристал цукру–утфель з поверхнею нагрівальної трубки. Розподіл температур у комірках знайдено на основі розв'язку системи чотирьох нестационарних диференціальних рівнянь у частинних похідних параболічного типу (рівняння теплопровідності) із змішаними граничними умовами (першого роду — для лівого краю першої області, що відповідає лівій області комірки міжкристального розчину сахарози, та другого роду — для правого краю останньої області, що відповідає комірці утфелю).*

**Ключові слова:** температура, комірка, міжкристальний розчин, кристал цукру, утфель.

**Постановка проблеми.** Найбільш енергоємним у виробництві цукру є процес отримання кристалічної сахарози. Для його керування необхідно створити математичну модель процесу кристалізації сахарози, яка б найповніше описувала процес тепло- та масообміну, що відбувається між складовими частинами багатозафазної системи, якою є цукровий утфель.

Описати ці процеси з урахуванням усіх технологічних факторів, які впливають на процес кристалізації, практично надзвичайно складно, тому при створенні математичної моделі кристалізації сахарози, яка має ідеалізований характер, було прийнято ряд спрощень.

У даному випадку цукровий утфель представлено у вигляді комірчастої моделі [1]. Кожна комірка кристалу цукру оточена коміркою міжкристального розчину сахарози. Вважається, що кожна комірка міжкристального розчину сахарози відповідає лише певній комірці кристалу цукру, а тепло- та масообмінні процеси відбуваються між цими комірками.

Щоб визначити вплив технологічних параметрів (температура нагрівання, тиск тощо) на процес кристалізації, насамперед потрібно визначити кількість перенесеної речовини між комірками розчину сахарози. Одночасно з цим потрібно визначити кількість сахарози, що буде кристалізуватись (або розчинятись) при контакті тієї чи іншої комірки розчину сахарози з відповідною для неї коміркою кристалу цукру.

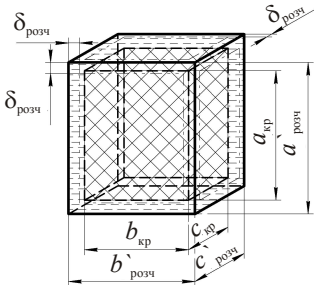
Дана задача масообміну ґрунтується передусім на отриманні температурних полів у системі комірок, якою є утфель, тому при створенні математичної моделі процесу кристалізації необхідно знайти розв'язок нестационарної задачі теплопровідності для чотирьох комірок розглянутої вище системи.

Моделювання процесу теплообміну здійснюється для всіх можливих випадків (три випадки) розташування лише однієї комірки розчину сахарози, що оточує відповідну комірку кристалу цукру в нагрівальній трубці стосовно її поверхні нагрівання, також показано взаємодію цієї системи комірок з утфелем. Зміна температур визначається всередині нагрівальної трубки на основі розв'язку нестационарних задач теплопровідності. За початковий момент часу приймається той момент часу, коли вся система комірок потрапляє в нагрівальну трубку знизу, а за кінцевий — момент часу, коли система комірок виходить з верхньої частини цієї ж трубки.

**Мета дослідження.** Знайти нестационарний розподіл температур в усіх складових одновимірних областях «ліва сторона міжкристального розчину

сахарози–кристал цукру–права сторона міжкристального розчину сахарози–утфель» при різних способах розташування кристалу цукру, що оточений міжкристальним розчином сахарози, стосовно поверхні нагрівальної трубки підвісної нагрівної камери вакуум-апарата залежно від відносного часу уварювання цукрового утфелю  $\tau/\tau_{ц}$  і часу  $\tau_{к}(\tau/\tau_{ц})$  перебування всієї системи комірок усередині гріючої трубки.

**Матеріали і методи.** Припустимо, що комірка кристалу цукру в ідеалізованому варіанті має вигляд паралелепіпеда з пропорцією сторін [2], що відповідає нормальним пропорціям кристалу сахарози, вирощеного в чистому розчині, і має таке співвідношення довжин своїх вісей  $a:b:c = 1,2595:1,0000:0,8782$  [1].



**Рис. 1.** Взаємне розташування комірки кристалу цукру і комірки міжкристального розчину сахарози

У свою чергу, комірка міжкристального розчину сахарози має сталу товщину по всій поверхні кристалу цукру [3]. Методика визначення цієї товщини для ідеалізованої математичної моделі детальніше представлена в [3].

Одночасне розташування комірок кристалу цукру–міжкристальний розчин сахарози показано на рис. 1.

Характерний лінійний розмір кристалу цукру приймався рівним  $l_{кр} = 5 \cdot 10^{-4}$  м. Відповідно до цього, всі сторони комірки кристалу цукру визначались, як:  $a_{кр} = 5 \cdot 10^{-4}$  м,  $b_{кр} = 3,9 \cdot 10^{-4}$  м та  $c_{кр} = 3,4 \cdot 10^{-4}$  м (рис. 1). Величина комірки міжкристального розчину приймалась сталою для всіх сторін комірки кристалу цукру, і, в даному випадку, рівною  $\delta_{розч} = 4,29 \cdot 10^{-5}$  м. Величина області цукрового утфелю приймалась такою, щоб уся система комірок була розташована від стінки нагрівальної трубки гріючої камери до центра цієї трубки, діаметр якої приймався рівним  $d_{тр} = 9,86 \cdot 10^{-2}$  м.

Геометрична модель для комірок системи міжкристальний розчин сахарози–кристал цукру–утфель будувалась у тривимірному (об’ємному) випадку по координаті. Розв’язок нестационарної задачі теплопровідності для такої системи комірок, у свою чергу, розглядався в одновимірному (по координаті) випадку.

Проекцію трьох різних об’ємних геометричних моделей розташування комірок системи міжкристальний розчин сахарози–кристал цукру–утфель у нагрівальній трубці зображено для двовимірного випадку (рис. 2–4).

Таким чином, розглядалось три різних випадки розташування комірок системи міжкристальний розчин сахарози–кристал цукру–утфель, коли кристал цукру через прошарок міжкристального розчину сахарози буде контактувати зі стінкою нагрівальної трубки:

а) найменшою своєю стороною  $b_{кр} \times c_{кр}$ ; отже, найбільша сторона кристалу  $a_{кр}$  цукру буде направлена від стінки нагрівальної трубки до вісі цієї трубки, що й зображено на рис. 2;

б) середньою своєю стороною  $a_{кр} \times c_{кр}$ ; отже, в даному випадку, середня сторона кристалу  $b_{кр}$  цукру буде направлена від стінки нагрівальної трубки до вісі цієї трубки (рис. 3);

в) найбільшою своєю стороною  $a_{кр} \times b_{кр}$ ; отже, найменша сторона кристалу  $c_{кр}$  цукру буде направлена від стінки нагрівальної трубки до вісі цієї трубки (рис. 4).

В одновимірному по координаті випадку система комірок міжкристальний розчин сахарози–кристал цукру–утфель буде представлена чотирма областями (рис. 2—4), де відповідні номери областей визначають такі комірки: 1 — ліва сторона комірки міжкристального розчину сахарози (надалі позначимо індексом розч.Л); 2 — комірка кристалу цукру; 3 — права сторона комірки розчину сахарози (розч.П); 4 — комірка утфеля.

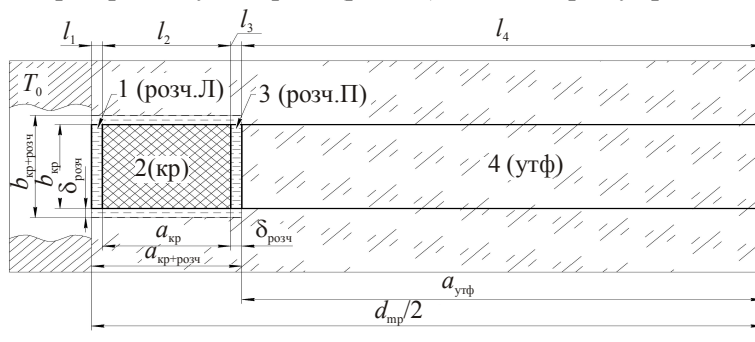


Рис. 2. Система комірок міжкристальний розчин сахарози–кристал цукру–утфель при розміщенні кристалу цукру біля нагрівальної трубки найменшою стороною  $b_{кр} \times c_{кр}$

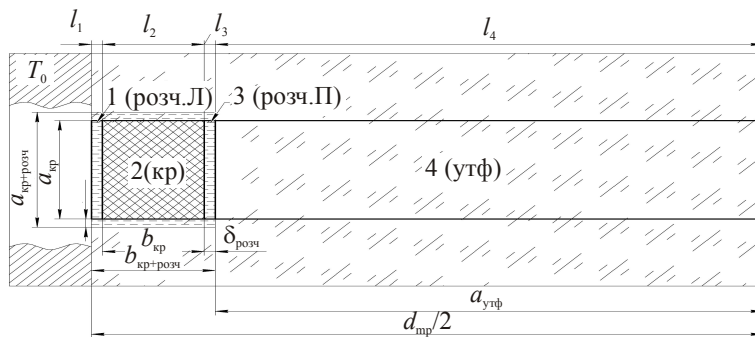


Рис. 3. Система комірок міжкристальний розчин сахарози–кристал цукру–утфель при розміщенні кристалу цукру біля нагрівальної трубки середньою стороною  $a_{кр} \times c_{кр}$

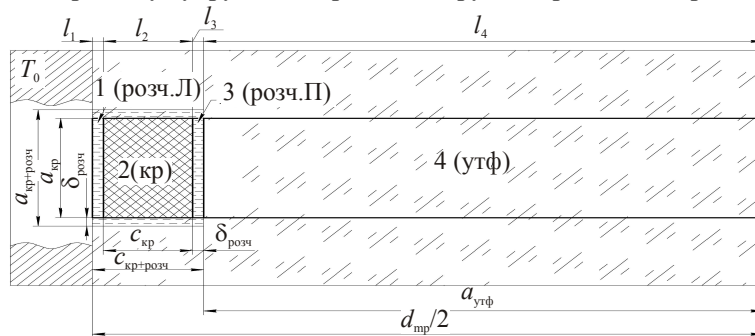


Рис. 4. Система комірок міжкристальний розчин сахарози–кристал цукру–утфель при розміщенні кристалу цукру біля нагрівальної трубки найбільшою стороною  $a_{кр} \times b_{кр}$

Для кожного випадку розташування кристалу цукру стосовно поверхні нагрівальної трубки необхідно знайти розв'язок системи (1) одночасно для чотирьох нестационарних диференціальних рівнянь у частинних похідних параболічного типу (рівняння теплопровідності) для відповідних чотирьох одновимірних областей, що попарно контактують між собою із змішаними граничними умовами (2)—(4) та відповідними початковими умовами (5):

$$\frac{\partial T_i}{\partial \tau} = a_i \frac{\partial^2 T_i}{\partial x^2}, \quad (i = 1, 2, 3, 4); \quad (1)$$

$$T_1(0, \tau) = T_0 = 100; \quad (2)$$

$$-\lambda_i \frac{\partial T_i}{\partial x} \Big|_{x=l_i} = -\lambda_{i+1} \frac{\partial T_{i+1}}{\partial x} \Big|_{x=l_i}, \quad (i = 1, 2, 3); \quad (3a)$$

$$T_i = T_{i+1}, \quad (i = 1, 2, 3); \quad (3b)$$

$$\frac{\partial T_4}{\partial x} \Big|_{x=l_4} = 0; \quad (4)$$

$$T_i(x, 0) = T_{i0} = 75, \quad (i = 1, 2, 3, 4). \quad (5)$$

Для кожної задачі теплопровідності знайдено два типу розв'язків:

- таких, що одночасно залежать від сталих;
- таких, що одночасно залежать від змінних теплофізичних характеристик по кожній області, що представляють комірки розглянутої вище системи.

Слід зауважити, що і у випадку сталих, і у випадку змінних теплофізичних характеристик по кожній окремій області системи комірок ці характеристики змінюються протягом усього циклу уварювання цукрового утфелю. Для врахування цього окремо виділено десять значень відносного часу уварювання цукрового утфелю ( $\tau/\tau_{ц} = 0,15; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$ ), в яких і фіксувались усі поточні значення теплофізичних і технологічних характеристик. Залежно від відносного часу уварювання також було знайдено час підйому системи комірок у нагрівальній трубці. Саме це значення часу і вважається часом контакту  $\tau_{end}$  всієї системи комірок з поверхнею нагріву трубки.

Варто зазначити, що у пропонованому дослідженні представлено розрахунки лише для випадку відносного часу уварювання  $\tau/\tau_{ц} = 0,15$ .

Початкова температура приймалась однаковою для всіх складових системи комірок і складала  $75^\circ\text{C}$ . Температура стінки нагрівальної трубки приймалась рівною  $100^\circ\text{C}$ , що є граничною умовою для лівої області для кожного випадку розташування кристалу цукру (рис. 2—4). Всі інші граничні умови (3a) виражають ідеальний теплообмін між сусідніми комірками системи, а умови (3b) — так звані умови «зшивки».

Гранична умова (4) отримана з фізичного змісту, оскільки задача в тривимірному випадку розглядається як осесиметрична (правий край на рис. 2—4 — це вісь симетрії нагрівальної трубки).

Розв'язати систему нестационарних диференціальних рівнянь (1) з граничними (2)—(4) та початковими умовами (5) аналітичним методом [4] досить складно, тому в даному випадку був застосований один із методів



чисельного розв'язку нестационарних задач теплопровідності, відомий як метод контрольного об'єму [6, 7].

Дискретизація по часу становила  $\Delta\tau = 0,001$  с. Для дискретизації по координаті була застосована нерівномірна сітка з розбиттям кожної комірки на відповідну кількість контрольних об'ємів ( $n_1 = 5, n_2 = 20, n_3 = 5, n_4 = 100$ ). Для області, що представляла утфель, також було використано нерівномірний крок розбиття. Для відносного часу уварювання  $\tau/\tau_{\text{н}} = 0,15$  кінцевий час контакту системи комірок зі стінкою нагрівальної трубки становить  $\tau_{\text{end}} = 3,95$  с.

**Результати і обговорення.** Результати отриманих розв'язків системи рівнянь (1)—(5) представлені для трьох випадків розташування кристалу стосовно поверхні нагрівальної трубки, які на графіках виражені через коефіцієнти «к50е5» — для випадку, зображеному на рис. 2; «к39е5» — для випадку, зображеному на рис. 3 та «к34е5» — для випадку, зображеному на рис. 4. Для кожного з цих випадків, у свою чергу, було розглянуто два випадки розподілу температур.

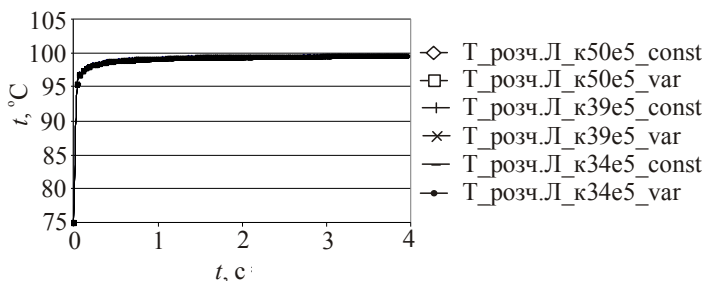


Рис. 5. Розподіл середніх по координаті температур у першій області (рис. 2—4), що відповідає лівій стороні комірки міжкристального розчину сахарози залежно від тривалості контакту всієї системи комірок з поверхнею нагрівальної трубки при сталих (індекс const) і змінних (індекс var) теплофізичних характеристиках ( $\tau/\tau_{\text{н}} = 0,15$ )

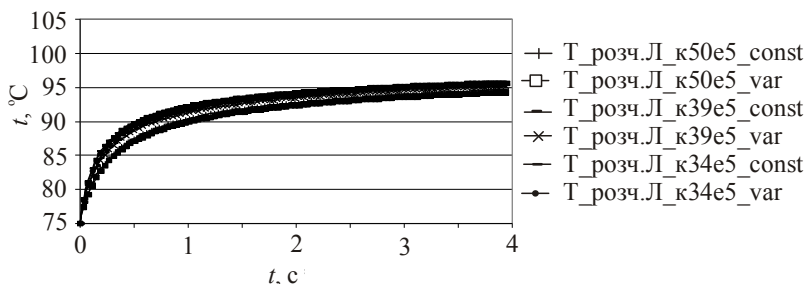


Рис. 6. Розподіл середніх по координаті температур у другій області (рис. 2—4), що відповідає комірці кристалу цукру залежно від тривалості контакту всієї системи комірок з поверхнею нагрівальної трубки при сталих (індекс const) і змінних (індекс var) теплофізичних характеристиках ( $\tau/\tau_{\text{н}} = 0,15$ )

У першому випадку розглядався розподіл середніх по координаті області температур у системі комірок міжкристальний розчин сахарози—кристал цукру—утфель залежно від тривалості контакту цієї системи з поверхнею нагрівальної трубки при сталих (на рис. 5—9 позначено через криві з індексом const) і змінних (на рис. 5—9 позначено через криві з індексом var) теплофізичних характеристиках складових системи комірок.

У другому випадку представлено остаточний розподіл температур у системі комірок при її виході з нагрівальної трубки залежно від відстані  $x$  від верхньої нагрівальної трубки до її вісі симетрії при сталих (на рис. 9 позначено через індекс const) і змінних (на рис. 9 позначено через індекс var) теплофізичних характеристиках.

Зважаючи на велику кількість отриманих даних, у пропоновану дослідженні представлені графіки наведено тільки для випадку  $\tau/\tau_{\text{ц}} = 0,15$ .

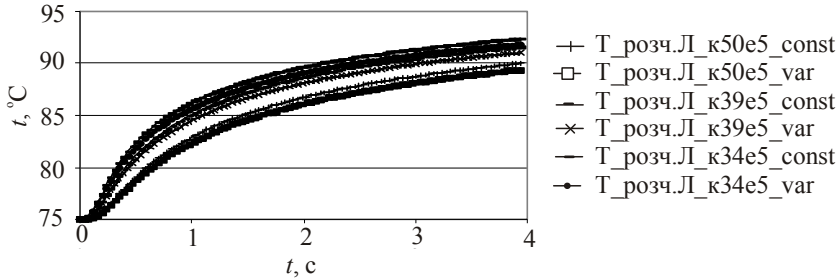


Рис. 7. Розподіл середніх по координаті температур у третій області (рис. 2—4) що відповідає правій стороні комірки міжкристалного розчину сахарози залежно від тривалості контакту всієї системи комірок з поверхнею нагрівальної трубки при сталих (індекс const) і змінних (індекс var) теплофізичних характеристиках ( $\tau/\tau_{\text{ц}} = 0,15$ )

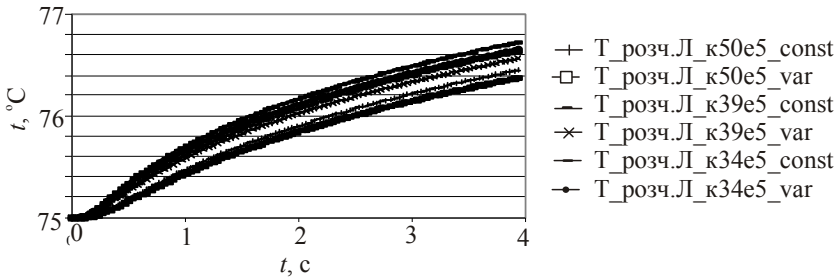


Рис. 8. Розподіл середніх по координаті температур у четвертій області (рис. 2—4), що відповідає utfелю, залежно від тривалості контакту всієї системи комірок з поверхнею нагрівальної трубки при сталих (індекс const) і змінних (індекс var) теплофізичних характеристиках ( $\tau/\tau_{\text{ц}} = 0,15$ )

При  $\tau/\tau_{\text{ц}} = 0,15$  на виході з нагрівальної трубки середня (по координаті області) температура для першої області, тобто для лівої сторони комірки розчину сахарози (рис. 2—4), при розміщенні біля поверхні нагрівальної трубки своєю найменшою (рис. 2), середньою (рис. 3) та найбільшою (рис. 4) стороною комірки кристалу цукру складає, відповідно, 99,536 °C, 99,530 °C та 99,528 °C при сталих теплофізичних характеристиках по кожній з комірок та, відповідно, 99,517 °C, 99,510 °C і 99,507 °C при змінних теплофізичних характеристиках.

Середня (по координаті області) температура для другої області, тобто для комірки кристалу цукру (рис. 2—4), яка через прошарок міжкристалного розчину дотикається до нагрівальної трубки найменшою (рис. 2), середньою (рис. 3) та найбільшою (рис. 3) стороною складає, відповідно, 95,911 °C, 95,506 °C і 94,673 °C при сталих теплофізичних характеристиках по кожній з

комірок, та, відповідно, 95,616 °С, 95,189 °С і 94,315 °С при змінних теплофізичних характеристиках.

Середня температура третьої області, тобто для правої сторони комірки міжкристального розчину сахарози (рис. 2—4), складає, відповідно, 92,376 °С, 91,593 °С і 90,000 °С при сталих теплофізичних характеристиках по кожній з комірок, та, відповідно, 91,870 °С, 91,057 °С і 89,418 °С при змінних теплофізичних характеристиках.

Середня температура останньої четвертої області, тобто для цукрового утфелю (рис. 2—4), складає, відповідно, 76,729 °С, 76,636 °С і 76,451 °С при сталих теплофізичних характеристиках по кожному з випадків розташування комірки кристалу цукру, та, відповідно, 76,657 °С, 76,563 °С і 76,378 °С при змінних теплофізичних характеристиках.

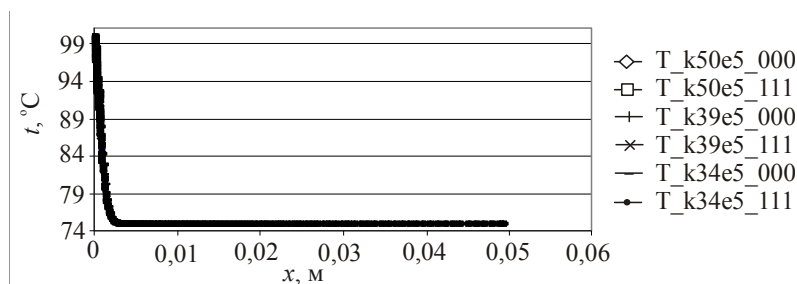


Рис. 9. Розподіл температури в системі комірок залежно від відстані  $x$  від поверхні нагрівальної трубки до вісі її симетрії при сталих (індекс const) і змінних (індекс var) теплофізичних характеристиках ( $\tau/\tau_{ц} = 0,15$ )

При  $\tau/\tau_{ц} = 0,15$  для наведених варіантів контакту сторін комірки кристалу цукру з поверхнею нагрівальної трубки, температура утфелю порівняно з початковою температурою, що приймалась на вході в нагрівальну трубку рівною  $75^\circ\text{C}$ , на виході з гріючої трубки залишається практично незмінною на відстані, відповідно,  $x = 0,004826$  м,  $x = 0,004732$  м та  $x = 0,004688$  м від нагрівальної стінки в напрямку вісі трубки.

### Висновки

Для трьох різних варіантів розміщення сторін комірки кристалу цукру стосовно поверхні нагрівальної трубки знайдено нестационарний розподіл температур у системі комірок міжкристальний розчин сахарози–кристал цукру–утфель при контакті цієї системи з нагрівальною трубкою у двох випадках: а) залежно від часу контакту системи комірок з поверхнею нагрівальної трубки; б) на виході з неї отримано остаточний розподіл температур усієї системи комірок залежно від відстані  $x$  від поверхні трубки (координати) до її вісі. Всі дані розраховувались для десяти різних значень відносного часу уварювання цукрового утфелю  $\tau/\tau_{ц}$ .

### Література

1. Кулинченко В.Р., Мирончук В.Г. Промышленная кристаллизация сахаристых веществ: Монография. — Киев: НУПТ, 2012. — 426 с.

2. *Погорілий Т.М.* Об'ємна геометрична модель кристалів цукру в системі комірок кристали цукру–міжкристальні розчини сахарози–парова бульбашка // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — Т. 20, № 5. — С. 141—151.

3. *Погорілий Т.М.* Об'ємна геометрична модель міжкристального розчину сахарози в системі комірок кристали цукру–міжкристальні розчини сахарози–парова бульбашка // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — Т. 21, № 2. — С. 139—150.

4. *Погорельый Т.М., Мирончук В.Г.* Математическое моделирование процесса рекристаллизации на основании аналитических решений нестационарных задач теплопроводности в двухмерном случае для прямоугольных областей с неоднородными (непрерывными и разрывными на одной из сторон) граничными условиями и неоднородными начальными условиями // Тезисы докладов и сообщений XIV Минского международного форума по тепло- и массообмену, 10—13 сентября 2012 г.— Том 1, Часть 2.— Минск.: Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси, 2012. — С. 761—764.

5. *Pogoriliy T.* The distribution of temperatures in the sucrose solution-sugar crystal-sucrose solution-masseccuite cells depending on the boiling sugar masseccuite time // Ukrainian Journal of Food Science. — 2015. — Volume 3, Issue 1. — P. 139—148.

6. *Eymard R., Gallouët T.R., Herbin R.* The finite volume method Handbook of Numerical Analysis. — 2000. — Vol. VII. — P. 713—1020.

7. *LeVeque Randall* Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems. — Cambridge University Press. — 2002. — 580 p.

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР В ЯЧЕЙКАХ МЕЖКРИСТАЛЬНОГО РАСТВОРА САХАРОЗЫ– КРИСТАЛЛА САХАРА–УТФЕЛЯ ПРИ РАЗНОМ СПОСОБЕ ИХ РАЗМЕЩЕНИЯ В НАГРЕВАТЕЛЬНОЙ ТРУБКЕ**

**Т.М. Погорельый**

*Національний університет пищевых технологий*

*В статье получены результаты распределения температур в каждой ячейке системы для трех различных способов расположения сторон ячейки кристалла сахара по отношению к поверхности стенки нагревательной трубки в зависимости от продолжительности контакта системы ячеек с поверхностью нагревательной трубки. Расчеты осуществлены для десяти отдельных значений относительного времени уваривания сахарного утфеля ( $\tau/\tau_{\text{н}} = 0,15; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0$ ), на основании которых определялась продолжительность контакта системы ячеек раствор сахарозы–кристалл сахара–утфель с поверхностью нагревательной трубки. Распределение температур в приведенной выше системе ячеек определено на основании решения системы четырех нестационарных дифференциальных уравнений в частных производных параболического типа (уравнение теплопроводности) со смешанными граничными условиями (первого рода — для левого края первой области, которая представляет левую ячейку межкристального раствора, и второго рода — для правого края последней области, которая представляет ячейку утфеля).*

**Ключевые слова:** температура, ячейка, межкристальный раствор, кристалл сахара, утфель.

## REGULATIONS OF ELECTRIC FIELD OF THE HIGH-VOLTAGE COIL BY MEANS OF DIELECTRIC PROFILING

V. Brzhezytskyi, M. Laposha, I. Maslyuchenko, O. Protsenko

National Technical University of Ukraine "Kyiv Politechnical Institute"

### Key words:

*Electric field  
Induced potential  
Electric potential  
Dielectric profiling  
Simplex method*

### Article history:

Received 12.01.2016  
Received in revised form  
02.02.2016  
Accepted 16.02.2016

### Corresponding author:

V. Brzhezytskyi  
E-mail:  
brzhezitsky@mail.ru

### ABSTRACT

This article investigates the regulations of electric field of the coil by means of profiling a surface of its dielectric framework with the application of a stepwise simplex method. The technique and algorithm for electric field regulation of the coil are offered. The results of distribution of the induced and electric potentials for the received profile of an internal surface of an insulating framework of the coil are presented. The received divergence of the induced and electric potentials does not exceed the admissible value of  $\pm 1\%$  and makes  $\Delta\psi = -0.9858\%$  of the maximum value of potential of the coil. The obtained results can be used for the creation of coils which value of inductance would be highly stable in the expanded ranges of frequencies.

## РЕГУЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ПОЛЯ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ КОТУШКИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОФІЛЮВАННЯ ДІЕЛЕКТРИКА

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

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

У статті досліджено регулювання електричного поля котушки за допомогою профілювання поверхні її діелектричного каркасу з використанням послідовного симплекс-методу. Запропоновано методуку й алгоритм регулювання електричного поля котушки. Наведено результати розподілення індукованого й електричного потенціалів для одержаного профілю внутрішньої поверхні ізоляційного каркасу котушки. Одержане розходження індукованого та електричного потенціалів не перевищує допустимого значення  $\pm 1\%$  і становить  $\Delta\psi = -0,9858\%$  від максимального значення потенціалу котушки. Результати можуть бути використані для створення котушок, значення індуктивності яких були б високостабільними в розширених діапазонах частот.

**Ключові слова:** електричне поле, індукований потенціал, електричний потенціал, діелектрик, профілювання, симплекс-метод.

**Постановка проблеми.** Однією з особливостей розвитку техніки високих напруг в останні 15—20 років є перехід до широкого застосування в дослі-

дженнях різних методів розрахунку електричних полів. Це обумовлено, з одного боку, тим, що з'явилися можливості масового використання відповідної обчислювальної техніки, з іншого — різким зростанням вартості натурних високовольтних випробувань [1].

Подібні обставини виникають при розробці та виготовленні котушок індуктивності, які використовуються у високовольтних високочастотних фільтрах, схемах високих напруг і частот. При роботі котушок індуктивності на високих частотах їх ємнісні розподілені струми нейтралізують індуктивну складову струмів, що призводить до нестабільності характеристик котушок індуктивності в широкому діапазоні частот [2]. Для запобігання подібних явищ необхідно забезпечити узгодження розподілення електричного потенціалу в котушці з розподіленням індукованого магнітним полем котушки потенціалу, при якому б забезпечувалась незалежна робота електричної та магнітної складових котушки індуктивності в розширеному діапазоні частот 50 Гц—10 МГц [3].

Аналогічні питання виникають при розробці котушок індуктивності, які використовуються в установках для випробування високовольтних ізоляторів на допустимий рівень радіозавад [3]. До кола пов'язаних з цим питань належить регулювання розподілення електричного поля в ізоляційній конструкції котушки за допомогою профілювання границь розділу діелектриків, що є одним із ключових завдань у техніці високих напруг при створенні високовольтних установок і пристроїв [4].

При модернізації установки для випробування ізоляторів на допустимий рівень радіозавад за сучасними міжнародними стандартами [5] значна увага приділяється удосконаленню її індуктивних елементів, в зв'язку з чим виникає проблема регулювання електричного поля котушки за допомогою профілювання діелектрика.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Завдання регулювання електричного поля за допомогою профілювання діелектрика має важливе значення не тільки для високовольтних котушок, а й для подільників напруги, отримані результати регулювання якого свідчать про високу ефективність і стабільність характеристик даного методу регулювання електричного поля [6].

У [7] застосовано метод моделювання електричного поля для розрахунку максимальної напруженості та розподілення електричного потенціалу всередині сферичних пустот, які знаходяться в твердому діелектрику. Також у [7] досліджено ефект числа та розміру порожнин, відстані між електродами, діелектричної проникності й розташування порожнин в електричному полі.

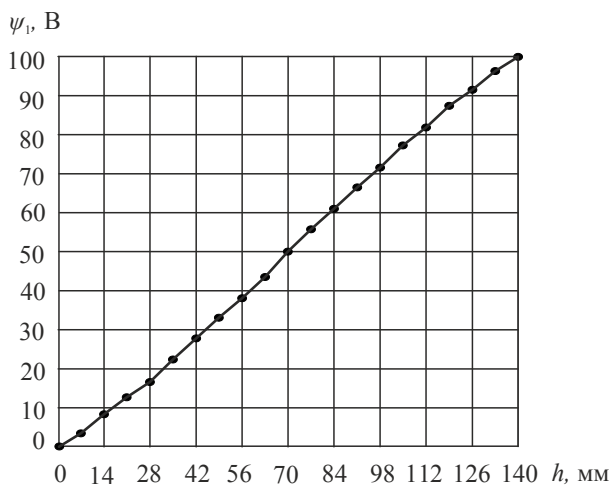
У [8] за допомогою методу моделювання визначено розподіл електростатичного поля всередині діелектричних порожнистих тіл різних форм, результати якої були порівняні з результатами, отриманими за допомогою прикладного програмного забезпечення.

Розробки, запропоновані у [6—8], не можуть бути безпосередньо використані для регулювання електричного поля високовольтної котушки за допомогою профілювання діелектрика з урахуванням узгодження розподілення, індукованого магнітним полем, та електричного потенціалів за умовами [9]. Зважаючи на це, питання регулювання електричного поля котушки за допомогою профілювання діелектрика, розглянуте в даній статті, є актуальним.

**Метою статті** є дослідження електричного поля котушки у випадку профілювання її ізоляційної конструкції і порівняння розподілення електричного та індукованого потенціалів котушки.

**Викладення основного матеріалу.** Розрахунок розподілення індукованого потенціалу проводиться на основі методу, який описано в [9], для «рівностороннього» соленоїда із загальною висотою  $H = 140$  мм, діаметром  $2R_1 = 140$  мм і максимальним заданим (умовно) індукованим магнітним полем котушки потенціалом  $\psi_1 = 100$  В.

У результаті розрахунків, проведених у програмному середовищі Mathcad, було отримано залежність розподілення індукованого потенціалу в соленоїдальній котушці, яка представлена на рис. 1 [9].

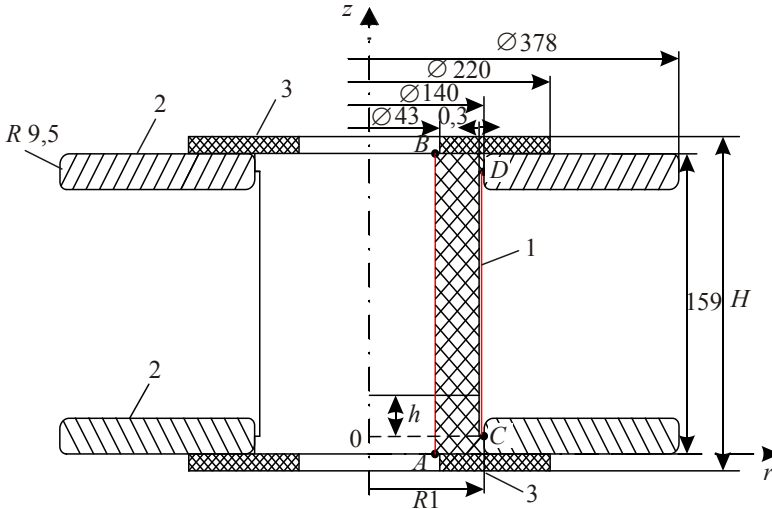


**Рис. 1.** Розподілення індукованого магнітним полем котушки потенціалу залежно від висоти  $h$  (рис. 2) соленоїдальної котушки

Для регулювання електричного поля проводився підбір профілю ізоляційного каркасу котушки, розрахункова модель якої представлена на рис. 2 та має такі параметри:

- $U_{в.е.} = 100$  В — електричний потенціал верхнього електрода;
- $U_{н.е.} = 0$  В — електричний потенціал нижнього електрода;
- $R_1 = 70$  мм — зовнішній радіус ізоляційного каркасу котушки;
- $H = 177$  мм — загальна висота конструкції;
- $d_m = 378$  мм — максимальний діаметр металевих кільцевих електродів;
- $R = 9,5$  мм — радіус округлення металевих кільцевих електродів.
- матеріал ізоляційного каркасу котушки — капролон (відносна діелектрична проникність  $\epsilon_b = 3,15$ );
- матеріал ізоляційних з'єднуючих кілець — капролон (відносна діелектрична проникність  $\epsilon_b = 3,15$ );
- матеріал металевих кільцевих електродів — Д16.

Між точками  $C$ ,  $D$  зовнішньої циліндричної поверхні каркасу котушки виконана виточка канавки глибиною  $0,3$  мм для намотки обмотки соленоїда.



**Рис. 2. Розрахункова модель котушки:** 1 — ізоляційний каркас котушки; 2 — металеві кільцеві електроди; 3 — ізоляційні з'єднуючі кільця

Процес профілювання (пошук контуру внутрішньої поверхні) ізоляційного каркасу котушки проводиться таким чином: спочатку задаються (вузлові) точки внутрішньої поверхні ізоляційного каркасу котушки в системі  $rOz$  з координатами ( $r = 40$  мм,  $z = 159$  мм,  $r = 40$  мм,  $z = 0$ ), які з'єднуються прямою  $AB$ . Вибір вузлових точок здійснюється з урахуванням можливості технологічних засобів обробки заготовки ізоляційного каркасу котушки. На прямій  $AB$  розміщується 11 точок (по координаті  $z$ ) з рівномірною розбивкою  $AB$  по висоті та проводиться пошук оптимуму за послідовним симплексним методом (ПСМ) розв'язання задач пошукової оптимізації з використанням двох факторів для кожної  $i$ -точки: координат  $r_i$  та  $z_i$  шуканої точки поверхні [10]. Слід зауважити, що використовується 18 факторів, оскільки пошукова оптимізація відбувається для 9 проміжних точок з координатами  $r_i$  та  $z_i$  (перша й 11-та точки збігаються з точками  $A, B$ ).

Далі задаються початкові значення факторів оптимізації так, щоб вершини з відповідними даними дослідів утворювали регулярний симплекс [11] в  $k$ -факторному просторі.

Координати вершин у цьому випадку описуються матрицею виду [11]:

$$\begin{pmatrix} -x_1 & -x_2 & \dots & -x_i & \dots & -x_{k-1} & -x_k \\ x_1 & -x_2 & \dots & -x_i & \dots & -x_{k-1} & -x_k \\ 0 & 2x_2 & \dots & -x_i & \dots & -x_{k-1} & -x_k \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & ix_i & \dots & -x_{k-1} & -x_k \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & (k-1)x_{k-1} & -x_k \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \dots & \vdots & kx_k \end{pmatrix}, \quad (1)$$



де  $k$  — кількість факторів;  $i$  — поточний номер фактора.

Матрицю реальних значень факторів  $A_{x_i}$  для проведення експерименту можна сформуувати з виразу [11]:

$$A_{x_i} = x_{i,k+1} \cdot \Delta A_i + A_{0i}, \quad (2)$$

де  $\Delta A_i$  — крок зміни  $i$ -го фактора;  $A_{0i}$  — середнє значення  $i$ -го фактора.

Визначення значення функції відгуку  $\Delta\psi = \psi_2 - \psi_1$  ґрунтується на порівнянні залежностей розподілення електричного потенціалу  $\psi_2$  між двома металевими кільцевими електродами по прямій  $CD$ , числові значення якого зможна знайти за допомогою програмного середовища Comsol Multiphysics [12] при заданні профілю внутрішньої поверхні каркасу котушки з координатами точок, розрахованими за (2), та розподілення індукваного потенціалу  $\psi_1$ , яке представлено на рис. 1.

Після проведення визначення значення функції відгуку  $\Delta\psi = \psi_2 - \psi_1$  в 21 точці на прямій  $CD$  (з відстанню між ними 7 мм) при  $h = 0; 7; 14; 21 \dots 140$  (мм) проводиться зрівняння отриманих її значень з допустимим граничним значенням  $|\Delta\psi| \leq 1$  В.

Вершина симплексу, що відповідає максимальному одержаному значенню функції відгуку  $\Delta\psi$  (якщо воно перевищує 1 В), відкидається і будується новий симплекс шляхом додавання однієї нової вершини до решти вершин [11]. Коефіцієнти  $x_{i,k+1}$  для визначення координат нової вершини визначаються за формулою:

$$x_{i,k+1} = \frac{2}{k} \sum_{i=1}^k x_i - x_i^*, \quad (3)$$

де  $\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k x_i$  — середнє значення координат усіх вершин симплексу, крім

вершини з максимальним значенням функції відгуку  $\Delta\psi$ ;  $x_i^*$  — координати вершини з максимальним значенням функції відгуку  $\Delta\psi$ .

У результаті проведення серії оптимізаційних розрахунків були визначені координати точок внутрішньої поверхні ізоляційного каркасу котушки, які наведені в табл. 1.

*Таблиця 1. Координати точок внутрішньої поверхні ізоляційного каркасу котушки*

№ точки	$r_i$ , мм	$z_i$ , мм
1	40,0	0,0
2	40,0	11,0
3	46,0	17,0
4	60,0	20,9
5	60,0	116,2
6	56,0	117,5
7	44,0	127,0
8	40,0	141,0
9	39,0	145,0
10	38,0	157,0
11	40,0	159,0

На рис. 3 наведений одержаний профіль внутрішньої поверхні каркасу котушки, який забезпечує узгодження розподілення індукованого й електричного потенціалів котушки та характеризується максимальним значенням функції відгуку  $\Delta\psi = -0,9858$  В (для  $h = 119$  мм).

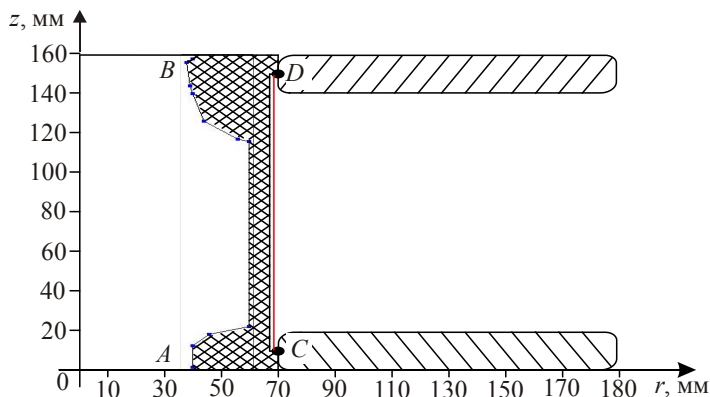


Рис. 3. Оптимізований профіль внутрішньої поверхні каркасу котушки

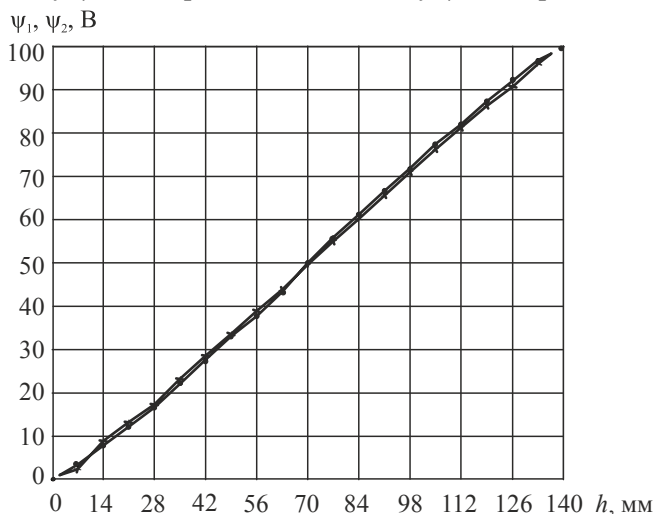
У табл. 2 подано розрахункові значення індукованого  $\psi_1$  та електричного  $\psi_2$  потенціалів, залежності яких представлено на рис. 4.

Таблиця 2. Розрахункові значення індукованого і електричного потенціалів

№ п/п	$h$ , мм	$\psi_1$ , В	$\psi_2$ , В	$\Delta\psi = \psi_2 - \psi_1$ , В
1	0,0	0,0	0,0	0,0
2	7,0	3,72307	3,39647	-0,3266
3	14,0	7,99940	8,21494	0,2155
4	21,0	12,6415	13,2312	0,5897
5	28,0	17,5601	18,3372	0,7771
6	35,0	22,6887	23,4982	0,8095
7	42,0	27,9771	28,7005	0,7234
8	49,0	33,3849	33,9385	0,5536
9	56,0	38,8778	39,2098	0,332
10	63,0	44,4255	44,5131	0,0876
11	70,0	50,0	49,8473	-0,1527
12	77,0	55,5744	55,2112	-0,3632
13	84,0	61,1221	60,6021	-0,52
14	91,0	66,6150	66,0128	-0,6022
15	98,0	72,0228	71,4167	-0,6061
16	105,0	77,3112	76,7140	-0,5972
17	112,0	82,4398	81,6970	-0,7428
18	119,0	87,3584	86,3726	-0,9858
19	126,0	92,0006	91,0277	-0,9729
20	133,0	96,2779	95,9506	-0,3273
21	140,0	100,0	100,0	0,0

У першій колонці табл. 2 вказані порядкові номери точок на прямій  $CD$ . У другій колонці таблиці вказана відстань  $h$  між шуканою точкою й точкою  $C$ .

У третій, четвертій і п'ятій колонках наведені розрахункові значення індукованого потенціалу  $\psi_1$ , електричного потенціалу  $\psi_2$  та їх різниці  $\Delta\psi = \psi_2 - \psi_1$ .



**Рис. 4.** Залежності розподілення електричного та індукованого потенціалів

### **Висновки**

1. Вперше показана можливість регулювання розподілення електричного поля в котушці індуктивності за допомогою профілювання її діелектричного каркасу.

2. Застосування послідовного симплекс-методу для профілювання внутрішньої поверхні діелектричного каркасу котушки забезпечує узгодження її електричного потенціалу з індукованим магнітним полем котушки потенціалом до  $\pm 1\%$ .

3. Узгодження розподілення електричного та індукованого магнітним полем котушки потенціалу дозволяє розширити область стабільності її параметрів за частотою від 50 Гц до 10 МГц.

4. Одержані в статті результати можуть бути використані для побудови котушок, значення індуктивності яких були б високостабільними в розширених діапазонах частот.

### **Література**

1. Колечицкий Е.С. Расчет электрических полей устройств высокого напряжения / Е.С. Колечицкий. — Москва: Энергоатомиздат, 1983. — 168 с.

2. А. с. 1119182 СССР, МПК Н04В3/54. Высокочастотный заградитель / А.П. Райва, Московское производственное объединение «Электрозавод» им. В.В. Куйбышева. — 3475932; заявл. 23.07.82; опубл. 15.10.84, Бюл. № 38. — 4 с.

3. Бржезицький В.О. Розробка установки для випробування високовольтних ізоляторів на допустимий рівень радіозавад / В.О. Бржезицький, Я.О. Гаран, М.Ю. Лапоша // Журнал «Технологічний аудит та резерви виробництва». — Харків, 2016. — № 1 (27). — С. 37—41.

4. Бржезицький В.О. Техніка і електрофізика високих напруг: Навчальний посібник / А.В. Ісакова, В.В. Рудаков та ін., під ред. В.О. Бржезицького та В.М. Михайлова. — Харків: НТУ «ХПІ» — Торнадо, 2005. — 925 с.

5. IEC 60437. Radio interference test on high-voltage insulators. — 1998. — 36 p.

6. Иерусалимов М.Е. Профилирование изоляционного остова высоковольтных делителей напряжения / М.Е. Иерусалимов, В.А. Бржезицкий, А.Р. Проценко, В.В. Захарченко // Изоляция высоковольтных электрофизических установок. — Томск, 1988. — С. 97—103.

7. *Ghourab M.E.* Analysis of electric field distribution in cavities within solid dielectric materials / M.E. Ghourab, S.M. El-Makkawy // Conference of Electrical Insulation and Dielectric Phenomena. — 1994. — P. 155—160.

8. *Peric M.* Penetration of electric field into hollow dielectric bodies / M. Peric, S. Aleksic // Journal of Electronics & Electrical Engineering. — 2011. — Issue 116, № 10. — P. 19—24.

9. *Бржезицький В.О.* Розподілення індукованого потенціалу в соленоїдальній котушці / В.О. Бржезицький, Я.О. Гаран, М.Ю. Лапоша // Журнал «Технологічний аудит та резерви виробництва». — Харків, 2015. — № 6/1 (26). — С. 50—54.

10. *Дамбраускас А.П.* Симплексный поиск / А.П. Дамбраускас. — Москва: Энергия, 1979. — 176 с.

11. *Барабашук В.И.* Планирование эксперимента в технике / В.И. Барабашук, Б.П. Креденцер, В.И. Мирошниченко; ред. Б.П. Креденцер. — Киев: Техника, 1984. — 200 с.

12. *Офіційний сайт COMSOL Multiphysics* [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.comsol.com/>.

## **РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ КАТУШКИ С ПОМОЩЬЮ ПРОФИЛИРОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИКА**

**В.О. Бржезицкий, Н.Ю. Лапоша, И.Н. Маслюченко, А.Р. Проценко**

*Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»*

*В статье исследованы методы регулирования электрического поля катушки с помощью профилирования поверхности ее диэлектрического каркаса с использованием последовательного симплекс-метода. Предложены методика и алгоритм регулирования электрического поля катушки. Приведены результаты распределения индуцированного и электрического потенциалов для полученного профиля внутренней поверхности изоляционного каркаса катушки. Полученное расхождение индуцированного и электрического потенциалов не превышает допустимого значения  $\pm 1\%$  и составляет  $\Delta\psi = -0,9858\%$  от максимального значения потенциала катушки. Результаты могут быть использованы для построения катушек, показатели индуктивности которых были бы высокостабильными в расширенных диапазонах частот.*

**Ключевые слова:** электрическое поле, индуцированный потенциал, электрический потенциал, диэлектрик, профилирование, симплекс-метод.

УДК 621.74.043.2

## **INFLUENCE OF REACTIVE POWER ON THE QUALITY OF OPERATION OF ENTERPRISES OF MILK PROCESSING INDUSTRY**

**I. Izvolenskiy, D. Semko, V. Shesterenko**  
*National University of Food Technologies*

---

<b>Key words:</b> <i>Reactive power</i> <i>Supply system</i> <i>Operation efficiency</i>	<b>ABSTRACT</b> The article examines the components of companies' payments for consumed electricity. The components of interest in terms of optimizing electricity overflows and payments for them are displayed. The ways of improving the efficiency of reactive power compensation for food enterprises through the use of automated control system for reactive power sources are proposed. The basic aspects of the regulatory technique for choosing power compensating devices according to voltage and configuration of individual elements of a supply-line are presented. The examples of regulators of reactive power on a modern electronic base and advantages of their application have been studied. The proposed recommendations on the introduction of compensation mode enable to optimize power consumption in an industrial plant. Such an approach can significantly increase the economic performance of all sources of reactive power and the whole enterprise.
<b>Article history:</b> Received 18.01.2016 Received in revised form 06.02.2016 Accepted 19.02.2016	
<b>Corresponding author:</b> I. Izvolenskiy <b>E-mail:</b> energetic@ukr.net	

---

## **ВПЛИВ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ НА ЯКІСТЬ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВ МОЛОКОПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗИ**

**І.Є. Ізволєнський, Д.М. Семко, В.Є. Шестеренко**  
*Національний університет харчових технологій*

*У статті розглянуто складові оплати підприємств за споживану електроенергію, показані компоненти, які становлять інтерес з точки зору оптимізації перетоків електричної енергії й оплати за них. Запропоновано шляхи підвищення ефективності компенсації реактивної потужності на харчових підприємствах шляхом застосування автоматизованої системи керування джерелами реактивної потужності. Наведено основні аспекти нормативної методики вибору потужності компенсуючих пристроїв залежно від напруги мережі та конфігурації окремих її елементів. Розглянуто приклади регуляторів реактивної потужності на новій електронній базі та переваги їх застосування. Розроблені рекомендації щодо впровадження системи компенсації надають можливість оптимізувати режим електроспоживання на промисловому підприємстві. Такий підхід дозволяє суттєво підвищити економічні показники всіх джерел реактивної потужності і підприємства в цілому.*

**Ключові слова:** реактивна потужність, система елетропостачання, ефективність роботи, компенсація.

**Постановка проблеми.** Підприємства молокопереробної галузі є чималим споживачем енергоресурсів, насамперед електричної енергії (ЕЕ). Так, у кожную умовну одиницю вартості масла вкладено 70—75 % вартості енергоносіїв.

Враховуючи постійне зростання вартості ЕЕ (майже квартальне), набуває актуальності питання оцінки витрат ЕЕ на виробництві.

**Метою статті** є розгляд складових сплати за спожиту електроенергію і розробка рекомендацій щодо шляхів та засобів зменшення сплати за ЕЕ.

**Виклад основних результатів дослідження.** Як показує досвід, велика кількість підприємств сплачує рахунки електромереж за принципом «рахунки треба сплачувати», не зосереджуючись на деталях. Але зараз, коли собівартість продукції відіграє чи не основну роль, а ринок жорстко відхиляє неконкурентну продукцію, стає не тільки цікавим, а й життєво необхідним розгляд складових цієї сплати.

Так, загальний рахунок підприємства за спожиту електрику складається з декількох частин [1]:

- плата за встановлену потужність;
- плата за втрати в мережах;
- плата за спожиту активну потужність;
- плата за реактивну спожиту потужність;
- плата за генеровану електричну потужність.

Два перші чинники склались для кожного підприємства «історично», залежать від географічних умов розташування та проектно-конструкторських вимог підприємства і не підлягають змінам чи корегуванню. Три інші складові ЕЕ безпосередньо залежать від планів виробництва, кількості продукції, що випускається, і раціональних витрат енергоносіїв на її виробництво. Варто розглянути окремо використання цих складових ЕЕ на підприємстві та їхній вплив на вартість продукції.

Залежно від виду устаткування, що використовується, навантаження поділяється на активне, індуктивне і ємнісне. Найчастіше споживач має справу зі змішаними активно-індуктивними навантаженнями. Відповідно, з електричної мережі маємо споживання як активної, так і реактивної енергії. Активна енергія перетворюється в корисну — механічну, теплову та інші види.

Реактивна ж енергія не пов'язана з виконанням корисної роботи, а витрачається на створення електромагнітних полів в електродвигунах, трансформаторах, зварювальних трансформаторах, дроселях і освітлювальних приладах.

Показником споживання реактивної енергії (потужності) є коефіцієнт потужності  $\cos \varphi$ , що показує співвідношення активної потужності  $P$  і повної потужності  $S$ , споживаній електроприймачами з мережі [2, 3, 4]:

$$\cos \varphi = \frac{P_i}{S_i} = \frac{P_i}{\sqrt{P_i^2 + Q_i^2}},$$

де  $P_i$  — спожита активна потужність;  $Q_i$  — спожита реактивна потужність;  $S_i$  — повна електрична потужність, що надійшла до споживача.

Унаслідок цього в обмотках при протіканні змінного струму індукуються реактивні е.р.с., що обумовлюють зрушення по фазі між напругою і струмом. Це зрушення по фазі зазвичай збільшується, а  $\cos \varphi$  при низькому навантаженні зменшується. Наприклад, якщо  $\cos \varphi$  двигунів змінного струму при повному навантаженні складає 0,75—0,80, то при низькому навантаженні він зменшиться до 0,20—0,40. Малонавантажені трансформатори також мають низький  $\cos \varphi$ .

В оптимальному режимі показник  $\cos \varphi$  повинен прагнути до одиниці і відповідати нормативним вимогам. Коефіцієнт реактивної потужності наочно виражає реактивну потужність у частках активної.

На підприємствах молокопереробної галузі основними споживачами реактивної енергії є силові трансформатори, асинхронні двигуни, лампи денного світла, зварювальні трансформатори. Розподіл споживання реактивної потужності приблизно такий: асинхронні електродвигуни споживають 45—50 % усієї потужності; перетворювачі — 10 %; силові трансформатори — 35 %; лінії електропередач (повітряні та кабельні) — до 7 %.

**Таблиця. Коефіцієнти потужності некомпенсованих споживачів.**

Тип навантаження	Приблизний коефіцієнт
Силові трансформатори	0,7—0,8
Асинхронні електродвигуни до 100 кВт	0,6—0,8
Асинхронні електродвигуни 100—250 кВт	0,8—0,9
Зварювальні апарати змінного струму	0,5—0,6
Лампи денного світла	0,5—0,6

Усереднений показник якості ( $\cos \varphi$ ) по молокопереробним підприємствам становить 0,6—0,7. За відсутності компенсації реактивної потужності споживач переплачує за споживання реактивної енергії 30—40 % загальної вартості. Відповідно при компенсації реактивної потужності струм, споживаний з мережі, знижується залежно від  $\cos \varphi$  на 30—50 %, відповідно зменшується нагрів дротів і старіння ізоляції тощо.

Повна компенсація реактивної потужності навантажень значною мірою допоможе вирішити проблеми пропускної спроможності мережі, знизити втрати електроенергії в лініях, що підводять, і трансформаторах, підвищити напругу мережі й поліпшити якість електроенергії за рахунок фільтрації гармонік. Застосування конденсаторних установок дозволить споживачам отримувати при тій же повній потужності трансформатора велику корисну потужність при тому ж перерізі кабелів і номіналах трансформаторів.

У разі некомпенсованих навантажень на підприємстві виникають додаткові втрати активної потужності в усіх елементах системи електропостачання, обумовлені завантаженням їх реактивною потужністю. Так, при передачі активної ( $P$ ) і реактивної ( $Q$ ) потужностей через елемент мережі з опором ( $R$ ) втрати активної потужності складають:

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} \cdot R = \frac{P^2}{U^2} R + \frac{Q^2}{U^2} R = \Delta P_a + \Delta P_p.$$

Додаткові втрати активної потужності ( $\Delta P_a$ ), викликані протіканням реактивної потужності ( $Q$ ), пропорційні її квадрату.

Виникають додаткові втрати напруги, які особливо істотні в мережах промислових підприємств. Наприклад, при передачі потужностей ( $P$ ) і ( $Q$ ) через елементи мережі з активним опором ( $R$ ) і реактивним ( $X$ ) втрати напруги складуть:

$$\Delta U = \frac{PR + QX}{U} = \frac{PR}{U} + \frac{QX}{U} = \Delta U_a + \Delta U_p,$$

де  $\Delta U_a$  — втрати напруги, обумовлені активною потужністю;  $\Delta U_p$  — втрати напруги, обумовлені реактивною потужністю.

Завантаження реактивною потужністю (РП) ліній електропередачі й трансформаторів зменшує їх пропускну спроможність і вимагає збільшення перерізу дротів повітряних і кабельних ліній, збільшення номінальної потужності або числа трансформаторів підстанцій.

Зменшення пропускну спроможності відбувається внаслідок зростання струму ( $I$ ) за рахунок передачі реактивної потужності ( $Q_x$ ), що видно з такої формули:

$$Q \text{ мережі} = Q_a + Q_x = I^2R + I^2X.$$

Кожен трансформатор є сам споживачем реактивної енергії. Реактивна енергія витрачається на створення змінного магнітного потоку, за допомогою якого енергія з однієї обмотки трансформатора передається в іншу. Тобто потреба трансформатора в реактивній енергії визначається принципом його дії. Проте реактивна енергія, споживана трансформатором, витрачається не лише на створення головного магнітного потоку, але й на створення магнітного потоку розсіяння.

РП трансформатора складається з двох частин — РП холостого ходу, незалежної від навантаження і РП, залежної від струму навантаження, обумовленого потоками розсіяння. При зменшенні навантаження трансформатора від номінального до холостого ходу РП зменшується від 100 % до 50 %.

РП асинхронного двигуна, так само як і трансформатора, змінюється в межах від реактивної потужності холостого ходу до реактивної потужності, споживаної при номінальному навантаженні, причому збільшення РП також обумовлюється потоками розсіяння, залежними від струму навантаження.

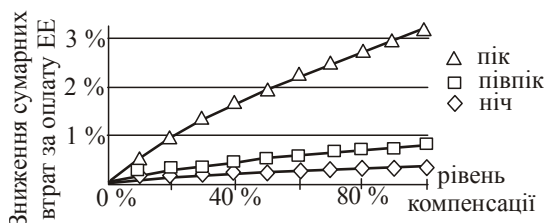


Рис. 1. Криві залежності сплати за електричну енергію

Як показали теоретичні дослідження, правильно скомпенсована РП дає вигравш у загальній сплаті за електроенергію. На графіку (рис. 1) зображено криві залежності сплати за електричну енергію від повноти компенсації РП в різні години доби [5].



З наведеного можна зробити висновок, що компенсація РП на підприємствах є необхідною і корисною, тому що призводить до зниження споживання активної потужності за рахунок зменшення втрат у лініях електропередачі, а також до зменшення сплати за повну спожиту електричну потужність.

Наступне завдання організаційно-технічне: в яких вузлах на підприємстві краще виконувати заходи з компенсації РП і які технічні прилади використати.

Передача реактивної потужності з мережі напругою 6—35 кВ в мережу до 1000 В економічно не вигідна, якщо вимагає збільшення числа цехових трансформаторів. Для електроустановок невеликої потужності, що приєднуються до мереж 6—10 кВ, економічно виправдана компенсація реактивної потужності на стороні низької напруги (до 1000 В).

Компенсація реактивної потужності електроустановок промислових підприємств здійснюється за допомогою статичних конденсаторів, що включаються паралельно електроприймачам (рис. 2).

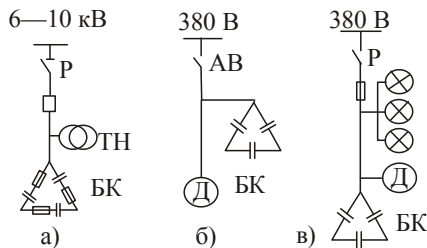


Рис. 2. Підключення статичних конденсаторів до навантаження

Розміщення конденсаторів у мережах напругою до 1000 В і вище повинно задовольняти умову найбільшого зниження втрат активної потужності від реактивних навантажень. При цьому можлива компенсація: а) централізована — з підключенням батареї на шини 6—10 кВ підстанції; б) індивідуальна — з розміщенням конденсаторів безпосередньо у струмоприймача; в) групова — з розміщенням конденсаторів у силових шафах біля шинопроводів у цехах.

Батареї конденсаторів бувають регульовані (керовані) і нерегульовані. У нерегульованих число конденсаторів незмінне, а величина реактивної потужності залежить лише від квадрата напруги. У регульованих батареях конденсаторів, залежно від режиму, автоматично або вручну змінюється число включених конденсаторів.

Пропонується такий алгоритм аналізу, оцінки загального об'єму споживання РП за місяць: визначаємо коефіцієнт реактивної потужності за формулою:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = Q_i / P_i .$$

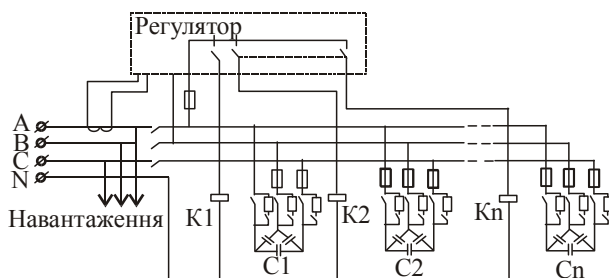
Якщо  $\operatorname{tg} \varphi$  не перевищує 0,24 — робимо висновок про необхідність використання засобів ( конденсаторних установок — КУ) з плавним дискретним регулюванням. Величина ємності КУ вибирається з аналізу добового графіка навантаження підприємства. Прийнято вважати, що величина одного ступеня не повинна перевищувати 10 % загальної ємності КУ. За необхідності найменший ступінь можна взяти у розмірі 5 % від загальної ємності КУ чи менше, хоча це потребує економічного обґрунтування. Встановлюється КУ у безпосередній

близькості до силового трансформатора, щоб своєю дією охопити найбільшу кількість споживачів.

Якщо  $\text{tg } \varphi$  перевищує 0,24 — робимо попередній висновок про необхідність застосування індивідуальної компенсації. Для цього знаходимо найбільш потужні навантаження й оцінюємо графік їх роботи. На молокопереробних підприємствах — це асинхронні двигуни компресорних станцій. На підприємствах потужність цих двигунів знаходиться у межах від 55 до 125 кВт. Для таких навантажень бажано виконувати часткову компенсацію у межах 60—70 % від потужності двигуна.

Під'єднання компенсуючих конденсаторів виконується безпосередньо на шини АД через запобіжний автомат. Таке підключення полегшує пуск АД, зменшує пускові струми, стабілізує температурний режим двигуна і таким чином подовжує термін його роботи. Варто зауважити, що застосування індивідуальної компенсації потужних АД на підприємстві не виключає одночасного застосування автоматичних КУ.

Усі конденсаторні установки мають однакову функціональну схему, а часто й принципову, і відрізняються тільки типом, потужністю конденсаторів і типом регулятора. Загальна електрична схема конденсаторної установки наведена на рис. 3.



**Рис. 3. Принципова схема автоматизованої конденсаторної установки**

Розвиток сучасної електронної бази дозволив створити інтелектуальні регулятори, які взяли на себе функції прийняття оптимальних рішень щодо компенсації реактивної потужності конкретного споживача. Прикладом таких приладів можуть стати регулятори італійської фірми LOVATO та чеської фірми NOVAR. Наведені прилади, крім загальних функцій вимірювання  $\cos \varphi$  та підключення конденсаторів, виконують вимірювання й аналіз компенсуючих конденсаторів, що є у наявності, порівнюють їх параметри з необхідними для регулювання і виробляють сигнал керування на першочергове підключення. Застосування такого алгоритму значно скорочує час виконання умов компенсації і подовжує термін використання контакторів конденсаторних установок.

### **Висновки**

Впровадження компенсації реактивної потужності й автоматичних конденсаторних установок дозволить знизити вживання активної потужності за рахунок зменшення втрат у лініях електропередачі, знизити оплату за спожиту повну потужність, вивільнити додаткові потужності за рахунок зниження струму, споживаного від трансформатора живлення.

З технічної точки зору можна досягти таких переваг:

- забезпечити живлення навантаження по кабелю з меншим перетином (не допускаючи перегріву ізоляції);
- за рахунок часткового струмового розвантаження силових трансформаторів і кабелів підключити живлення додаткове навантаження;
- дозволяє уникнути глибокого просідання напруги на лініях електропостачання віддалених споживачів (водозабірні свердловини, насосні станції);
- ефективно використовувати потужність автономних дизель-генераторів.

### Література

1. *Методика* розрахунків плати за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією та її споживачами. — Київ: 1997. — 36 с.
2. *Глушков В.М.* Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий / В.М. Глушков, В.П. Грибин. — Москва: Энергия, 1975. — 104 с.
3. *Мельников Н.А.* Реактивная мощность в электрических сетях / Н.А. Мельников. — Москва: Энергия, 1975. — 128 с.
4. *Б.А. Константинов* Компенсация реактивной мощности / Б.А. Константинов, Г.З. Зайцев. — Ленинград: Энергия, 1976. — 104 с.
5. *О. Кухта* К вопросу об эффективности компенсации реактивной мощности / О. Кухта, Е. Симонова // Энергетическая политика Украины. — 2004. — № 9. — С. 90—93.

## ВЛИЯНИЕ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА КАЧЕСТВО РАБОТЫ КОМПАНИЙ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ

**И.Е. Изволенський, Д.Н. Семко, В.Е. Шестеренко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье рассмотрены составляющие оплаты предприятий за потребляемую электроэнергию, показаны компоненты, представляющие интерес с точки зрения оптимизации перетоков электрической энергии и оплаты за них. Предложены пути повышения эффективности компенсации реактивной мощности на пищевых предприятиях путем применения автоматизированной системы управления источниками реактивной мощности. Приведены основные аспекты нормативной методики выбора мощности компенсирующих устройств в зависимости от напряжения сети и конфигурации отдельных ее элементов. Приведены примеры регуляторов реактивной мощности на современной электронной базе и преимущества их использования. Данные рекомендации по внедрению системы компенсации позволяют оптимизировать режим электропотребления на промышленном предприятии. Такой подход предоставляет возможность существенно повысить экономические показатели всех источников реактивной мощности и предприятия в целом.*

**Ключевые слова:** реактивная мощность, система электроснабжения, эффективность работы, компенсация.

## COMPARATIVE ESTIMATION OF GRAIN OF SPRING AND WINTER WHEAT AND SPRING TRITICALE AS THE RAW MATERIAL FOR BREAD PRODUCTION

N. Osokina, K. Kostetska

*Uman National University of Horticulture*

**Key words:**

*Grain  
Wheat  
Triticale  
Sort  
Flour  
Technological properties  
Bread  
Quality*

**Article history:**

Received 06.01.2016  
Received in revised form  
24.01.2016  
Accepted 07.02.2016

**Corresponding author:**

N. Osokina  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

**ABSTRACT**

The results of the study of technological usefulness of grain of soft spring wheat of Trizo and Midae varieties, soft winter variety of Lazurna, spring triticale of Avatar variety for bread production have been presented. Researches were conducted at the Department of Technology of Storage and Processing of Grain in 2013—2014. Geometric and technological characteristics of wheat and triticale grain were determined, as well as organoleptic and baking properties of flour. Experimental baking of bread was done and indicators of its quality were defined. The use of flour from triticale grain for bread production will help to solve one of the main problems of making bakery products, such as expanding the resource base that can allow increasing the range of products to meet the growing needs of wide sections of the population in Ukraine and in the world.

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЗЕРНА ЯРИХ ТА ОЗИМИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ І ТРИТИКАЛЕ ЯРОГО ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ХЛІБА

Н.М. Осокіна, К.В. Костецька

*Уманський національний університет садівництва*

*У статті наведено результати вивчення технологічної придатності зерна пшениці ярої м'якої сортів Трізо і Мідає, озимої м'якої сорту Лазурна, тритикале ярого сорту Аватар для виробництва хліба. Дослідження проведені на кафедрі технології зберігання і переробки зерна в 2013—2014 роках. У зерні пшениці і тритикале визначено геометричні, технологічні, в борошні — органолептичні й хлібопекарські властивості. Зроблено пробну випічку хліба і визначено показники його якості. Використання борошна із зерна тритикале для виготовлення хліба допоможе вирішити одне з найважливіших завдань виготовлення хлібобулочної продукції — розширення сировинної бази, що надасть можливість збільшити асортимент виробів для повного задоволення зростаючих потреб широких верств населення України і світу.*

**Ключові слова:** зерно, пшениця, тритикале, сорт, борошно, технологічні властивості, хліб, якість.

**Постановка проблеми.** Зерно пшениці являється основним сир'єм для виробництва життєво необхідного продукту — хліба, використовуючи який, людина майже наполовину задовольняє потребу в вуглеводах, на третю — в білках, більше ніж наполовину — в вітамінах групи В, солях фосфору і заліза [1].

Хліб являється гениальним винаходом людства. Його можна використовувати в будь-який час дня і в будь-якому віці. Хлібні вироби є одним із базових продуктів харчування людини. В хлібі міститься багато харчових речовин, які необхідні людині, серед них білки, вуглеводи, вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна. При використанні 500 г пшеничного хліба з борошна першого або вищого сортів організм отримує від 21 до 64 % добової потреби життєво необхідних амінокислот (крім лізину, який в хлібі міститься в недостатній кількості) [2].

В Україні хліба використовують традиційно багато — в середньому до 330 г в день [3]. Оскільки хліб є одним із най дешевих продуктів харчування, в періоди економічної нестабільності його використання неминуче зростає. В той же час, робляться спроби використовувати в якості сировини для випічки зерно інших культур, зокрема тритикале [4, 5].

**Ціль дослідження.** Встановити технологічну придатність зерна пшениці ярової м'якої сортів Тризо і Мидає, озимої м'якої сорту Лазурна, тритикале ярого сорту Аватар різних умов вирощування для виробництва хліба.

**Матеріали і методи.** Зерно пшениці сортів Тризо і Лазурна, тритикале сорту Аватар вирощено на дослідницькому полі навчально-науково-виробничого відділу Уманського НУС, тоді як пшениця сорту Мидає — на дослідницькому полі фермерського господарства «Пролисок+» в с. Гранів Гайсинського району Вінницької області.

Дослідження проведено на кафедрі технології зберігання і переробки зерна в 2013—2014 роках. В зерні пшениці і тритикале визначали геометричні, технологічні, в борошні — органолептичні, випікарські властивості. Зроблено пробну випічку хліба і визначено показники його якості.

Для визначення якості зерна і борошна застосовували загальноприйняті методи: відбір проб [ГОСТ 13586.3–83]; визначення кольору і запаху [ГОСТ 10967-90]; зараженості [ГОСТ 13586.3-83, ГОСТ 13586.4-83]; забурненості [ГОСТ 28419-97]; вологості [ГОСТ 13586.5-93, ГОСТ 9404-88]; зольності [ГОСТ 27494-87]; кількості і якості клейковини [ГОСТ 13586.1-68]; природи [ГОСТ 10840-64]; маси 1000 зерен [ГОСТ 10842-89]; склянистості [ГОСТ 10987-76]; числа падіння (ЧП) [ГОСТ 27676-88]; білості [ГОСТ 26361-84]; кислотності [ГОСТ 5670-51]; пористості [ГОСТ 5669-51]; також вироблялась лабораторна випічка хліба [ГОСТ 27669-88] і органолептична оцінка хліба за методикою Московського технологічного інституту харчових технологій [6, 7].

**Результаты исследования.** Физико-химические свойства твердых сыпучих материалов характеризуются большим числом показателей, выбор которых зависит от поставленной инженерной задачи. Для зерна как сырья для производства муки основное технологическое значение имеют его геометрическая характеристика, натура зерна, масса 1000 зерен, стекловидность.

По средним значениям линейных размеров зерна пшеницы и тритикале исследуемых сортов определяли значения объема, площади и сферичности (табл. 1).

Таблица 1. Физико-механические свойства зерна

Культура, сорт	Год	Размер, мм			Объем, $V$ , мм <sup>3</sup>	Сферичность, $\varphi$	Площадь внешней поверхности, $F_3$ , мм <sup>2</sup>	Массовая доля крахмалистой части эндосперма, $m_3$ , %	
		длина, $l$	ширина, $a$	толщина, $b$					
Пшеница	Тризо	2013	6,5	3,6	3,1	37,7	0,62	87,8	82,4
		2014	6,1	3,4	2,9	30,9	0,61	76,4	81,4
		среднее	6,3	3,5	3,0	34,3	0,61	82,1	81,9
	Мидаэ	2014	6,2	3,9	3,1	32,9	0,54	86,0	80,5
	Лазурная	2013	6,7	3,9	3,2	43,4	0,58	94,6	83,3
	По данным литературных источников*	4,8—8,0	1,6—4,0	1,5—3,3	6,0—54,9	—	68,5—115,2	77,0—85,0	
		7,0	4,0	3,0	43,7	0,63	94,9	-	
Тритикале	Аватар	2013	7,9	3,2	3,0	39,4	0,56	100,2	81,0
		2014	7,7	3,2	3,0	37,0	0,55	98,3	80,2
		среднее	7,8	3,2	3,0	38,2	0,55	99,3	80,6
	По данным литературных источников*	5,0—10,0	1,4—3,6	1,2—3,5	4,4—65,5	—	72,0—148,5	74,0—79,0	
		8,4	3,5	2,6	39,7	0,56	101,2	—	
<i>НП 05</i>			0,41	0,22	0,15	1,87	0,03	4,61	4,09

**Примечание.** \* — по данным [1, 4]: над косой чертой — пределы; под косой чертой — среднее.

Форма и линейные размеры зерна влияют на выбор схем сепарирования, характеристику рабочих органов сепарирующих и измельчающих машин. Объем и внешняя поверхность играют важную роль в процессах увлажнения, нагрева и охлаждения зерна.

Как видно из данных табл. 1, показатели геометрической характеристики зерна исследуемых культур достаточно сильно варьируются. Полученные значения показателей находятся в пределах, указанных в литературных источниках. Однако в зерне пшеницы сортов Тризо, Мидаэ и Лазурная толщина зерна до 0,2 мм больше, а длина и ширина на 0,3—0,8 и 0,1—0,5 мм меньше средних значений. Наибольшие линейные размеры зерна определены для зерен озимой мягкой пшеницы сорта Лазурная 2013 г. выращивания, а наименьшие — для зерен яровой мягкой пшеницы сорта Тризо 2014 г. выращивания.

Зерно тритикале сорта Аватар имеет удлиненную эллипсообразную форму, а его длина и ширина за годы исследования в среднем уменьшились соответственно на 0,6 и 0,3 мм, а толщина в среднем увеличилась на 0,4 мм.

Такие характеристики повлияли на объем и площадь внешней поверхности, значения которых уступают средним из литературных источников, соответственно на 0,3—10,8 мм<sup>3</sup> и 0,3—12,8 мм<sup>2</sup> для пшеницы; на 1,5 мм<sup>3</sup> и 1,9 мм<sup>2</sup> — для тритикале. Известно [7], что отличающиеся от средних значений показатели формы зерна влияют на угол естественного откоса и угол трения.

Геометрическая характеристика зерна определяет его плотность при формировании слоя и особенности перемещения зерна во время транспортировки. Чем больше геометрические размеры зерна, тем больший у него угол откоса, который позитивно влияет на передвижение зерна при его транспортировке по трубам самотека. Из-за сложности структуры технологических процессов, для заводов характерна значительная протяженность путей обработки зерновых продуктов, которая достигает нескольких километров в машинах и разных механизмах для средних по мощности заводов.

Кроме того, при сортовом помоле мука должна быть получена только за счет избирательного измельчения крахмалистой части эндосперма, оболочка, алейроновый слой и зародыш должны направляться в отруби. Поэтому важно иметь сведения о содержании эндосперма в зерне данной партии, чтобы составить прогноз о возможном выходе муки при его помоле. Наибольшую массовую долю крахмалистой части эндосперма определено в зерне озимой мягкой пшеницы сорта Лазурная — 83,3 %, а в зерне других сортов, которые изучали, — на 1,7—3,4 % меньше. В свою очередь, массовая доля эндосперма в зерне тритикале составляла 80—81 %, с преимуществом в 2013 г., что оказывало позитивное влияние на выход муки.

Лучшими по влиянию на физико-механические свойства зерна пшеницы и тритикале признаны погодные условия 2013 года выращивания.

Качество готовой продукции напрямую зависит от качества сырья. Исследование качества зерна показало, что образцы имеют запах и вкус, присущие культурам.

Технологические свойства зерна — это совокупность признаков и показателей качества, которые характеризуют состояние зерна в технологических процессах переработки и влияют на выход и качество муки.

В табл. 2 и 3 приведена сравнительная характеристика технологических свойств зерна пшеницы и тритикале исследуемых сортов.

*Таблица 2. Характеристика и нормы качества зерна пшеницы*

Показатель	Допустимая норма (ДСТУ 3768:2010)* [8]	Фактическое качество сорта					НП <sup>05</sup>
		Тризо			Мидаэ	Лазурная	
		2013 г.	2014 г.	среднее	2014 г.	2013 г.	
1	2	3	4	5	6	7	8
Влажность, %	не более 14,0	12,9	12,6	12,8	12,8	13,7	0,67
Сорная примесь, %	не более 1,0/2,0	1,6	1,5	1,6	0,6	1,8	0,08
в т. ч. минеральная примесь	не более 0,3	—	—	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7	8
Зерновая примесь, %	не более 5,0/8,0	3,1	2,8	3,0	3,0	3,1	0,16
Зараженность вредителями хлебных запасов, ед. в 1 кг крупы	не допускается, кроме зараженности клещом, не выше 1 степени	не выявлено					—
Натура, г/л	не меньше 760/740	765	760	762	770	790	38,80
Масса 1000 зерен, г	35—50**	44,3	40,0	42,2	41,4	44,6	2,15
Стекловидность, %	не меньше 50/40	32,0	32,0	32,0	44,0	35,0	1,86

**Примечание.** \* — до косой черты — 1 класс; после косой черты — 2 класс; \*\* — по данным литературных источников [1, 7].

Таблица 3. Характеристика и нормы качества зерна тритикале сорта Аватар

Показатель	Допустимая норма (ДСТУ 4762:2007) [9]	Фактическое качество			НІР <sub>05</sub>
		2013 р.	2014 р.	среднее	
Влажность, %	не более 14,5	12,7	13,0	12,8	0,64
Сорная примесь, %	не более 2,0	2,3	2,3	2,3	0,12
в т. ч. минеральная примесь	не более 0,3	—	—	—	—
Зерновая примесь, %	не более 7,0	6,1	6,2	6,1	0,32
Зараженность вредителями хлебных запасов, ед. в 1 кг крупы	не допускается, кроме зараженности клещом, не выше 1 степени	не выявлено			—
Натура, г/л	630...750	720	722	721	36,02
Масса 1000 зерен, г	10—50*	40,6	40,7	40,6	2,04
Стекловидность, %	—	24,0	24,0	24,0	1,21

**Примечание.** \* — по данным литературных источников [1, 3, 4, 7].

Результаты исследований качества зерна по технологическим показателям показали, что зерно исследуемых сортов отвечает установленным нормам качества. Влажность зерна пшеницы — на 0,3—1,4 % а тритикале — на 1,5—1,8 % меньше допустимых пределов.

Общее содержимое сорной примеси превышает допустимые нормы для зерна 1 класса в пшенице сортов Тризо и Лазурная соответственно на 0,6 и 0,8 %, тритикале сорта Аватар на 0,3 %. Несоответствие количества сорной примеси нормам качества зерна свидетельствует о нетщательном его сепарировании. В свою очередь, зерновая примесь в зерне пшеницы и тритикале составляет, в среднем, соответственно 3,0 и 6,1 %, что меньше допустимых значений на 2,0 и 0,9 %. В исследуемых образцах не было обнаружено никаких вредителей.

Масса 1000 зерен пшеницы сорта Лазурная составляла 44,6 г, что больше, чем для зерна сорта Тризо 2013 и 2014 гг. урожая соответственно на 0,3 и 4,6 г и на 3,2 г пшеницы сорта Мидаэ. Масса же 1000 зерен тритикале сорта Аватар в среднем за годы исследования составляла 40,6 г.

Наибольшее значение натуры определено в зерне пшеницы сорта Лазурная — 790 г/л, а в зерне других изучаемых сортов — на 3—4 % меньше. Натура же зерна тритикале составляла 720—722 г/л, что имело позитивное



влияние на выход муки. Лучшие значения показателей качества зерна пшеницы сорта Лазурная, тритикале сорта Аватар в 2014 г. урожая, очевидно, объясняется их более высокой влажностью.

С ростом стекловидности зерна наблюдается увеличение содержания белка и улучшение его технологических свойств. Выход муки из высокостекловидных зерен большой. Исследуемые образцы зерна имели мучнистый эндосперм, причем стекловидность зерна пшеницы (32—44%) выше на 25—45 %, чем в зерна тритикале сорта Аватар (24 %). Установлено, что фактический выход муки из зерна пшеницы и тритикале составлял 72 % первого сорта (односортная).

Хлебопекарные показатели муки из зерна пшеницы и тритикале приведены в табл. 4 и 5.

*Таблица 4. Хлебопекарные показатели качества муки пшеничной*

Показатель	Допустимые нормы качества по сортам*			Фактическое качество муки из зерна сорта					НП <sub>05</sub>
	высший	I	II	Тризо			Мидаэ	Лазурная	
				2013 р.	2014 р.	среднее	2014 р.	2013 р.	
Количество сырой клейковины, %, не меньше	24	25	21	30,2	29,0	29,6	28,4	32,6	1,50
Качество сырой клейковины, усл. ед. прибора ИДК	25—100. Не ниже II-й группы качества			85	100	94	72	80	4,22
ЧП, не менее, с	160			280	206	243	222	180	10,80
Белость, усл. ед. РЗ-БПЛ	не менее 54	36—53	12—35	51	49	50	46	49	2,41
Кислотность, не более, град.	3,0	3,5	4,5	2,4	2,6	2,5	2,8	3,0	0,13

**Примечание.** \* — для муки по ДСТУ 46.004-99 [10].

*Таблица 5. Хлебопекарные показатели качества муки из зерна тритикале*

Показатель	Допустимые нормы качества по сортам*		Фактическое качество муки из зерна сорту Аватар			НП <sub>05</sub>
	I	II	2013 р.	2014 р.	среднее	
Количество сырой клейковины, %, не менее	18	16	19,0	18,7	18,9	0,92
Качество сырой клейковины, усл. ед. прибора ИДК	20—100. Не ниже II-й группы качества		65	70	68	3,35
ЧП, не менее, с	100		316	288	302	15,00
Белость, усл. ед. РЗ-БПЛ	36—53	12—35	49	51	50	2,49
Кислотность, не более, град.	4,0	5,0	4,0	3,4	3,6	0,22

**Примечание.** \* — для муки по ДСТУ 4690:2008 [11].

Качество муки определяется показателями, по которым пшеничную муку разделяют на сорта: высший, первый, второй и обойный; мука из тритикале — первый, второй и обойный. Мука из исследуемых образцов первого сорта (односортная), имеет запах и вкус, присущий муке из пшеницы и тритикале, без посторонних запахов и вкусов. При разжевывании муки хруст не ощущается.

Из табл. 4 и 5 видно, что зерна пшеницы и тритикале стабильно имеют высокие хлебопекарные свойства.

В результате исследований трех сортов пшеницы установлено, что существенными факторами для повышения качества зерна является подбор сортов для выращивания. Оптимальным соотношением количества и качества клейковины и числа падения характеризуется зерно озимой пшеницы сорта Лазурная, с количеством сырой клейковины в 32,6 %, качеством сырой клейковины в 80 усл. ед. прибора ИДК, и числом падения в 180 с. Мукомольные свойства изучаемого зерна существенно зависели от их сортовых особенностей и от погодных условий года выращивания. Так, зерно пшеницы сорта Тризо имело более высокие хлебопекарные показатели качества муки в 2013 году выращивания (количество сырой клейковины 30,2 %, что на 4 % больше, чем в муке 2014 г.).

В муке из зерна тритикале сорта Аватар в среднем определено 18,9 % сырой клейковины, 68 усл. ед. прибора ИДК, а число падения составило 302 с. Хлебопекарные показатели качества муки из зерна тритикале 2014 г. выращивания уступали показателям зерна 2013 г. выращивания.

У всех образцов пшеничной муки сырая клейковина II группы качества (удовлетворительная слабая), тогда как у муки из тритикале — I группы качества (хорошая).

Кислотность муки из зерна пшеницы — 2,4—3,0°, что не выходит за допустимые нормы для муки высшего сорта. В образце муки из зерна тритикале сорта Аватар данный показатель качества отвечает муке первого сорта (3,4 и 4,0°).

По всем показателям качества пшеничная мука из зерна пшеницы изучаемых сортов отвечает высшему сорту, за исключением белости — 46—51 усл. ед. Учитывая значение прибора РЗ–БПЛ, исследуемую пшеничную муку следует отнести к первому сорту. В свою очередь, для муки из зерна тритикале установлено, что белость, количество сырой клейковины, число падения и кислотность отвечают нормам для муки первого сорта.

Результаты анализа хлеба за физико-химические показатели качества приведены в табл. 6 и 7.

*Таблица 6. Физико-химические показатели качества хлеба из пшеничной муки*

Сорт	Год	Вид хлеба	Влажность, %	Кислотность, град.	Пористость, %	Объем, см <sup>3</sup>
Тризо	2013	подовый	38,6	2,8	62,8	420
		формовой	40,0	2,8	63,0	450
	2014	подовый	38,4	2,9	62,7	416
		формовой	39,8	2,9	63,0	435
	среднее*	подовый	38,5	2,9	62,8	418
		формовой	39,9	2,9	63,0	443
Мидаэ	2014	подовый	38,5	3,0	62,4	415
		формовой	40,0	3,0	62,7	430
Лазурная	2013	подовый	40,0	3,2	67,8	482
		формовой	40,3	3,2	69,0	558
<i>НІР<sub>05</sub></i>			<i>1,94</i>	<i>0,14</i>	<i>3,22</i>	<i>22,80</i>

**Примечание.** \* — за 2013—2014 гг.

**Таблица 7. Физико-химические показатели качества хлеба из муки зерна тритикале сорта Аватар**

Год	Вид хлеба	Влажность, %	Кислотность, град.	Пористость, %	Объем, см <sup>3</sup>
2013	подовый	41,0	5,2	56,3	390
	формовой	42,3	5,2	57,9	420
2014	подовый	41,5	5,3	54,0	382
	формовой	43,0	5,3	56,8	410
Среднее*	подовый	41,2	5,2	55,2	386
	формовой	42,4	5,2	57,3	415
<i>HIP<sub>05</sub></i>		2,08	0,26	2,80	19,96

**Примечание.** \* — за 2013—2014 гг.

Оценка хлеба проводилась через 16 час после выпечки. По органолептическим показателям хлеб из муки пшеницы соответствует установленным требованиям: поверхность — гладкая, без загрязнения, больших трещин и подрывов, в хлебе подовом выражена мучнистость нижней корочки; мякиш — пропеченный, эластичный, не липкий, не влажный на ощупь, с развитой пористостью, без следов уплотнения; вкус и запах — свойственный данному наименованию хлеба, без постороннего привкуса и запаха. По качеству хлеб из муки тритикале уступал хлебу из пшеничной муки: объем и пористость ниже, мякоть тверже.

В среднем общая хлебопекарная оценка хлеба пшеничного составляет 4,4 балла (отличная), а с тритикале — 3,8 балла (хорошая). По полученным данным, влажность и пористость хлеба подового уступают таким показателям хлеба формового на 0,3—3,7 %, а объем — на 4—14 %.

Влажность хлеба пшеничного подового составляет 38,4—40,0 %, что меньше влажности хлеба из тритикале подового и формового соответственно на 2,9—6,8 и 5,7—9,4 % и на 3,5—4,7 % — формового хлеба с пшеничной муки.

Кислотность хлеба обусловлена способом приготовления теста и сортом муки. Кислотность влияет на вкусовые свойства хлеба. Недостаточно или излишне кислый хлеб неприятен на вкус. По этому показателю судят о правильности ведения технологического процесса. Кислотность хлеба пшеничного не превышает 3,2°, тогда как из тритикале — около 5,0°, что входит в норму стандартов [12].

Пористость характеризует важное свойство хлеба — его усвояемость организмом человека. По полученным данным пористость хлеба пшеничного составляет 63—69 %, что больше на 12—20 %, чем данный показатель хлеба для муки из тритикале.

Итак, хлеб из зерна тритикале отличается от хлеба из пшеничной муки большей кислотностью и влажностью. В свою очередь, пшеничный имеет больший объем и пористость.

### **Выводы**

Зерно пшеницы яровой мягкой сортов Тризо и Мидаэ, озимой мягкой сорта Лазурная, тритикале ярового сорта Аватар имеют хорошие мукомольные и хлебопекарные свойства. В среднем общая хлебопекарная оценка хлеба пшеничного составляет 4,4 балла (отличная), а хлеба из тритикале — 3,8 балла (хорошая).

Использование муки из зерна тритикале для изготовления хлеба поможет разрешить одну из самых важных задач производства хлебобулочной продук-

ции — расширение сырьевой базы, что позволит увеличить ассортимент изделий для более полного удовлетворения возрастающих нужд широких слоев населения Украины и мира.

### **Литература**

1. *Системи технологій в рослинництві: Навч. посібник* / Г.М. Господаренко, В.О. Єщенко, С.П. Полторецький та ін. — Умань: СПД Сочінський, 2008. — 368 с.
2. *Товарознавство. Продовольчі товари: Навч. посібник* / О.Г. Бровко, О.В. Булгакова, Г.С. Гордієнко, В.В. Дятлов. — Київ: Кондор, 2010. — 730 с.
3. *Лесничий В.А.* Хозяйственно ценные и питательные свойства зернового ярого тритикале / В.А. Лесничий, В.К. Рябчун, В.И. Шатохин // Научный вестник Национального аграрного университета. — 2002. — Вып. 40. — С. 34—38.
4. *Хозяйственная ценность яровых тритикале* / В.К. Рябчун // Библиотечный вестник. — 2003 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://ukrseeds.narod.ru>.
5. *Рябчун В.К.* Качество зерна новых линий яровых гексаплоидных тритикале / В.К. Рябчун, В.И. Шатохин, И.А. Панченко // Научные основы стабилизации производства продукции растениеводства: междунар. конф., 1999 г.: тезисы докл. — Харьков, 1999. — С. 199—200.
6. *Данильчук П.В.* Оценка качества зерна в хозяйствах и на хлебоприемных предприятиях: справ. / П.В. Данильчук, Л.Р. Торжинская. — Киев: Урожай, 1990. — 174 с.
7. *Зверев С.В.* Физические свойства зерна и продуктов его переработки. — Москва: ДеЛипринт, 2007. — 176 с.
8. ДСТУ 3768:2010. «Зерно. Пшеница. Технические условия», 2010.
9. ДСТУ 4762:2007. «Зерно. Тритикале. Технические условия», 2007.
10. ДСТУ 46.004-99. «Мука пшеничная. Технические условия», 1999.
11. ДСТУ 4690:2008. «Мука из зерна тритикале. Технические условия», 2008.
12. ДСТУ 4582-2006 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Технические условия», 2006.

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗЕРНА ЯРОВЫХ И ОЗИМЫХ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ И ТРИТИКАЛЕ ЯРОВОГО КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ХЛЕБА**

**Н.М. Осокина, Е.В. Костецкая**

*Уманский национальный университет садоводства*

*В статье приведены результаты изучения технологической пригодности зерна пшеницы яровой мягкой сортов Тризо и Мидаэ, озимой мягкой сорта Лазурная, тритикале ярового сорта Аватар для производства хлеба. Исследование проведено на кафедре технологии хранения и переработки зерна в 2013—2014 годах. В зерне пшеницы и тритикале определены геометрические, технологические, в муке — органолептические и хлебопекарные свойства. Произведена пробная выпечка хлеба и определены показатели его качества. Использование муки из зерна тритикале для изготовления хлеба поможет разрешить одну из самых важных задач производства хлебобулочной продукции — расширение сырьевой базы, что позволит увеличить ассортимент изделий для более полного удовлетворения возрастающих нужд широких слоев населения Украины и мира.*

**Ключевые слова:** зерно, пшеница, тритикале, сорт, мука, технологические свойства, хлеб, качество.

## OIL PRODUCTION WASTES: TRENDS, PROBLEMS AND PROSPECTS

M. Popov

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

---

**Key words:**

*Production wastes  
Receipt of wastes  
Waste areas  
Oil production complex*

**Article history:**

Received 08.01.2016  
Received in revised form  
16.01.2016  
Accepted 07.02.2016

**Corresponding author:**

N. Popov  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article examines the actual status and trends of receipt of wastes, including husks and oil cake, during the processing of sunflower seeds. The block diagram of waste receipt on the example of oil production in oil extractive industry is presented. The main factors affecting the generation of waste at the enterprises of oil extractive industry are defined. These factors are: technical and technological level of production quality indicators, raw materials entering into production, qualification of maintenance and engineering personnel, implementation of research and design developments into the production activity and insufficient investment attractiveness.

---

## ВІДХОДИ ОЛІЙНОДОБУВНОГО ВИРОБНИЦТВА: ТЕНДЕНЦІЇ, ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ

М.О. Попов

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

*У статті розглянуто фактичний стан одержання відходів виробництва, зокрема лушпиння, шроту (макухи), у процесі переробки насіння соняшнику. Наведено схему отримання відходів на прикладі олійнодобувного виробництва олійно-жирової галузі. Виокремлено основні фактори, що впливають на утворення відходів в олійнодобувному виробництві. Визначено пріоритетні напрями використання відходів виробництва в різних сферах економічної діяльності.*

**Ключові слова:** відходи виробництва, схема отримання відходів, напрями використання відходів, олійнодобувний комплекс.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвитку олійно-жирової галузі України питання забезпечення конкурентоспроможності підприємств набувають особливого значення. У таких умовах одним із стратегічних пріоритетних напрямів підвищення показників ефективності роботи вітчизняних підприємств є комплексне використання відходів виробництва.

Рациональне й ефективне використання відходів в олійно-жировому виробництві надасть можливість суб'єктам господарювання забезпечити конкурентні переваги продукції на світовому та внутрішньому ринках і сприятиме поліпшенню фінансово-економічної та продовольчої безпеки країни в цілому.

Однак, як свідчить практика, управління відходами на олійно-жирових підприємствах — механізм надзвичайно складного комплексу питань, передусім організаційно-адміністративного, економічного, техніко-технологічного, правового характеру, які загострюють дану проблему й потребують нагального вирішення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми ефективного використання відходів виробництва в олійно-жировій галузі досліджували такі зарубіжні та вітчизняні науковці: Г.Г. Гелетуха [1], Т.А. Железна [2], В.С. Каретнікова [3], С.Г. Корсун [4], В.Г. Кухта [5], П.Ф. Петік [6], І.В. Реутська [7], О.М. Сумець [8], З.П. Федякіна [9], Т.О. Шильцова [7], Л.І. Шкарівська [4], В.Г. Щербаков [10] та ін. Проте, незважаючи на значне опрацювання даної проблематики, окремі питання, у тому числі питання ефективності виробництва відходів та економічної доцільності їх використання, насамперед в олійнодобувному комплексі, потребують подальшого дослідження.

**Мета дослідження.** Дослідження сучасного стану та проблем виробництва відходів при переробці олійного насіння, а також надання практичних рекомендацій щодо пріоритетних напрямів використання їх в олійнодобувному комплексі.

**Виклад основного матеріалу.** У процесі переробки олійного насіння на підприємствах основними відходами є лушпиння, макуха та шрот, які утворюються на різних технологічних стадіях олійнодобувного виробництва (рис. 1).

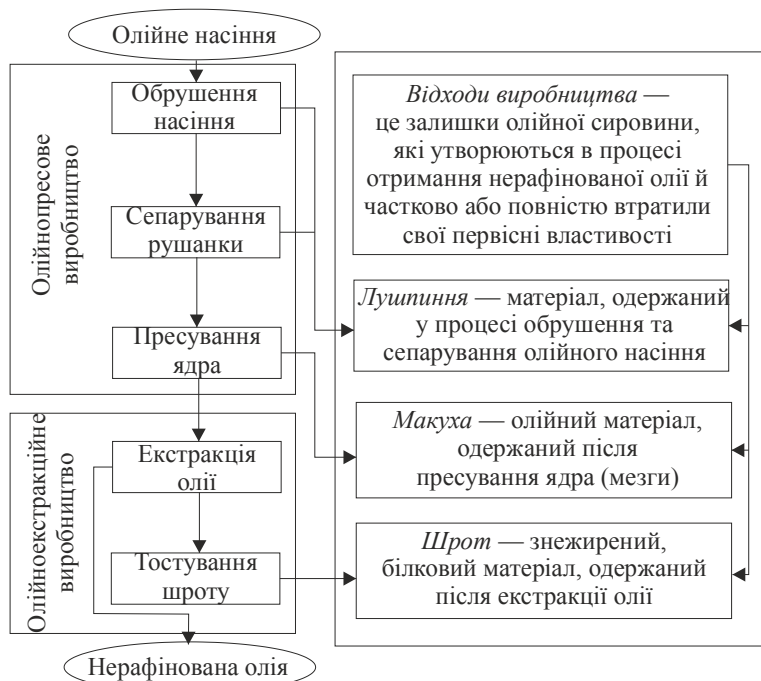


Рис. 1. Структурна схема отримання відходів в олійнодобувному виробництві

За останні роки в Україні переробка олійного насіння з метою виробництва нерафінованої олії набуває все більш інтенсивного та динамічного розвитку (рис. 2) [11].

Аналіз даних (рис. 2) дозволяє дійти висновку, що протягом 1992—2013 рр. висока рентабельність олійнодобувного комплексу в Україні сприяла стійкій тенденції росту обсягів переробки олійного насіння. Так, якщо порівнювати 2013 р. з 1992 р., то обсяг переробки олійних культур збільшився в 5,1 раза і становить 8305,5 тис. тонн. За цей період збільшився й обсяг виробництва відходів, зокрема шроту (макухи) — в 5,3 раза (становить 3556,3 тис. тонн), лушпиння — в 5,1 раза (1310,6 тис. тонн).



**Рис. 2. Динаміка переробки олійного насіння, виробництва шроту (макухи), лушпиння в Україні**

У структурі виробництва макухи і шроту в 2013 р. переважну частку становить соняшниковий шрот (86,1 %), значно менші сегменти займають інші види, у тому числі соєвий — 12,04 %, ріпаковий — 1,86 %, інші — 0,01 % (рис. 3) [11].

Таке становище є очевидним, оскільки домінуючою олійною культурою в олійнодобувному виробництві вітчизняних підприємств є насіння соняшнику — 90—95 % від загального обсягу. Це пов'язано передусім зі сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами вирощування даної культури на території України. Більш того, олія, отримана з насіння соняшнику має високу харчову та фізіологічну цінності [3].



**Рис. 3. Структура виробництва за видами шроту (макухи) в 2013 році**

Наразі в Україні на переробці насіння соняшнику спеціалізується близько 120 підприємств малої (олійнопресові заводи) та великої (олійноекстракційні заводи) потужності. Основні підприємства-лідери за відповідним профілем виробництва представлено в таблиці.

Аналіз даних, наведених у таблиці, свідчить, що в 2013 р. на досліджуванних підприємствах олійно-жирової галузі було перероблено 3159,1 тис. тонн насіння соняшнику. При цьому виробництво лушпиння з олієнасіння у звітному періоді склало 516,2 тис. тонн (середньозважений показник виходу лушпиння — 16,3 %), шроту (макухи) — 1239,1 тис. тонн (середньозважений показник виходу лушпиння — 39,2 %).

*Таблиця. Обсяги виробництва відходів у розрізі олійно-жирових підприємств при переробці насіння соняшнику в 2013 році*

Найменування підприємства	Перероблено насіння соняшнику, тонн	Вихід відходів			
		лушпиння		шрот (макуха)	
		%	тонн	%	тонн
ПАТ «Запорізький ОЖК»	494335,0	16,23	80230,6	39,35	194520,8
ПрАТ з П «Дніпропетровський ОЕЗ»	388943,4	14,72	57252,5	39,70	154410,5
ПАТ «Вінницький ОЖК»	350344,0	15,86	55564,6	38,05	133305,9
ПрАТ «Вовчанський ОЕЗ»	187774,6	16,10	30231,7	38,74	72743,9
ПрАТ «ПОЕЗ-Кернел Груп» (м. Полтава)	336636,1	18,36	61806,4	36,55	123040,5
ПАТ «Кіровоградолія»	348273,5	15,53	54086,9	38,56	134294,3
ПАТ «Чернівецький ОЖК»	104469,2	16,18	16903,1	38,06	39761,0
ТОВ «Приколотнянський ОЕЗ»	113986,0	19,97	22763,0	37,38	42608,0
ТК «Урожай» (м. Слов'янськ)	173478,7	16,13	27982,1	40,77	70727,3
ПрАТ «Мелітопольський ОЕЗ»	69396,8	16,47	11429,7	40,29	27960,0
ПАТ «Ніжинський ЖК»	14758,9	16,89	2492,8	38,24	5643,8
ТОВ «Міловський ЗРО «Стрілецький степ»	26865,8	20,46	5496,7	40,22	10805,4
ТОВ «Каховський ОЕЗ» (Каргілл)	343227,0	14,02	48120,4	43,61	149681,3
ПрАТ «Колос.» (смт. Пересічне)	84599,5	13,65	11547,8	38,75	32782,3
Разом	3159098,6	16,3*	516217,8	39,7*	1239061,7

**Примітка:** \* — середньозважені показники

Найбільший обсяг перероблено соняшнику і, відповідно, найбільший показник виходу лушпиння та шроту (макухи) в натуральному виразі мають такі підприємства, як ПАТ «Запорізький ОЖК», ПрАТ з П Дніпропетровський ОЕЗ», ПАТ «Вінницький ОЖК», ПАТ «Кіровоградолія», ТОВ «Каховський ОЕЗ», ПрАТ «ПОЕЗ-Кернел Груп», тоді як найнижчі аналізовані показники становлять на ПАТ «Ніжинський ЖК», ТОВ «Міловський ЗРО «Стрілецький степ» і ПрАТ «Колос».

Разом з тим, аналізуючи вихід відходів у натуральному виразі, необхідно звернути увагу й на відсотковий вираз, що характеризує рівень ефективності господарської діяльності та прибутковості підприємства в цілому. Так, наприклад, при переробці 1 тонни (1000 кг) насіння соняшнику з виходом лушпиння 14 % підприємство одержує 140 кг лушпиння, а з виходом 19 % —



190 кг. Аналогічно можна виконати розрахунок і для шроту (макухи). Слід зазначити, чим більший вихід відходів виробництва, тим менший вихід готової продукції у продуктовому балансі підприємства. Зважаючи, що ціна готової продукції значно вища за ціну відходів виробництва (шроту, макухи, лушпиння), підприємству доцільно зосередити увагу саме на збільшенні виходу цільової продукції — нерафінованої олії з метою підвищення рентабельності підприємства.

Як видно з таблиці, середньогалузевий показник виходу лушпиння становить 16,3 %, шроту (макухи) — 39,2 %. При цьому показник виходу лушпиння вищий, ніж середньогалузевий, мають такі підприємства: ТОВ «Міловський ЗРО «Стрілецький степ»» (20,46 %), ТОВ «Приколотнянський ОЕЗ» (19,97 %), ПрАТ «ПОЕЗ-Кернел Груп» (18,36 %), ПАТ «Ніжинський ЖК» (16,89 %), ПрАТ «Мелітопольський ОЕЗ» (16,47 %). Вихід шроту (макухи) у відсотковому виразі вищий за середній показник у галузі зафіксовано на таких підприємствах: ТОВ «Каховський ОЕЗ» (43,61 %), ТК «Урожай» (40,77 %), ПрАТ «Мелітопольський ОЕЗ» (40,29 %), ТОВ «Міловський ЗРО «Стрілецький степ»» (40,22 %).

До визначальних факторів, що впливають на обсяг утворення відходів в олійно-жировому виробництві, доцільно віднести:

- техніко-технологічний рівень виробництва (моральна й фізична зношеність устаткування, рівень забезпечення автоматизацією і механізацією технологічних процесів, зниження використання виробничих потужностей, низький ККД технологічного обладнання тощо);

- якісні показники вихідної сировини, що поступає у виробництво (олійність насіння, вологість насіння, вміст сміття й олійної домішки, кислотне число олії в олійному насінні, фракційний склад насіння тощо);

- кваліфікація обслуговуючого та інженерно-технічного персоналу (низький кваліфікаційний рівень персоналу, недостатня загальноосвітня і загальнотехнічна підготовка, відсутність спеціальних виробничих навиків й умінь тощо);

- впровадження науково-дослідних і проектно-конструкторських розробок у відповідний напрям виробничої діяльності (недостатнє фінансування науково-дослідних і раціоналізаторських робіт, недостатня наявність технічної інформації про спеціальні розробки тощо);

- недостатня інвестиційна привабливість (фінансова нестабільність у країні, що підвищує рівень ризиків, високі банківські процентні ставки, складність механізму в отриманні середньо- і довгострокового кредиту, відсутність пільг тощо);

- низький рівень сприйнятливості суб'єктами відповідних нововведень (недостатність наявності виробничого й наукового потенціалу, недостатня цільова визначеність, низький рівень мотиваційного та інформаційного забезпечення прийняття рішення тощо) і низка інших факторів.

В умовах зростаючої конкуренції на ринку олійно-жирової продукції керівники та фахівці підприємств намагаються максимально ефективно використовувати відходи виробництва. До основних стратегічних напрямів використання шроту, макухи та лушпиння слід віднести [1—14]:

- спалювання лушпиння в котлах для забезпечення внутрішніх потреб підприємства тепловою енергією у вигляді гарячої води, технологічної пари тощо;

- одночасна генерація теплової й електричної енергії з використанням когенераційної установки. Більше того, реалізація електроенергії за «зеленим» тарифом у рамках Кіотського протоколу забезпечить підприємству додатковий дохід;
- виробництво фурфуролу, ацетону, етанолу, ксилози та паперу, використовуючи як сировину лушпиння;
- використання макухи та шроту як кормової високопротеїнової добавки для виробництва комбікормів у тваринництві і птахівництві;
- отримання воску з лушпиння соняшнику для косметичного і медичного призначення, а також для покриття кондитерського драже з метою надання йому блиску, захисту від зволоження, висихання, проникнення повітря всередину виробів;
- одержання твердого палива з лушпиння, використовуючи технології за принципом ущільнення: гранулювання (пелетування), брикетування на пресах і брикетування екструзійне (з використанням шнеків);
- корисна харчова добавка з макухи (без лушпиння) для продуктів харчування, таких як хлібобулочні вироби, ковбаси, напівфабрикати тощо;
- використання лушпиння як основи субстрату для вирощування грибів;
- отримання білкової муки, крупки, білкового концентрату й білкового ізоляту з макухи та шроту, передусім із бобів сої для подальшого використання в харчовій промисловості тощо.

### Висновки

Отже, на підставі проведеного дослідження можна стверджувати, що в умовах загострення конкурентних позицій на світовому та внутрішньому ринках олійно-жирової продукції одним із визначальних напрямів розвитку галузі є ефективне використання відходів виробництва. Досліджено, що за останні роки у зв'язку з тенденцією росту переробки олійного насіння значно зріс обсяг відходів — лушпиння, макухи і шроту.

Ідентифіковано та систематизовано основні фактори, що впливають на утворення відходів в олійнодобувному виробництві. Визначено основні стратегічні напрями використання відходів виробництва в галузі, реалізація яких зможе стабілізувати фінансовий стан підприємства та забезпечити йому конкурентні переваги.

Подальші дослідження даної проблематики передбачають розробку та апробацію методичного підходу до оцінки ефективності використання відходів виробництва на підприємствах олійно-жирової галузі.

### Література

1. *Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні* / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна, М.М. Жовмір [та ін.] // Промислова теплотехніка. — 2010. — Т. 32, № 6. — С. 58—65.
2. *Железна Т.* Лушпиння соняшнику для теплових потреб / Т. Железна, О. Морозова // Зелена енергетика. — 2007. — № 4. — С. 24—25.
3. *Каретникова В.С.* Экономика и предпринимательство масложирового комплекса Украины: Учебн. пособие / В.С. Каретникова, В.Г. Кухта. — Х.: НТУ «ХПИ», 2003. — 340 с.
4. *Корсун С.Г.* Застосування відходів олійно-жирової та солодової промисловості на добриво [Електронний ресурс] / С.Г. Корсун, Л.І. Шкарівська, В.В. Гірник, Р.М. Білий // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». — 2015. — Вип. 1. — С. 18—23. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpzeml\\_2015\\_1\\_5.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znpzeml_2015_1_5.pdf).

5. Кухта В.Г. Рынок лузги подсолнечника в Украине и реализация проектов по производству твердого топлива в масложировой отрасли / В.Л. Листопад, В.Г. Кухта // Масложировой комплекс. — 2010. — № 2 (29). — С. 16—20.

6. Отримання білкового продукту з насіння соняшнику вітчизняної селекції / П.Ф. Петік [та ін.] // Вісник НТУ «ХП»: Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. — Харків: НТУ «ХП». — 2012. — № 39. — С. 117—124.

7. Шильцова Т.А. Методика калькулювання шрота / Т.А. Шильцова, И.В. Реутская // Сборник статей «Современные тенденции развития российской экономики». — Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2006. — С. 275—277.

8. Сумець О.М. Інформаційна система управління потоками відходів як засіб забезпечення безпеки й ефективності логістичної діяльності підприємств олійно-жирової галузі [Електронний ресурс] / О.М. Сумець // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Економіка і менеджмент. — 2013. — Вип. 12. — С. 105—110. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vsna\\_ekon\\_2013\\_12\\_23.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vsna_ekon_2013_12_23.pdf).

9. Федякина З.П. До питання про екстракцію рослинних білків з соняшникового шроту / З.П. Федякина, В.В. Карабутов, Л.М. Горшкова М.А. Леонова // Вісник НТУ «ХП»: Нові рішення в сучасних технологіях. — Харків: НТУ «ХП». — 2008. — № 3. — С. 82—85.

10. Щербаков В.Г. Рациональное использование отходов при переработке семян подсолнечника [Электронный ресурс] / В.Г. Щербаков, С.Ю. Ксандопуло, А.В. Александрова // РФ Контакт. — 2009. — Вып. 2. — С. 5. — Режим доступу: <http://www.rfcontact.ru/text/1347.php>.

11. Олійно-жирова галузь України / Інформаційно-аналітичний бюлетень олійно-жирової галузі України та Російської Федерації. Показники роботи за 1992; 2000; 2005; 2007; 2009—2013 рр. — Харків: УкрНДІОЖ УААН.

12. Брикетирование отходов из биомасс // Олійно-жировий комплекс. — 2006. — № 4. — С. 61—62.

13. Ланецкий В.А. Рациональное использование лузги масличных культур / В.А. Ланецкий // Масложировая промышленность. — 2009. — № 5. — С. 22—23.

14. Застосування відходів переробки насіння соняшнику // О.В. Лакіза, Л.Л. Руднева, Ю.О. Чурсінов, І.М. Демідов // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. — Дніпропетровськ: Свидлер, 2011. — № 2. — С. 14—16.

## ОТХОДЫ МАСЛОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА: ТЕНДЕНЦИИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Н.А. Попов

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»*

*В статье рассмотрен фактический процесс получения отходов производства, в частности шелухи и шрота (жмыха), при переработке семян подсолнечника. Приведена схема получения отходов на примере маслодобывающего производства масложировой отрасли. Выделены основные факторы, влияющие на образование отходов в маслодобывающем производстве. Определены приоритетные направления использования отходов производства в различных сферах экономической деятельности.*

**Ключевые слова:** *отходы производства, схема получения отходов, направления использования отходов, маслодобывающий комплекс.*

## VEGETABLE OILS AS A SOURCE OF FUNCTIONAL INGREDIENTS

O. Kobets, O. Arpul, V. Dotsenko, S. Zadkova

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Pastry*

*Polyunsaturated fatty acids*

*Fat-soluble vitamins*

*Vegetable oils*

---

**Article history:**

Received 16.01.2016

Received in revised form 29.01.2016

Accepted 12.02.2016

---

**Corresponding author:**

O. Arpul

**E-mail:**

npnuft@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article discusses the current state and prospects of food enrichment with vegetable oils and their benefits and effects on the human body. The comparative characteristic of various vegetable oils of Ukrainian producers was made. The features of chemical composition of the investigated materials were described. The content of fat-soluble vitamins was determined. The fatty acid composition of raw materials was investigated. The blend oils with a balanced ratio of polyunsaturated fatty acids were developed. The change of fatty acid composition of semi-finished biscuit with the addition of blends while kneading and after baking was defined.

## РОСЛИННІ ОЛІЇ ЯК ДЖЕРЕЛА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ

О.С. Кобець, О.В. Арпуль, В.Ф. Доценко, С.П. Задкова

Національний університет харчових технологій

*У статті розглянуто сучасний стан і перспективи збагачення харчових продуктів рослинними оліями, а також їх користь та вплив на організм людини. Наведено порівняльну характеристику рослинних олій різних українських виробників. Описано особливості хімічного складу досліджуваної сировини, визначено вміст у них жиророзчинних вітамінів. Проведено дослідження жирнокислотного складу сировини. Розроблено купажі олій зі збалансованим співвідношенням поліненасичених жирних кислот. Визначено зміну жирнокислотного складу бісквітних напівфабрикатів з додаванням купажів при замішуванні тіста і після випікання.*

**Ключові слова:** борошняні кондитерські вироби, поліненасичені жирні кислоти, жиророзчинні вітаміни, рослинні олії.

**Постановка проблеми.** Одним із основних завдань сьогодення є створення безпечних, високоякісних і повноцінних харчових продуктів функціонального призначення, збалансованих за основними поживними речовинами, споживання яких знаходиться на першому місці у всіх верств населення.

Нині спостерігається тенденція порушення харчового раціону населення нашої країни: надмірне споживання тваринних жирів і дефіцит поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), повноцінних білків, вітамінів, мінеральних речовин, макро-, мікроелементів, харчових волокон. Це пов'язано з тим, що в системі харчування переважають, в більшості, рафіновані продукти з очищеної сировини, звільненої не тільки від сторонніх включень, токсинів, мікроорганізмів, але і від багатьох необхідних речовин, які забезпечують життєдіяльність організму.

Борошняні кондитерські вироби (БКВ) є продуктами повсякденного вживання, які водночас мають незбалансований хімічний склад. Будучи перенасиченими вуглеводами, вони містять недостатню кількість білків і ПНЖК. Особливістю технології виробництва БКВ є високий відсоток використання твердих жирів, які містять, в основному, насичені жирні кислоти, та відносно невисокий вміст рослинних олій, багатих ненасиченими жирними кислотами. Однак відомо, що важливий не лише загальний вміст жиру, але і якісний склад жирних кислот, які до нього входять. За цим показником рослинні олії, які містять моно- та поліненасичені жирні кислоти значно переважають вершкове масло, основну сировину, що використовується у виробництві БКВ, яке складається переважно з насичених жирних кислот, тому збагачення БКВ саме рослинними оліями є доцільним і актуальним [1].

Рослинні олії є перспективним джерелом таких функціональних інгредієнтів, як ПНЖК і жиророзчинні вітаміни. Їх асортимент на ринку України досить різноманітний, а найбільш корисними для організму людини вважаються нерафіновані. Рафіновані олії більш стійкі до зберігання, але мають низький вміст жиророзчинних вітамінів і ПНЖК [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вплив на організм людини ПНЖК значний — постійна їх нестача стає причиною розвитку ряду захворювань (судинних, печінки, суглобів і нервової системи). Їх роль важко переоцінити, вони знижують рівень холестерину в крові і перешкоджають розвитку атеросклерозу, знижують артеріальний тиск і сприяють розрідженню крові, не дають утворюватися тромбам, також позитивно впливають на роботу мозку, покращують розумову діяльність, нормалізують жировий обмін в організмі, сприяють поліпшенню пам'яті та зору [3, 4].

Нині виділяють кілька класів жирних кислот, які входять до харчових жирів: насичені (міристинова, пальмітинова, стеаринова тощо), мононенасичені ( $\omega$ -9 — олеїнова), поліненасичені ( $\omega$ -6 — арахідонова, лінолева,  $\omega$ -3 — ліноленова, ейкозапентаєнова та докозагексаєнова) жирні кислоти. Есенціальні  $\omega$ -6 та  $\omega$ -3 ПНЖК майже не синтезуються в організмі людини, а потрапляють із харчовими продуктами [5].

Важливим показником при характеристиці біологічної цінності олій вважається співвідношення  $\omega$ -6: $\omega$ -3 ПНЖК. Науково доведено, що на частку есенціальних жирних кислот необхідно 4...6% енергетичної цінності харчового раціону дорослої людини і співвідношення  $\omega$ -6 до  $\omega$ -3 повинно складати 9...10:1, а при порушенні ліпідного обміну — 5:1 і навіть 3:1, хоча реально для тваринних жирів воно перевищує 20...30:1 [5, 6].

Відомо, що рослинні олії багаті природними антиоксидантами (токоферолами, вітаміном А, каротинами, фосфоліпідами), які пригнічують реакції вільнорадикального окиснення зв'язуванням вільних радикалів і утворенням стабільних хімічних сполук, подовжуючи таким чином термін зберігання харчових продуктів [7].

**Мета дослідження.** Визначити жирнокислотний і вітамінний склад рослинних олій, можливості їх використання в технології бісквітних напівфабрикатів.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі завдання:

- визначити основні фізико-хімічні показники та жирнокислотний склад досліджуваних олій;
- визначити біологічної цінності досліджуваної сировини.
- провести купажування олій для оптимізації жирнокислотного складу.
- визначити зміну жирнокислотного складу бісквітних напівфабрикатів при замішуванні тіста і після випікання.

**Матеріали і методи.** Склад ізомерів токоферолу визначали методом хроматографічного аналізу; загальний вміст каротиноїдів — спектрофотометричним методом; аналіз фітостеринів — методом зворотно-фазової ВЕЖХ; жирнокислотний склад рослинних олій — на газорідному хроматографі із полум'яно-іонізуючим детектором на скляній колонці.

**Виклад основних результатів дослідження.** Попит на олії збільшується з кожним днем, тому останнім часом на ринку України значно збільшилась чисельність фірм, які виробляють рослинні олії з нетрадиційної сировини. Критерієм вибору їх для дослідження був обраний вміст ПНЖК і жиророзчинних вітамінів. З огляду літератури відомо, що олія зародків пшениці й олія рижію багаті на токоферол, а олія плодів шипшини й олія насіння гарбуза — каротинами. Враховуючи ряд критеріїв, таких як користь олії згідно з документацією виробників і літературними джерелами, їх цінова пропозиція та фізико-хімічні показники, нами були обрані рослинні олії з нетрадиційної сировини, які виробляються найбільшими фірмами України, а саме:

- зразок 1 — олія із зародків пшениці «Житомирбіопродукт»;
- зразок 2 — олія із зародків пшениці «Агросільпром»;
- зразок 3 — олія рижієва «Харківнатурпродукт»;
- зразок 4 — олія плодів шипшини «Житомирбіопродукт»;
- зразок 5 — олія шипшини «Агросельпром»;
- зразок 6 — олія плодів шипшини «ТМ Перлина Полісся»;
- зразок 7 — олія насіння гарбуза «Житомирбіопродукт»;
- зразок 8 — олія гарбузова «Агросельпром»;
- зразок 9 — олія з насіння гарбуза «ТМ Перлина Полісся».

Унікальні біологічні властивості олій обумовлені наявністю в їхньому складі таких активних комплексів, як токоферолі і каротин, які є природними антиоксидантами, а також незамінних ПНЖК, в тому числі лінолевої, ліноленової та стеринів. Це визначило вибір для подальшого дослідження в зразках таких біологічно активних речовин, як каротин, токоферолі, стерини та жирні кислоти. Вміст біологічно активних речовин в обраних рослинних оліях наведено в табл. 1.

Токоферолі являють собою високомолекулярні циклічні спирти, у жировій частині насіння і плодів знайдено чотири їх фракції —  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$ ,  $\gamma$ . За отриманими даними (табл. 1) можна зробити висновок, що найбільший вміст токоферолів — 87,6 та 97,9 мг/100г міститься у зразках № 1 та № 3 відповідно. Причому вміст  $\alpha$ -токоферолів складає 72,7 та 63,3 % від загальної їх кількості. Одночасно вміст каротину в цих оліях значно менший і становить 11,3 та 7,4 мг/100г для зразків № 1 та № 3.

*Таблиця 1. Вміст біологічно активних речовин у рослинних оліях*

Зразки	Токофероли, мг/100г				β-каротин, мг/100г	Стерини, %
	Разом	α	β	δ + γ		
Зразок 1	87,6	63,7	20,5	3,4	11,3	0,21—0,44
Зразок 2	62,1	42,3	18,2	1,6	8,6	0,19—0,33
Зразок 3	97,9	62,3	30,74	4,86	7,4	0,25—0,53
Зразок 4	16,4				69,7	0,33—0,51
Зразок 5	15,7				53,4	0,22—0,34
Зразок 6	14,7				51,2	0,25—0,41
Зразок 7	14,6				25,6	0,33—0,49
Зразок 8	7,7				17,7	0,24—0,36
Зразок 9	5,3				15,3	0,21—0,34

Найбільше каротинів міститься в олії плодів шипшини (зразок № 4) 69,7 мг/100г. У всіх інших досліджуваних зразках їх вміст знижується. Вміст токоферолів у зразках з високим вмістом каротину (зразок № 4...9) коливається у межах 14,7...16,4 мг/100г залежно від фірми виробника.

*Таблиця 2. Розгорнутий жирнокислотний склад досліджуваної сировини*

Найменування	Жирнокислотний склад			
	Масло вершкове	Олія плодів шипшини	Олія зародків пшениці	Олія рижієва
<b>Насичені жирні кислоти</b>				
Масляна C <sub>4:0</sub>	6,95	—	—	—
Капронова C <sub>6:0</sub>	2,86	—	—	—
Каприлова C <sub>8:0</sub>	3,63	—	—	—
Капринова C <sub>10:0</sub>	3,99	—	—	—
Лауринова C <sub>12:0</sub>	5,65	—	—	—
Міристинова C <sub>14:0</sub>	10,33	0,13	0,06	—
Пальмітинова C <sub>16:0</sub>	33,48	7,02	12,70	5,80
Стеаринова C <sub>18:0</sub>	9,87	3,18	0,61	2,70
Арахідова C <sub>20:0</sub>	0,11	0,36	0,13	—
Бегенова C <sub>22:0</sub>	0,09	0,61	0,10	0,30
Лігноцеринова C <sub>24:0</sub>	—	0,70	0,06	0,20
НЖК (всього)	76,96	11,57	13,66	9,00
<b>Мононенасичені жирні кислоти</b>				
Пальмітолеїнова C <sub>16:1</sub>	2,82	0,12	0,14	0,10
Олеїнова C <sub>18:1</sub>	13,67	19,69	15,80	17,90
Гадолеїнова C <sub>20:1</sub>	—	0,16	1,11	—
Еруковая C <sub>22:1</sub>	—	—	0,26	2,50
Нізінова C <sub>24:1</sub>	—	0,03	0,23	—
МНЖК (всього)	16,49	20,00	17,54	20,50
<b>Поліненасичені жирні кислоти</b>				
Ліолева (ω-6) C <sub>18:2</sub>	6,12	66,03	64,30	30,70
Ліноленова (ω-3) C <sub>18:3</sub>	0,43	1,75	4,03	35,90
Ейкозадієнова (ω-6) C <sub>20:2</sub>	—	0,22	0,27	2,50
Ейкозотрієнова (ω-6) C <sub>20:3</sub>	—	—	—	1,20
Докозадієнова(ω-6) C <sub>22:2</sub>	—	—	0,20	0,20
ПНЖК (всього)	6,55	68,00	68,80	70,50
НЖК:МНЖК:ПНЖК	12:2,5:1	1:1,8:6	1:1,2:5	1:2,3:8
ω-6 : ω-3	14:1	37:1	16:1	1:1

Досліджено, що у всіх без винятку оліях містяться стерини в невеликій кількості — 0,19...0,49 %, які знижують рівень холестерину шляхом зменшення його всмоктування в кров.

За формулою збалансованого харчування академіка А.А. Покровського, приблизна добова потреба дорослої людини в рослинній олії складає 20...30 г, а оптимальне співвідношення в добовому раціоні харчування дорослої людини повинно складати 30 % — насичені кислоти, 50...60 % — мононенасичені кислоти, 10...30 % поліненасичені кислоти. До останніх відноситься лінолева ( $\omega$ -6), ліноленова ( $\omega$ -3), арахідонова ( $\omega$ -6) кислоти, які є важливими есенціальними нутрієнтами харчування, і в організмі не синтезуються, тому повинні надходити з їжею.

Оскільки з проведених досліджень олія зародків пшениці, плодів шипшини фірми «Житомирбіопродукт» та олія рижієва «Харківнатурпродукт» мають значний вміст жиророзчинних вітамінів (табл. 1) і порівняно невисоку цінову пропозицію, постало питання оцінки жирнокислотного складу обраних олій, який має вагомe значення у нормалізації функцій організму людини та у харчуванні.

Розгорнутий жирнокислотний склад досліджуваної сировини, а саме: олії із зародків пшениці, олії плодів шипшини, олії рижієвої та сировини, яка найбільш широко використовується у виробництві БКВ — масла вершкового, наведено в табл. 2.

З табл. 2 видно, що масло вершкове містить 76,96 % насичених жирних кислот, зокрема міристинової і пальмітинової, та 16,49 % МНЖК, з яких в основному переважає олеїнова. На відміну від тваринного жиру, олія шипшини та олія зародків пшениці багаті ПНЖК, особливо лінолевою ( $\omega$ -6) — 66,03 та 64,30 % відповідно, що в 10 разів більше, ніж у маслі вершковому. Вміст ліноленової кислоти в олії рижієвій, яка відноситься до групи  $\omega$ -3, складає 35,9 %.

Доведено, що одночасна наявність усіх трьох незамінних жирних кислот не обов'язкова, оскільки в організмі людини відбувається перехід одних кислот в інші. З лінолевої кислоти шляхом десатурації в організмі утворюється ліноленова, а з гамма-ліноленової шляхом елонгації можна одержати арахідонову кислоту. Таким чином, тваринні організми не здатні синтезувати саме лінолеву та ліноленову кислоти, але можуть здійснювати їх перетворення в більш довголанцюгові ПНЖК (ейкозапентаєнову та докозагексаєнову) [8].

При оцінці якості рослинних олій велике значення має вміст в їх складі ПНЖК, найбільш значущими з яких є два представника цього сімейства — лінолева та ліноленова кислоти. Згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації здоров'я, оптимальне співвідношення ПНЖК  $\omega$ -6: $\omega$ -3 в раціоні здорової людини складає 9...10:1. Це пов'язано з тим, що при їх одночасному надходженні в організм виникають конкурентні взаємовідносини в метаболізмі цих кислот, що впливає на синтез арахідонової кислоти, надлишок якої в організмі викликає серію небезпечних процесів.

З отриманих даних випливає, що жодна з рослинних олій не відповідає рекомендаціям оптимального співвідношення ПНЖК  $\omega$ -6: $\omega$ -3. Саме тому нами був проведений розрахунок купажів рослинних олій, масові частки яких визначали з необхідності отримання заданого співвідношення ПНЖК ( $\omega$ -6: $\omega$ -3 = 9...10:1).

Результати розрахунку співвідношення компонентів купажованих олій наведені в табл. 3.



**Таблиця 3. Співвідношення компонентів купажованих олій з оптимальним співвідношенням ПНЖК  $\omega$ -6: $\omega$ -3**

Співвідношення	Олія зародків пшениці: олія рижієва (купаж № 1)	Олія плодів шипшини: олія рижієва (купаж № 2)
	90:10	85:15
НЖК	13,2	11,5
МНЖК	17,8	20,1
$\omega$ -6 ПНЖК	61,8	61,5
$\omega$ -3 ПНЖК	7,2	6,8
Співвідношення $\omega$ -6: $\omega$ -3	9:1	9:1

Отже, рослинні олії із зародків пшениці та плодів шипшини, які є базовими купажами, мають у своєму складі близько 60...65 % лінолевої ( $\omega$ -6) кислоти (табл. 3). При додаванні до них олії рижієвої, в складі якої 35,9 % ліноленової ( $\omega$ -3) кислоти (табл. 2), відбувається збалансування купажів за співвідношенням ПНЖК  $\omega$ -6: $\omega$ -3, яке становить 9:1. Крім того, олії, що входять до купажів, містять у своєму складі унікальні природні антиоксиданти — каротини й токофероли, які запобігають окисленню купажів, подовжуючи таким чином їх термін зберігання, а при використанні їх у їжу — на молекулярному рівні захищають організм від дії вільних радикалів. У результаті змішування рослинних олій в обраних частинах отримано їхні купажі зі збалансованим співвідношенням ПНЖК  $\omega$ -6: $\omega$ -3.

Якість БКВ, в тому числі бісквітних напівфабрикатів, залежить не лише від якості виробництва, а й від умов зберігання та фізико-хімічних змін, які відбуваються при цьому. На нашу думку, домінуючим фактором, який обумовлює термін зберігання бісквітних напівфабрикатів, є зміна стану ліпідного комплексу. До його складу входять жири у кількості 10 % до маси сировини, які за рахунок високого вмісту ПНЖК нестійкі при зберіганні, тому в процесі замішування тіста, випікання та зберігання бісквітних напівфабрикатів проходять хімічні зміни, в результаті яких відбувається накопичення різних продуктів окиснення жирів (перекиси, альдегіди, кетони), що супроводжується погіршенням органолептичних властивостей.

З літературних джерел [9] відомо, що окислення жирів залежить від жирнокислотного складу олій. Технологія бісквітних напівфабрикатів передбачає процес випікання, при якому, безумовно, змінюється ліпідний склад. Зважаючи на вищесказане, важливим є визначення зміни жирнокислотного складу жирової складової бісквітних напівфабрикатів при замішуванні тіста і після випікання (табл. 4).

**Таблиця 4. Зміна жирнокислотного складу бісквітних напівфабрикатів, виготовлених з використанням купажів олій**

Кислота	Жирнокислотний склад, % тіста і бісквітних напівфабрикатів			
	Купаж № 1		Купаж № 2	
	тісто	готовий виріб	тісто	готовий виріб
1	2	3	4	5
Насичені жирні кислоти				
Міристинова C <sub>14:0</sub>	0,05	0,07	0,11	0,17
Пальмітинова C <sub>16:0</sub>	12,01	16,27	6,84	10,25
Стеаринова C <sub>18:0</sub>	0,82	1,56	3,11	5,55

1	2	3	4	5
Арахінова C <sub>20:0</sub>	0,12	0,25	0,31	0,49
Бегенова C <sub>22:0</sub>	0,12	0,09	0,56	0,44
Лігноцерінова C <sub>24:0</sub>	0,07	0,05	0,63	0,38
НЖК (всього)	13,19	18,29	11,55	17,28
<b>Мононенасичені жирні кислоти</b>				
Пальмітолеїнова C <sub>16:1</sub>	0,14	0,22	0,12	0,2
Олеїнова C <sub>18:1</sub>	16,01	15,79	19,42	18,58
Гадолеїнова C <sub>20:1</sub>	1,00	0,95	0,14	0,13
Еруковая C <sub>22:1</sub>	0,48	0,37	0,38	0,26
Нізінова C <sub>24:1</sub>	0,21	0	0,03	0,00
МНЖК (всього)	17,84	17,33	20,08	19,17
<b>Поліненасичені жирні кислоти</b>				
Лінолева (ω-6) C <sub>18:2</sub>	60,94	56,9	60,73	56,72
Ліноленова (ω-3) C <sub>18:3</sub>	7,22	6,92	6,87	6,24
Ейкозадієнова (ω-6) C <sub>20:2</sub>	0,49	0,33	0,56	0,48
Ейкозотрієнова (ω-6) C <sub>20:3</sub>	0,12	0,09	0,18	0,11
Докозадієнова(ω-6) C <sub>22:2</sub>	0,20	0,14	0,03	0,00
ПНЖК (всього)	68,97	64,38	68,37	63,55
НЖК:МНЖК:ПНЖК	1:1,4:5,2	1:1:3,7	1:2:6	1:1,1:3,7
ω-6 : ω-3	1:9	1:8	1:9	1:9

Аналіз отриманих даних показує, що в процесі випікання у бісквітному напівфабрикаті збільшується кількість насичених жирних кислот з додаванням купажу № 1 у 1,4 раза та купажу № 2 у 1,5 раза і, відповідно, зменшується кількість моно- і поліненасичених жирних кислот, що може спрогнозувати більшу стійкість до самоокиснення бісквітних напівфабрикатів у процесі зберігання. У досліджуваних зразках знаходиться вільна волога, яка легко вступає в розщеплення ненасичених жирних кислот з утворенням пальмітинової кислоти і гідролітичне розщеплення з утворенням стеаринової кислоти, що, у свою чергу, і призводить до зменшення полі- та мононенасичених жирних кислот.

### **Висновки**

Отже, більшість БКВ мають незбалансований хімічний склад, тому постає питання їх збагачення есенціальними інгредієнтами, до яких, зокрема, відносять жиророзчинні вітаміни та ПНЖК, вміст яких у рослинних оліях значний.

Проведено порівняльний аналіз найбільш поширених натуральних рослинних олій, які виробляються на ринку України та мають багатий хімічний склад — олії зародків пшениці, олії плодів шипшини та олії рижю різних виробників. З досліджених зразків можна виокремити олії фірми «Житомирбіопродукт» і «Харківнатурпродукт», які мають найвищий вміст жиророзчинних вітамінів (каротинів і токоферолів).

Визначено, що олія зародків пшениці та рижю містять високий вміст токоферолів — 87,6 та 97,9 мг/100 г відповідно, а олія плодів шипшини — β-каротину — 69,7 мг/100 г.

Дослідження жирнокислотного складу рослинних олій порівняно з маслом вершковим довели наявність в них переважно ненасичених жирних кислот

(олеїнова, лінолева, ліноленова), а в маслі вершковому — насичених (міристинова, пальмітинова).

За отриманими даними визначено, що жирнокислотний склад досліджуваної сировини не є збалансованим, тому використання купажів рослинних олій у технології БКВ дозволить збагатити продукти есенціальними інгредієнтами та віднести до категорії функціональних.

За результатами розрахунку купажів досліджуваних олій зі збалансованим співвідношенням ПНЖК  $\omega$ -6: $\omega$ -3 отримано два купажі з такими частками олій: олія з зародків пшениці (90 %):олія рижієва (10 %), олія плодів шипшини (85 %):олія рижієва (15 %).

Дослідження жирнокислотного складу бісквітних напівфабрикатів показали, що кількість насичених жирних кислот збільшується з додаванням купажу № 1 у 1,4 раза, купажу № 2 — у 1,5 раза і, відповідно, зменшується кількість моно- і поліненасичених жирних кислот. У кінцевому готовому продукті співвідношення ПНЖК  $\omega$ -6: $\omega$ -3 становить 8...9:1, тобто залишається оптимальним, окрім цього виробі додатково збагачуються жиророзчинними вітамінами — каротинами та токоферолами.

### **Література**

1. *Скурихин И.М.* Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. — Москва: ДеЛи принт, 2007. — 276 с.
2. *Ливинский, А.А.* Масла разные важны, масла разные нужны // Масла и жиры. Масложировая промышленность. — 2011. — № 2. — С. 4—7.
3. *Ghazal A.* An investigation in seasonal variations in fatty acid composition of milk and butter [Text] / A. Ghazal // R & D Milk & Dairy products Wednesday, 03 September. — 2008. — 255 p.
4. *Мельникова М.М.* Основы рационального питания. Учебно-методическое пособие / М. М. Мельникова, Л. В. Косованова. — Новосибирск, 2000. — 103 с.
5. *Сиренко Ю.Н., Кушир С.Н.* Влияние  $\omega$ -3 полиненасыщенных жирных кислот на функциональные свойства сосудов у больных артериальной гипертензией // Укр. мед. часопис. — 2012. — № 4 (90). — С. 117—120.
6. *Мартынов А.И., Чельцов В.В.* Омега 3 полиненасыщенные жирные кислоты в кардиологической практике: методические рекомендации.— М., 2007. — 22 с.
7. *Bera D., Lahiri D., Nag A.* Novel Natural Antioxidant for Stabilization of Edible Oil: The Ajowan (*Carum copticum*) Extract Case // JAOCS. — 2004. — V. 81, № 2.—P. 169—172.
8. *Dietary docosahexaenoic acid and immunocompetence in young healthy men / D.S. Kelle, V.E. Macke, G.J. Nelso // LIPIDS. — 2008. — Vol. 33, № 6. — P. 559—566.*
9. *Олексієно Н.В.* Прогнозування та встановлення гарантійних термінів зберігання борошняних кондитерських виробів: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.01 / Олексієно Наталія Валентинівна. — Київ: УДУХТ, 2000. — 159 с.

## **РАСТИТЕЛЬНЫЕ МАСЛА КАК ИСТОЧНИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГРЕДИЕНТОВ**

**Е.С. Кобец, О.В. Арпуль, В.Ф. Доценко, С.П. Задкова**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье рассмотрены современные тенденции и перспективы обогащения пищевых продуктов растительными маслами, а также их польза и влияние*

на организм человека. Приведена сравнительная характеристика растительных масел разных украинских производителей. Описаны особенности химического состава исследуемого сырья, определено содержание в нем жирорастворимых витаминов. Проведено исследование жирнокислотного состава сырья. Разработаны купажи масел со сбалансированным соотношением полиненасыщенных жирных кислот. Определены изменения жирнокислотного состава бисквитных полуфабрикатов с добавлением купажей при замесе теста и после выпекания.

**Ключевые слова:** мучные кондитерские изделия, полиненасыщенные жирные кислоты, жирорастворимые витамины, растительные масла.

УДК 664.785.8663.433.5 :

## CHARACTERISTICS OF DIFFERENT OAT VARIETIES

V. Koshova, R. Mukoid, O. Gurina, A. Usach

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Oats*  
*Variety*  
*Bare-grained*  
*Filmy*  
*Impurities*  
*Extractivity*

---

**Article history:**

Received 15.01.2016  
Received in revised form  
14.02.2016  
Accepted 20.02.2016

---

**Corresponding  
author:**

V. Koshova

**E-mail:**

npnuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

In this work the most topical varieties of oats were studied: bare-grained oat "Treasure of Ukraine" and filmy oat "Parliament". It was revealed that from the technological point of view bare-grained varieties of oats are the most promising. It was found that the content of amino acids in the bare-grained variety of oats does not exceed the amino acid content of filmy variety of oats. Bare-grained variety of oats contains more free amino acids than the filmy variety of oats. It was determined that both varieties of oats are water-sensitive and can be used for the production of malt. Processing of bare-grained variety of oat makes it possible to produce food products with high nutritional value at lower cost.

---

## ХАРАКТЕРИСТИКА РІЗНИХ СОРТІВ ВІВСА

В.М. Кошова, Р.М. Мукоїд, О.О. Гуріна, А.В. Усач

Національний університет харчових технологій

*У статті досліджено сучасні сорти вівса: голозерний «Скарб України» і плівчастий «Парламентський». Встановлено, що кращим з технологічної точки зору є перспективний сорт голозерного вівса. Встановлено, що за вмістом загальних амінокислот голозерний овес не переважає плівчастий. Порівняно з плівчастим, вільних амінокислот більше у голозерного вівса. Досліджено, що сорти плівчастого і голозерного вівса є водочутливими і придатними для виробництва солоду. Переробка голозерного вівса надає можливість отримання харчових продуктів підвищеної харчової цінності при менших економічних затратах.*

**Ключові слова:** овес, сорт, голозерний, плівчастий, домішки, екстрактивність.

**Постановка проблеми.** Овес (*Avena sativa*) відноситься до сімейства злакових і на сьогодні посідає п'яте місце за посівними площами та врожаєм серед основних зернових культур. Це рослина помірного клімату, невибаглива до ґрунту, але вологолюбива, стійка до короточасних весняних заморозків, менше потерпає від посухи [1].

Зерно вівса широко використовують у виробництві круп, геркулесу, толокна, борошна, солоду, солодових екстрактів, а також як несолоджену сировину

при виробництві квасу, низькокалорійного світлого та низькоглутенового пива, які за харчовою цінністю посідають одне з перших місць [1, 2, 3, 4, 5].

Овес порівняно з іншими зерновими культурами вирізняється високим вмістом найцінніших амінокислот, передусім лізину й метіоніну та вітамінів групи В. Більшість білків вівса, особливо голозерного, водорозчинні, а отже, добре перетравлюються в організмі людей і тварин [7]. Це ідеальний продукт для дитячого і дієтичного харчування.

На території України вирощують, в основному, посівний ярий овес, який поділяється на плівчастий і голозерний. Більше висівають плівчастого вівса і менше голозерного, тому що він є більш вибагливим до вологи.

На відміну від плівчастих сортів вівса, у голозерних сортах відсутні квіткові оболонки на поверхні зернівки, алейроновий шар зерна гладенький, блискучий і частіше нагадує зерно жита. Зернівка такої форми вівса міститься у м'якій квітковій плівці, яка нещільно її охоплює і практично повністю відокремлюється під час збирання зерна. Це забезпечує його переваги у процесі подальшої переробки в харчовій промисловості [7].

Плівчастий овес характеризується великим вмістом клітковини порівняно з голозерним. Відокремлення плівки від зерна відбувається за допомогою лущення, що є дуже трудомістким процесом. Вихід лущеного вівса при цьому мінімальний, а затрати дуже великі.

**Мета дослідження.** Порівняти різні сорти вівса (плівчастого, голозерного) за фізичними, фізіологічними і хімічними показниками.

**Матеріали і методи дослідження.** Матеріалом для дослідження слугували чотири зразки плівчастого вівса сорту «Парламентський»2 (*Avena sativa*) і чотири зразки голозерного зерна сорту «Скарб України» (*Avena sativa nuda*). Зерно вівса було отримано в Національному науковому центрі Інституту землеробства Української аграрної академії наук. Зерно відповідало ДСТУ 4963:2008 [8].

У вищезазначених сортах визначали фізико-хімічні і фізіологічні показники згідно із загальноприйнятими в промисловості методиками [6, 9, 10, 11]. Для визначення смітних і зернових домішок, крупності, однорідності використовували механічні сита Фогеля зі стандартними розмірами щілин (1,8—2,2 × 20 мм) [6]. Визначення об'ємної маси 1 дм<sup>3</sup> зерна проводили після перемішування і виділення із зразка середньої проби зерна [9]. Визначення абсолютної маси зерна проводили згідно із [6].

Здатність до проростання і життєздатність зерна визначали за стандартною методикою згідно з [10]. Вологість подрібненого вівса визначали стандартним методом [6]. Водочутливість вівса визначали за методом [6]. Екстрактивність вівса визначали за методом Павловського [6], вміст крохмалю — за методом Еверса [11].

**Результати і обговорення.** Зразки (1...4) як плівчастого, так і голозерного сортів вівса відрізняються між собою за рівнем інтенсифікації технологій вирощування та реалізації, генетичного потенціалу сучасних сортів. Зразки для досліджень були надані ННЦ «Інститутом землеробства НААН» України.

У дослідних зразках різних сортів вівса визначали фізичні показники, які наведені в табл. 1, хімічні в (табл. 2), водочутливість (рис. 1), енергію проростання (рис. 2), здатність проростання (рис. 3).

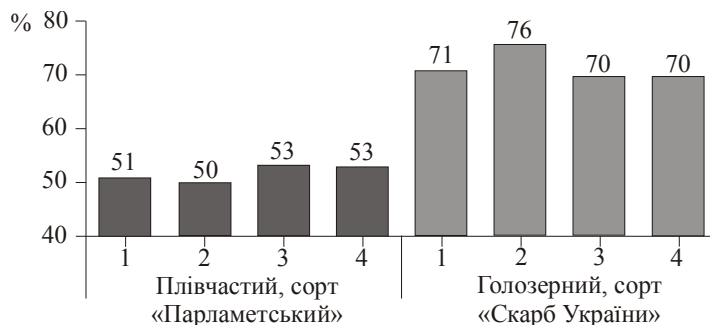
*Таблиця 1. Фізичні показники різних зразків плівчастого і голозерного вівса*

Показники	Овес							
	Плівчастий, сорт «Парламентський»				Голозерний, сорт «Скарб України»			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Об'ємна маса, г/дм <sup>3</sup>	490	490	489	489	595	594	598	599
Абсолютна маса 1000 зерен, г	39,1	39,4	37,4	39,1	32,9	33,5	33,5	32,8
Крупність, %	58,7	52,3	67,8	57,6	19,3	15,9	27,7	45,2
Домішки, %:								
зернові	3,84	6,58	4,28	6,06	3,64	1,68	2,88	3,00
сміттєві	1,76	2,42	1,92	2,34	0,80	0,64	0,38	0,92
Зараженість зерновими шкідниками	Не виявлено							

Як видно з табл. 1, об'ємна маса вівса сорту «Скарб України» 3 і 4 була кращою, що свідчить про більший вміст крохмалю у голозерному зерні, а також відсутність у ньому плівок. Крім того, голозерний овес має більшу щільність, ніж плівчастий. Абсолютна маса 1000 зерен і крупність була набагато кращою у всіх зразках плівчастого вівса сорту «Парламентський». Крупність голозерного зерна всіх зразків, за винятком зразка «Скарб України» 4, була в 2...2,5 раза меншою за зразки плівчастого вівса сорту «Парламентський».

Слід відмітити, що за крупністю плівчастий овес має більші значення, ніж голозерний, що пов'язано з наявністю плівок у цьому зерні, які збільшують довжину й ширину зерна і затримуються на верхньому ситі з розміром щілин 2,2 × 20 мм (сита Фогеля). Домішок зернових і сміттєвих виявилось менше в зразках голозерного вівса сорту «Скарб України». Таким чином, кращими за всіма фізичними показниками виявилися плівчастий овес сорту «Парламентський» 1 і голозерний овес сорту «Скарб України» 4.

Також було проведено визначення водочутливості вівса різних зразків які представлені на рис. 1.



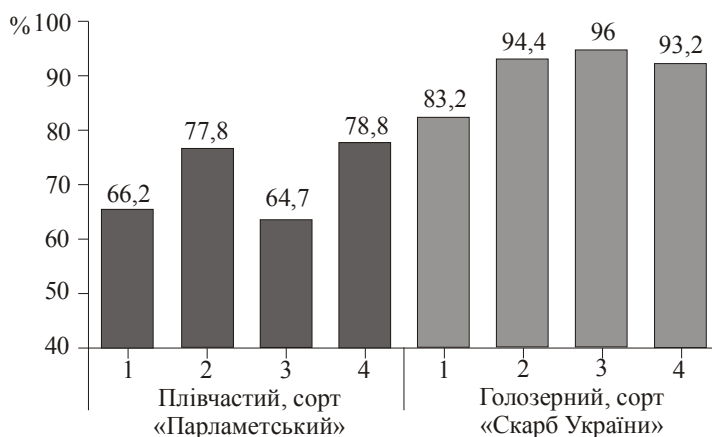
**Рис. 1. Водочутливість різних зразків плівчастого і голозерного вівса**

Встановлено, що сорти плівчастого і голозерного вівса є водочутливими. У голозерного вівса водочутливість складає 70...76 %, у плівчастого — 50...53 %. Цей показник залежить від сортових ознак і кліматичних умов

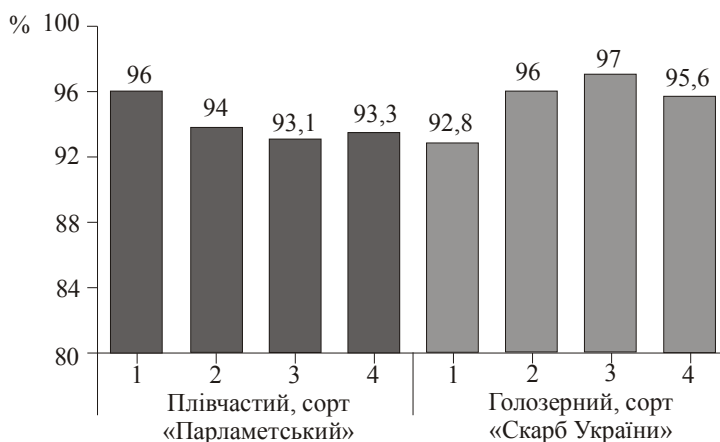
виращування, його бажано враховувати при виробництві солоду, особливо при виборі правильного способу замочування.

Оскільки зерно плівчастого вівса вкрите плівкою, то воді дуже важко проникнути під оболонку і легко там затримуватися. Голозерне зерно через відсутність плівки сильніше реагує на зміну вологості.

Для виробництва солоду із вівса велике значення мають його фізіологічні показники. Так, згідно зі стандартами, здатність до проростання даних сортів вівса повинна бути не менше 90 %. Дані показники наведені на рис. 2, 3.



**Рис. 2. Енергія проростання**



**Рис. 3. Здатність до проростання**

За даними, наведеними на рис. 2, енергія проростання у зразків голозерного зерна набагато краща порівняно зі зразками плівчастого сорту «Парламентський», а здатність до проростання майже однакова. Найменша вона (рис. 2.) у зразках сорту «Парламентський» 3 (93,1 %) та сорту «Парламентський» 4 (93,3 %), а найбільша у голозерному вівсі сорту «Скарб України» 3 (97,0 %). Показник енергії проростання свідчить про активність ферментів у зерні. Чим він більший, тим більш активні його ферменти.



Із хімічних показників визначали найбільш суттєві: вологість, вміст крохмалю і екстрактивність. Дані наведені в табл. 2.

*Таблиця 2. Хімічні показники різних зразків плівчастого і голозерного вівса*

Показники	Овес							
	Плівчастий, сорт «Парламентський»				Голозерний, сорт «Скарб України»			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Вологість, %	11,0	11,1	11,0	11,2	12,0	11,2	12,0	11,1
Вміст крохмалю, % *	48,61	51,83	47,52	48,39	61,77	59,67	57,85	58,92
Екстрактивність, % *	68,00	69,00	67,60	66,42	89,59	88,22	87,18	88,18

**Примітка:** \* в перерахунку на абсолютно суху речовину

З отриманих результатів, які наведені в табл. 3, видно, що вологість у всіх зразках вівса була однаковою. За вмістом крохмалю й екстрактивності кращі показники у зразках голозерного вівса сорту «Скарб України», особливо у зразка 1. У плівчастого вівса вміст крохмалю і екстрактивність виявилась найкращою у зразка сорту «Парламентський» 3.

Як відомо з літературних джерел [1, 12], білки як плівчастого, так і голозерного вівса містять усі незамінні амінокислоти, тобто є повноцінними, тому нами було досліджено амінокислотний склад вівса, але вже інших сортів: плівчастий сорту «Скакун» і голозерний сорт «Соломон» (дані наведені в табл. 3).

*Таблиця 3. Амінокислотний склад вівса*

Амінокислоти	Плівчастий сорт «Скакун»		Голозерний сорт «Соломон»	
	Кількість амінокислот, мг у 100 г зерна			
	Загальні	Вільні	Загальні	Вільні
Лізин	198	3	221	6
Гестидин	68	4	117	6
Аргінін	306	9	98	9
Орнітин	1	0	1	1
ГАМК	11	11	4	4
Аспарагінова кислота	559	17	735	23
Треонін	130	1	150	4
Серин	263	3	250	4
Глутамінова кислота	1019	34	1670	56
Пролін	201	1	124	5
Гліцин	282	5	429	3
Аланін	227	9	460	9
Цистеїн	117	2	259	2
Валін	96	2	202	6
Метіонін	44	0	79	1
Ізолейцин	98	1	125	2
Лейцин	331	1	547	2
Тирозин	112	3	226	3
Фенілаланін	162	1	269	2
<b>Сума</b>	<b>4225</b>	<b>110</b>	<b>5965</b>	<b>146</b>
<b>У тому числі незамінні</b>	<b>1059</b>	<b>9</b>	<b>1617</b>	<b>23</b>

За вмістом загальних амінокислот голозерний овес на 29 % переважає плівчастий. Порівняно з плівчастим вільних, амінокислот у голозерного вівса на 33 % більше.

Відомо, що найбільшу цінність мають незамінні амінокислоти. Голозерні сорти вівса за їх вмістом переважають плівчасті, але співвідношення незамінних амінокислот до загальних у всіх сортах практично однаковий: 25 % у плівчастого і 27 % у голозерного.

За вмістом лізину, серину, ізолейцину плівчастий овес майже не відрізняється від голозерного. При цьому вміст валіну, метіоніну, лейцину, тирозину і фенілаланіну у голозерного вівса значно вищий, ніж у плівчастого. Якщо порівняти зерно плівчастого сорту вихідного і лущеного, то за вмістом загальних амінокислот зерно лущене переважає зерно з плівкою на 18 %.

Вміст вільних незамінних амінокислот у зерні лущеному також вищий, ніж у зерні з плівкою. Така різниця пояснюється тим, що плівка складається з клітковини, тому білкових речовин в ній майже немає. Зерно вівса голозерного (вміст клітковини в ньому лише 2—4 %) має більше білкових речовин, ніж зерно плівчастого.

### Висновки

На основі проведених досліджень вирішено актуальне завдання виробництва продуктів з нового перспективного голозерного сорту вівса, що надає можливість отримання харчових продуктів підвищеної харчової цінності при менших економічних затратах. Так, зерно вівса плівчастого і голозерного відноситься до водочутливого зерна. За фізичними, фізіологічними і хімічними показниками кращими сортами голозерного зерна є «Скарб України». Голозерні сорти вівса можна рекомендувати для використання у виробництві солоду, солодових екстрактів, пива і концентрату квасного сусла. Встановлено, що за вмістом загальних амінокислот голозерний овес на 29 % переважає плівчастий. Порівняно з плівчастим, вільних амінокислот у голозерного вівса на 33 % більше.

### Література

1. Мукоїд Р.М. Удосконалення технології вівсяного солоду: Дисертація канд. техн. наук: 05.18.05 / Р.М. Мукоїд; НУХТ. — Київ, 2012. — 200 с.
2. *Инновационная технология низкокалорийного светлого пива с использованием овса и цикория* / И.В. Киселёв, О.В. Беспалова и др. // Пиво и напитки. — 2011. — № 6. — С 28—29.
3. *Применение овса как несоложеного материала при разработке новых сортов пива* / И.В. Киселёв, А.Д. Лодыгин, Т.А. Перевышина // Пиво и напитки. — 2011. — № 2. — С. 16—17.
4. *Ермолаева Г.А.* Пиво и пивные напитки: технологии и сырье // Пиво и напитки. — 2012. — № 3 — С. 18—21.
5. *Применение овсяного сырья для приготовления основы безалкогольных напитков* // Пиво и напитки. — № 3. — 2000. — С.30—31.
6. *Мелетьев А.С.* Технохімічний контроль виробництва солоду, пива і безалкогольних напоїв / Мелетьев А.С., Тодосійчук С.Р., Кошова В.М.: за ред. А.С.Мелетьєва. (Підручник). — Вінниця: Нова Книга, 2007. — 392 с.
7. *Юла В.* Продуктивність вівса голозерного / В. Юла, В. Камінська, В. Мушик // Пропозиція. — 2014. — № 2. — С.78—79.

8. *Овес*. Технічні умови: ДСТУ 4963: 2008. — [чинний від 2010-07-01]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2010. — 10 с.

9. *Зерно*. Методы определения натурности. Зерно та бобові культури: ГОСТ 10840-64.: [нормат. док.: довідник у 2 т., укр. та рос. мовами; за заг. ред. В.Л. Иванова]. — Львів: НТЦ «Леонорм — Стандарт», 2000. — Т. 2. — С. 54—56.

10. *Зерно*. Методы определения энергии прорастания и способности прорастания. Зерно та бобові культури: ГОСТ 10968-88.: [нормат. док.: довідник у 2 т., укр. та рос. мовами; за заг. ред. В.Л. Иванова]. — Львів: НТЦ «Леонорм — Стандарт», 2000. — Т. 2. — С. 51—53.

11. *Зерно и продукты его переработки*. Метод определения крахмала: ГОСТ 10845-98. — [Введ. 2000-01-01]. — Минск.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2000. — Межгосударственный стандарт. — 6 с.

12. *Амінокислотний склад білків зерна різних сортотипів вівса* / Р.М. Мукоїд, Н.О. Ємельянова, А.І. Українець, І.М. Свидинок // Харчова промисловість. — 2009. — № 8. — С. 14—16.

## **ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ОВСА**

**В.Н. Кошечая, Р.Н. Мукоид, А.А. Гурина, А.В. Усач**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье исследованы современные сорта овса: голозерный «Сокровище Украины» и пленочный «Парламентский». Установлено, что лучшим с технологической точки зрения является перспективный сорт голозерного овса. Установлено, что содержание общих аминокислот в голозерном овсе не превышает данных показателей для пленочного овса. По сравнению с пленчатым овсом, в голозерном овсе содержится больше свободных аминокислот. Доказано, что сорта пленочного и голозерного овса являются водочувствительными и пригодными для производства солода. Переработка голозерного овса дает возможность получать продукты повышенной пищевой ценности при меньших экономических затратах.*

**Ключевые слова:** *овес, сорт, голозерный, пленчатый, примеси, экстрактивность.*

УДК 664.5; 664.8

## MODELING OF GREEN SAUCE RECIPES WITH SPECIFIED CONSUMER PROPERTIES

K. Naumenko, Yu. Lyubtsova

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Green sauce  
Descriptor  
Profile method  
Sensory analysis  
Aromatic raw materials*

**Article history:**

Received 15.01.2016  
Received in revised form  
23.01.2016  
Accepted 18.02.2016

**Corresponding author:**

K. Naumenko  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article demonstrates the research results on modeling the consumer properties of green sauces using sensory qualitative data analysis. An ideal organoleptic profile of a green sauce was created based on consumer evaluations of the intensity of sensory descriptors and on the results of organoleptic SWOT-analysis of green sauce versions. Taking into account wishes of the target group of consumers, the recipe of a green sauce with specified organoleptic properties was modified and its quality was evaluated.

## МОДЕЛЮВАННЯ РЕЦЕПТУР ЗЕЛЕНИХ СОУСІВ ІЗ ЗАДАНИМИ СПОЖИВЧИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

К.А. Науменко, Ю.Л. Любцова

Національний університет харчових технологій

*У статті наведено результати дослідження моделювання споживчих властивостей зелених соусів із застосуванням профільно-дескрипторного методу сенсорного аналізу. Створено «ідеальний» органолептичний профіль зеленого соусу на основі споживчої оцінки інтенсивності дескрипторів та органолептичного SWOT-аналізу аналогів зеленого соусу. З урахуванням побажань цільової групи споживачів відкориговано рецептуру зеленого соусу із заданими органолептичними властивостями й оцінено показники його якості.*

**Ключові слова:** *зелений соус, дескриптор, профільний метод, сенсорний аналіз, пряно-ароматична сировина.*

**Постановка проблеми.** Соуси є важливою складовою раціону харчування людини через простоту і зручність їх у використанні, а також тривале зберігання. З огляду на тенденції здорового способу життя та харчування популярності у споживача набувають так звані зелені соуси, які складаються з зелених овочів, прянощів, спецій з додаванням олії, горіхів тощо. На ринку

України найвідомішим з цієї групи товарів є зелений соус песто, що містить оливкову олію, базилік, сир, а також інші ароматичні інгредієнти. Аналогом зеленим соусам, який виробляють українські виробники, є пряно-ароматичні суміші, такі як «Колхідська» червона з додаванням томатної основи та зелена на основі пряно-ароматичних трав. Але даний продукт не здобув популярності на українському ринку через неприйнятні органолептичні властивості, тому розроблення товарів цієї групи є актуальним пріоритетом для українських виробників [1].

Проінформованість про переваги і вимоги споживачів щодо нової продукції є вагомим інструментом, який дозволяє виробнику виробляти продукцію, що гарантовано буде мати попит на ринку [2]. Для формування конкурентоспроможності нових зелених соусів і виходу їх на ринок необхідно першочергово враховувати їхні споживчі властивості, які мають задовольняти вимоги та побажання споживача: мати насичені смак та аромат, гармонійно поєднуватись з іншими стравами, бути натуральними без додавання харчових добавок [3].

Для забезпечення відповідності споживчих властивостей нових соусів вимогам споживача при розробці рецептур актуальності набуває застосування методів сенсорного аналізу, які дозволяють дослідити реакцію споживачів на новий харчовий продукт.

У 1970-ті рр. вчені компанії «Tragon» (США) запатентували метод якісного профільно-дескрипторного аналізу (ПДМ), названого ними Qualitative Data Analysis (QDA™) [4]. ПДМ на сьогодні застосовується багатьма передовими виробниками харчової продукції з метою оцінки якості продукту та його конкурентоспроможності; коригування профілю флейвору продукту; розробки, модифікації й оптимізації продукту-новинки; дослідження споживчого ринку та поведінки споживачів продукції тощо [5].

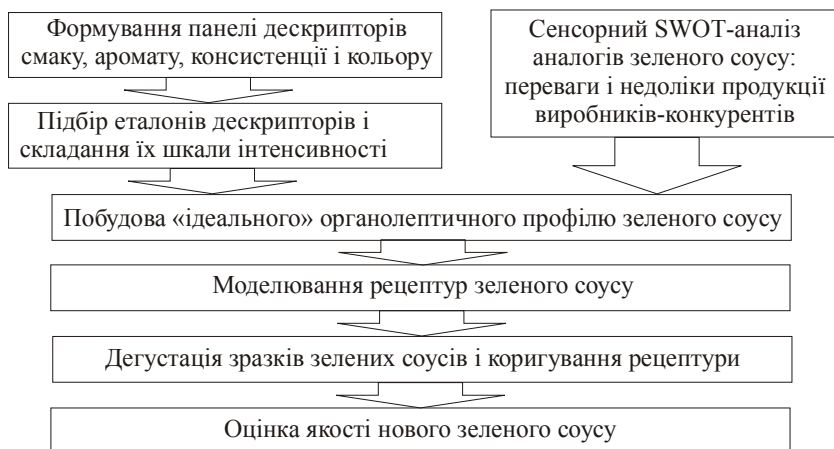
Розробка нового продукту з використанням ПДМ дозволяє сформувати наочну модель його органолептичних характеристик — органолептичний профіль. Індивідуальна органолептична характеристика, притаманна тільки конкретному продукту, називається дескриптором [6]. ПДМ передбачає кількісне відображення дескрипторів у вигляді графічних профілограм.

**Метою дослідження** є формування бажаних споживчих властивостей зеленого соусу із застосуванням ПДМ методу сенсорного аналізу й оцінка показників якості розробленого соусу.

**Матеріали і методи.** Реалізація ПДМ при розробці нової рецептури зеленого соусу наведена у вигляді схеми на рис. 1.

Для виробництва нового зеленого соусу обрана така сировина: кінза, базилік, зелень петрушки, кріп, зелена цибуля, нерафінована соняшникова олія, грецький горіх, часник, лимон.

Згідно зі схемою (рис. 1) спочатку було сформовано панель дескрипторів на основі ряду фокус-дегустацій і обговорень. Після оцінки органолептичних характеристик існуючих аналогів соусу песто і пряно-ароматичної суміші «Колхідська», а також сировини, яка входить до складу нового соусу, був підібраний набір дескрипторів, який представлений на рис. 2.



**Рис. 1. Схема моделювання рецептури зеленого соусу із заданими органолептичними властивостями**



**Рис. 2. Дескриптори органолептичного профілю зеленого соусу**

Для оцінки бажаних рівнів інтенсивності дескрипторів обрано характерні еталони дескрипторів і розроблено шкали концентрацій еталонних речовин за зростанням їх інтенсивності. Кожен бал інтенсивності дескриптора відповідав зразку-еталону певної концентрації у воді.

*Таблиця 1. Панель дескрипторів смаку зелених соусів*

Дескриптор і відповідний компонент-еталон	Шкала інтенсивності, бали	Концентрація компонента-еталона у воді, об. %
1	2	3
Кислий смак — лимонна кислота	1...5	0,1±0,01; 0,2±0,01; 0,3±0,01; 0,4±0,01; 0,5±0,01 мас%
Гіркий смак — водно-спиртовий екстракт полину гіркого (CP=7,5 %)	1...5	0,05±0,005; 0,10±0,005; 0,15±0,005; 0,20±0,005; 0,25±0,005 об%
Солодкий смак — сахароза	1...5	0,5±0,05; 1±0,05; 1,5±0,05; 2±0,05; 2,5±0,05 мас%
Солоний смак — кухонна сіль	1...5	0,05±0,005; 0,1±0,005; 0,15±0,005; 0,2±0,005; 0,25±0,005 мас%

*Продовження табл. 1*

1	2	3
Пекучий смак — водний екстракт червоного перцю (вміст СР=1,5 %)	1...5	2,0±0,1; 3,5±0,1; 5,0±0,1; 6,5±0,1; 8,0±0,1 об%;
Терпкий смак — водний настій чорного чаю (вміст СР=2,5 %)	1...5	5±0,5; 10±0,5; 15±0,5; 20±0,5; 25±0,5 об%.

**Таблиця 2. Панель дескрипторів аромату зелених соусів**

Дескриптор і відповідний компонент-еталон	Шкала інтенсивності, бали	Концентрація компонента-еталона, об %
Пряний запах — водно-спиртовий розчин ефірної олії кропу (1г/100мл)	1...5	1,0±0,05; 2,0±0,05; 3,0±0,05; 4,0±0,05; 5,0±0,05
Трав'яний запах — водно-спиртовий розчин ефірної олії м'яти козячої (1г/100мл)	1...5	1,0±0,05; 2,0±0,05; 3,0±0,05; 4,0±0,05; 5,0±0,05
Гострий запах — оцтова кислота 9 %	1...5	1,0±0,05; 2,0±0,05; 3,0±0,05; 4,0±0,05; 5,0±0,05
Маслянистий запах — нерафінована соняшникова олія	1...5	20,0±1; 40,0±1; 60,0±1; 80,0±1; 100,0±1
Перцевий запах — екстракт червоного перцю (вміст СР=1,5%)	1...5	10,0±0,5; 20,0±0,5; 30,0±0,5; 40,0±0,5; 50,0±0,5
Лимонний запах — водно-спиртовий розчин ефірної олії лимону (1г/100мл)	1...5	1,0±0,05; 2,0±0,05; 3,0±0,05; 4,0±0,05; 5,0±0,05
Каприловий запах — октанова кислота	1...5	0,10±0,01; 0,20±0,01; 0,30±0,01; 0,40±0,01; 0,50±0,01

**Таблиця 3. Шкала інтенсивності кольору**

Відтінки	Колір									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Для побудови «ідеального» органолептичного профілю зеленого соусу було проведено споживчу дегустацію для отримання даних щодо рівня бажаності інтенсивності дескрипторів за п'ятьма зразками шкали їх інтенсивності. В анкетуванні взяло участь 25 осіб віком 19—22 роки, з яких 7 чоловіків, 18 жінок. Середнє значення отриманих оцінок рівня бажаності за дескриптором розраховувалась за такою формулою:

$$\bar{x} = \sum x_i / n, \quad (1)$$

де  $x_i$  — оцінка рівня бажаності дескриптора  $i$ -випробувачем;  $n$  — загальна кількість випробувачів, які брали участь в анкетуванні.

За результатами анкетування побудована профілографа «ідеального» органолептичного образу зеленого соусу, яка зображена на рис. 3.

Для уточнення вимог споживачів проведено порівняльний сенсорний SWOT-аналіз продуктів-аналогів — соусу песто та пряно-ароматичної суміші «Колхідська», що передбачав визначення недоліків і переваг соусів з урахуванням їхніх органолептичних характеристик, особливо зовнішнього вигляду та консистенції. Це дало змогу побачити відмінність вимог споживачів від фактичних показників якості продуктів, які вже існують в торговельних мережах, і надати йому «ідеальних» органолептичних властивостей.



Рис. 3. «Ідеальний» органолептичний профіль зеленого соусу

Анкетуванням було визначено ступінь приємності для споживача інтенсивності кожного дескриптора в соусах-аналогах за шкалою від 0 до 5: 0 — зовсім не подобається, 5 — дуже подобається. Профілограми, які відображують ступінь приємності дескрипторів соусу песто та пряно-ароматичної суміші «Колхідська», наведені на рис. 4.

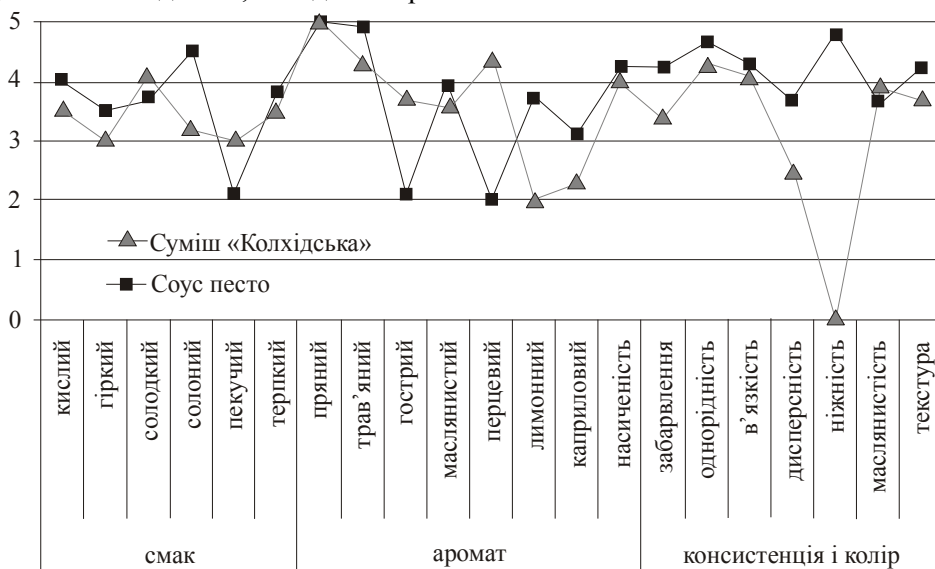


Рис. 4. Профілограма рівнів приємності дескрипторів зразків соусів

За отриманими даними профілограм встановлено, що за більшістю дескрипторів соус песто має кращу оцінку споживачів, але, з іншого боку, має недоліки: низьку інтенсивність перцевого запаху і гострого смаку. Крім того, споживачі віддають перевагу соусу з ніжною, дрібнодисперсною консистенцією та приємним зеленим кольором.

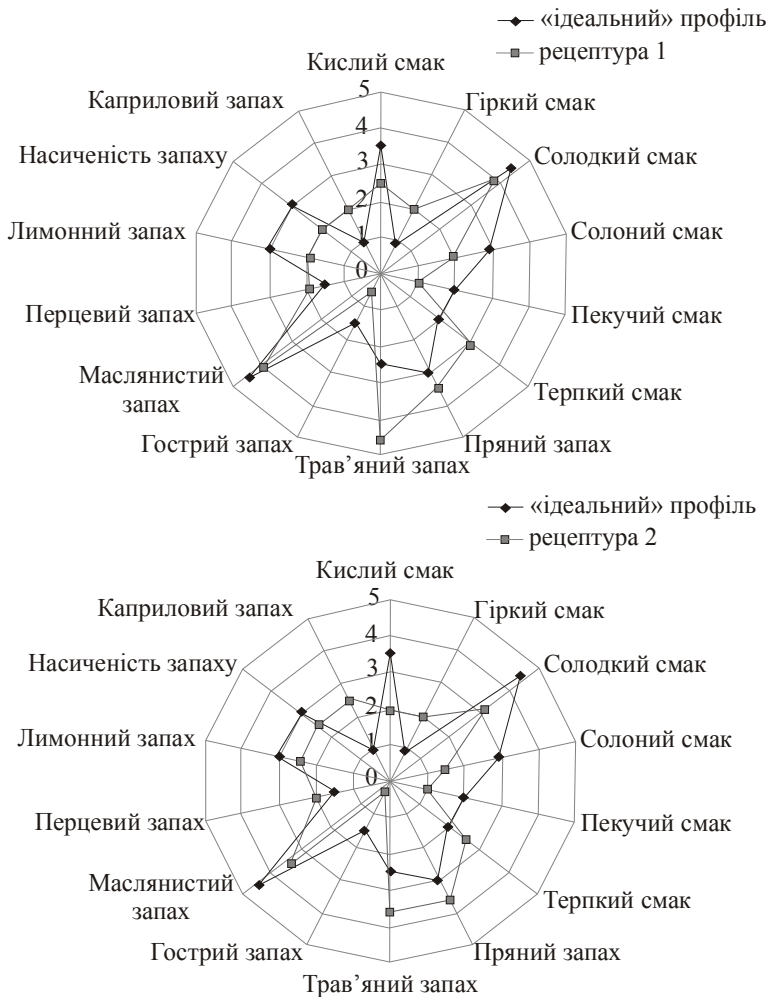
З урахуванням побажань споживачів було виготовлено чотири зразки зеленого соусу, рецептури яких наведені в табл. 4.

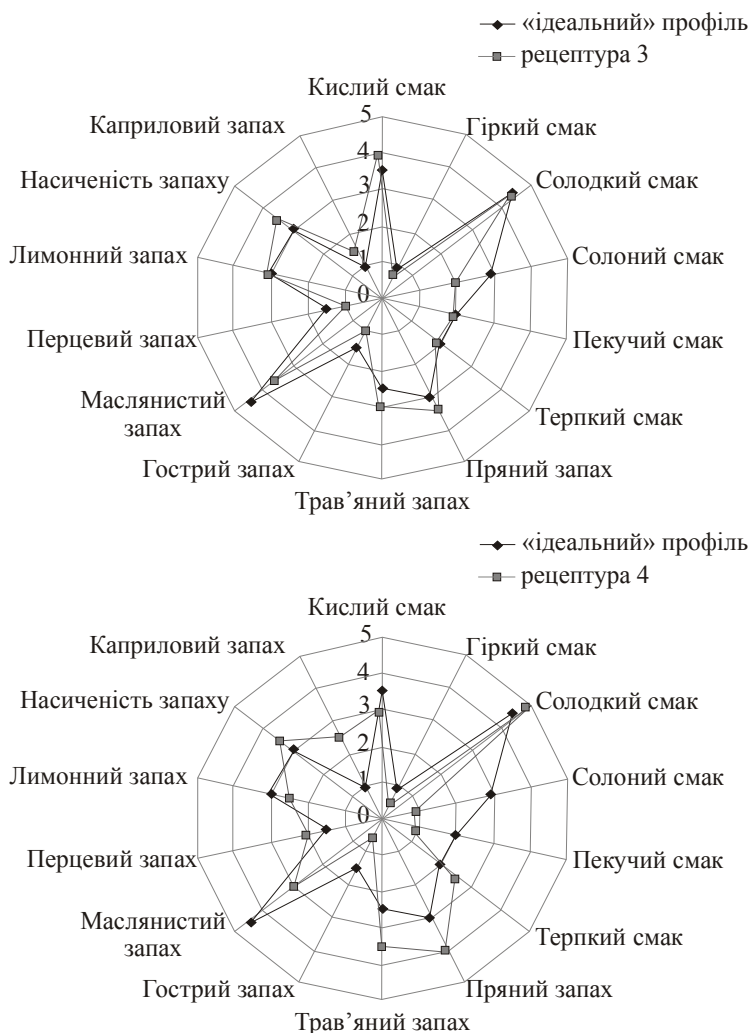


Таблиця 4. Рецептури зеленого соусу

Інгредієнти	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
	Вміст, % мас			
Базилік	8	10	14	12
Кінза	9	8	7	7
Петрушка	7	8	9	10
Кріп	14	8,5	6	8
Зелена цибуля	14	12	9	6
Часник	8	10	6	7
Лимон	7	9	12	11
Волоський горіх	10,5	9	12	11,5
Соняшникова олія	19	22	22	20
Цукор	2,5	2	2	3,5
Сіль	1	1,5	1	2

Для кожного із зразків побудовано органолептичні профілі та порівняно їх з «ідеальним» профілем зеленого соусу (рис. 5).





**Рис. 5. Порівняльна характеристика органолептичних профілів «ідеального» зеленого соусу і рецептур зразків**

За органолептичними профілями найбільш подібним до «ідеального» зеленого соусу є рецептура зразка № 3. Але цей зразок відрізняється від «ідеального» текстурою, яка корегується при технологічному процесі, часом обробки сировини; маслянистістю та маслянистим ароматом, що корегується додаванням соняшникової олії; солоністю, що корегується додавання кухонної солі й кислотністю, яка корегується зниженням вмісту лимона в рецептурі.

Для наближення органолептичних показників розробленого соусу до значень «ідеального» соусу необхідно оптимізувати рецептурний склад додаванням солі та соняшникової олії, а також зниженням кількості лимона в складеній рецептурі. Масу внесення або вилучення необхідного інгредієнта з рецептури соусу розраховували за такою формулою:

$$m = M1 - M2 \text{ (кг)}, \quad (2)$$

де  $M1$  — маса, яка відповідає бажаній інтенсивності дескриптора, кг;  $M2$  — маса інгредієнта за рецептурою, кг.

Таким чином, рецептура зеленого соусу, змодельована за органолептичними показниками до «ідеального соусу», наведена у табл. 5.

*Таблиця 5. Рецептура зеленого соусу на 1000 кг*

Компоненти	Маса інгредієнта, в кг
Базилік	130
Кінза	60
Петрушка	80
Кріп	80
Зелена цибуля	70,8
Часник	50
Лимон	100
Волоський горіх	120
Соняшникова олія	274,2
Цукор	20
Сіль	15
Всього	1000

Органолептичний профіль розробленого зеленого соусу, побудований на основі проведення фокус-дегустації 25 споживачами, наведено на рис. 6.



**Рис. 6. Порівняльна характеристика органолептичних профілів «ідеального» соусу і розробленого зеленого соусу**

За рис. 6 можна зробити висновок, що завдяки корегуванню рецептури за допомогою профільно-дескрипторного методу вдалося надати розробленому продукту бажаних для цільової групи споживачів органолептичних показників.

Результати органолептичної оцінки нового зеленого соусу наведені в табл. 6.

Таблиця 6. Органолептична оцінка зеленого соусу

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд, консистенція	Однорідна, в'язка консистенція, ніжна текстура. Наявність частинок прянощів, добавок, включень відповідно до рецептури. Колір світло-зелений, однорідний
Смак	Приємний солоний з кисло-солодким присмаком, ніжний, без післясмаку
Аромат	Пряний, яскраво виражений, приємний з нотками лимона і трав

Фізико-хімічні показники розробленого соусу наведені у табл. 7.

Таблиця 7. Фізико-хімічні показники зеленого соусу

Показник	Характеристика
Масова частка сухих речовин, %	23
Титрована кислотність (в перерахунку на яблучну кислоту), мг/100г	1,5
Сторонні домішки	Відсутні

### **Висновки**

Отже, використання профільно-дескрипторного методу сенсорного аналізу при розробці нового харчового продукту дозволяє сформувати його «ідеальний» органолептичний профіль відповідно до вимог і побажань споживача до його якості. «Ідеальний» органолептичний профіль є основою для моделювання рецептури нового продукту за рахунок зміни дескрипторів смаку, аромату, консистенції залежно від їх бажаної величини для споживача. Такий підхід до створення продукції надає можливість виробникам випускати конкурентоспроможну продукцію, а також значно скоротити витрати на її просування на ринку.

### **Література**

1. Рынoк соусов, кетчупов и майонеза [Электронный ресурс] // Журнал «Food ua. Продукты Украины». — 2014. — Режим доступу: [http://pro-capital.ua/press\\_center/expert/view/39/](http://pro-capital.ua/press_center/expert/view/39/).
2. Лейберова Н.В. Инновационный подход к разработке пищевых продуктов, ориентированных на потребителя / Н.В. Лейберова, О.В. Чугунова, Н.В. Заборохина // Экономика региона. — 2011. — № 4. — С. 73—76.
3. Бессонова Л.П. Моделирование рецептур многокомпонентных продуктов питания / Л.П. Бессонова, Л.В. Антипова // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2008. — № 10. — С. 70—74.
4. Чугунова О.В. Использование методов дегустационного анализа при моделировании рецептур пищевых продуктов с заданными потребительскими свойствами: [монография] / О.В. Чугунова, Н.В. Заборохина. — Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2010. — 142 с.
5. Aparicio J. Descriptive sensory analysis in different classes of orange juice by a robust free-choice profile method / J. Aparicio, M. Medina, V. Rosales // Analytica Chimica Acta. — 2007. — № 595. — P. 238—247.
6. Дослідження сенсорне. Ідентифікація та вибирання дескрипторів для створення сенсорного спектру за багатобічного підходу (ISO 11035:1994, IDT): ДСТУ ISO 11035:2005. — [Чинний від 01-07-2007]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2005. — 27 с. — (Національні стандарти України).
7. Дослідження сенсорне. Методологія. Методи створювання спектру флейвору (ISO 6564:1985, IDT): ДСТУ ISO 6564:2005. — [Чинний від 01-10-2006]. — Київ: Держспоживстандарт України, 2005. — 31 с. — (Національні стандарти України).

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУР ЗЕЛЕННЫХ СОУСОВ С ЗАДАНЫМИ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИМИ СВОЙСТВАМИ**

**К.А. Науменко, Ю.Л. Любцова**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье приведены результаты исследования по моделированию потребительских свойств зеленых соусов с применением профильно-дескрипторного метода сенсорного анализа. Создан «идеальный» органолептический профиль зеленого соуса на основе потребительской оценки интенсивности дескрипторов и органолептического SWOT-анализа аналогов зеленого соуса. С учетом пожеланий целевой группы потребителей была откорректирована рецептура зеленого соуса с заданными органолептическими свойствами и оценены показатели его качества.*

**Ключевые слова:** *зеленый соус, дескриптор, профильный метод, сенсорный анализ, пряно-ароматическое сырье.*

## IDENTIFICATION OF DIFFERENT VARIETIES OF MILK USING INSTRUMENTAL AND CHEMOMETRIC METHODS

V. Ischenko, O. Kochubei-Lytvynenko, N. Sukhodolska

*National University of Food Technologies*

M. Ischenko

*Taras Shevchenko National University of Kyiv*

---

**Key words:**

*Milk*

*Instrumental analysis*

*Principal component analysis*

---

**Article history:**

Received 12.01.2016

Received in revised form  
12.02.2016

Accepted 22.02.2016

---

**Corresponding author:**

V. Ischenko

**E-mail:**

ischenko\_vn@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article presents the results of instrumental analysis of 23 samples of milk, including whole milk, whole milk diluted with water in the amount of 5-20 %, market milk with different fat content and milk reconstituted from whole milk powder. The following criteria of milk quality were determined for the given samples: the content of fat, protein, lactose, dry nonfat milk residue, water, solidness and congealing point, refractive index and pH value (active acidity). Principal component analysis was used for the evaluation of experimental data. It has been defined that this method allows to identify the samples of natural milk, reconstituted milk and milk diluted with water. The most important factors, which allow ranging milk, are: the content of dry nonfat milk residue, protein, lactose, as well as solidness and congealing point.

---

## ІДЕНТИФІКАЦІЯ РІЗНИХ ВИДІВ МОЛОКА З ВИКОРИСТАННЯМ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ І ХЕМОМЕТРИЧНИХ МЕТОДІВ

В.М. Іщенко, О.В. Кочубей-Литвиненко, Н.П. Суходольська

*Національний університет харчових технологій*

М.В. Іщенко

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

*У статті проведено інструментальний аналіз 23 зразків різних видів молока: незбираного молока натурального й розведеного водою у кількості від 5 до 20 % мас., питних видів молока різної жирності та відновленого молока. Визначено такі показники складу молока, як вміст жиру, білка, лактози, сухого знежиреного молочного залишку, води, щільність, температуру замерзання, показник заломлення та водневий показник (активну кислотність). Для обробки одержаного масиву даних використано метод головних компонент. Застосування методу головних компонент дало змогу розділити зразки незбираного, відновленого та фальсифікованого водою молока. Найбільш важливими показниками, які впливають на віднесення молока до певної*

*групи, є вміст сухого знежиреного молочного залишку, білка, лактози, а також густина й температура замерзання.*

**Ключові слова:** *молоко, інструментальний аналіз, метод головних компонент.*

**Постановка проблеми.** Проблема якості та безпеки харчових продуктів стає наразі однією з основних проблем для всього людства. В умовах конкурентного середовища різні виробники намагаються отримати максимум грошей за свій товар у будь-який спосіб як шляхом поліпшення якості продукту, так і виготовленням та продажем недоброякісних і часто фальсифікованих товарів.

Молоко та молочні продукти відносяться до найбільш цінних харчових продуктів у всі періоди життя людини. Особливо важливе значення вони мають в харчуванні дітей і людей похилого віку, а також в харчуванні хворих. Ці продукти відрізняються від усіх інших харчових продуктів тим, що в їх складі представлені всі необхідні для організму харчові та біологічно активні речовини в збалансованому стані [1], тому особливе занепокоєння суспільства викликає інформація про можливу фальсифікацію молочної продукції. Сьогодні виділяють дві групи фальсифікату молочної продукції — фальсифікати складу (фальсифікація сировини) і фальсифікати якості [2]. Визначення автентичності та виявлення фальсифікації молока і молочних продуктів, тобто їх ідентифікація, є важливим питанням для виробників, товаровзнавців, науковців і споживачів, які мають бути впевнені, що продукти, які вони придбали, безпечні. У загальному випадку термін «ідентифікація» визначається як ототожнення, порівняння однієї характеристики з іншою. При ідентифікації харчових продуктів встановлюють відповідність продукту його заявленому найменуванню (виду, класу, сорту, географічному положенню тощо) [3].

В останні роки основними методами аналізу молочних продуктів стали хроматографічний аналіз, різні спектроскопічні методи, а також сенсорні системи, такі як «електронний ніс» і «електронний язик». Переважна більшість цих методів передбачає використання сучасного аналітичного обладнання, підготовлених спеціалістів і є досить дорогими. Крім того, особливістю цих методів є те, що досліднику досить часто доводиться мати справу з обробкою масиву багатовимірних експериментальних даних, одержаних у результаті аналізу. При обробці таких даних неминучим стає застосування саме хемометричних методів.

В огляді [4] наводиться характеристика аналітичних методів аналізу, які в поєднанні з хемометричними методами можуть надійно встановити автентичність і визначити фальсифікацію молочної продукції. Слід зазначити, що переважну більшість цих аналітичних методів складають спектроскопічні.

**Метою дослідження** є оцінка можливості поєднання фізико-хімічних методів аналізу молока з хемометричними методами з подальшим їх застосуванням для ідентифікації молочної продукції.

**Матеріали і методи.** Для дослідження відібрані більше 20 зразків молока, які умовно були розділені на три групи.

*1 група зразків* — питні види молока вітчизняного виробництва, придбані в супермаркетах м. Києва. Як правило, адреси потужностей знаходились у Київській області. Між собою вони відрізнялись за такими критеріями: склад — жирність (від 0 до 3,2 %) і вміст лактози (звичайне і з низьким вмістом лактози); спосіб пастеризації (пастеризоване, ультрапастеризоване, УВТ-оброблене); призначення — загального вживання й рекомендоване для дитячого харчування та молоко, заявлене як органічне. Слід зазначити, що відібрані на аналіз зразки питного молока з однаковою жирністю та способом теплового оброблення відрізнялись упаковкою (поліетиленові пакети чи пакети «Тетра-Пак», «Пюр-Пак») та вартістю. Наприклад, ціна органічного молока перевищувала ціну звичайного пастеризованого молока в 2,5 раза.

*2 група зразків* — натуральне молоко і молоко фальсифіковане водою. Незбиране молоко було придбано в індивідуальних сільгосптоваровиробників Київщини. На його основі готували модельні зразки фальсифікованого продукту із додаванням 5, 10, 15 і 20 % мас. води.

*3 група зразків* — відновлене молоко. Зразки готували із сухого незбираного молока жирністю 25 % розпилювального сушіння, розчиняючи його у відповідному об'ємі підготовленої питної води за температури  $(40 \pm 2)$  °С. Кількість води розраховували, маючи на меті отримати продукт жирністю 2,6 і 3,2 %. Потім відновлену суміш очищали від нерозчинених грудочок сухого продукту фільтруванням крізь 8—10 прошарків марлі, охолоджували до  $(6 \pm 2)$  °С і витримували 3—4 години для повнішого розчинення частинок сухого молока. Відновлене молоко пастеризували за температури  $(88 \pm 2)$  °С без витримки й охолоджували до  $(6 \pm 2)$  °С.

Такі основні показники якості складу молока, як вміст жиру, білка, лактози, сухого знежиреного молочного залишку (далі — СЗМЗ), води, густину й температуру замерзання визначали на ультразвуковому аналізаторі молока «Екомілк-Бонд» (Болгарія), вміст сухих речовин визначався на портативному рефрактометрі та паралельно на рефрактометрі РПЛ-3. Показник заломлення визначали за запропонованою методикою [5]. Для цього  $5 \text{ см}^3$  7,25 % розчину  $\text{CuSO}_4$  змішували з  $20 \text{ см}^3$  молока, витримували впродовж 5 хв та центрифугували впродовж 5 хв з частотою обертів 4000 об/хв. Показник заломлення одержаного розчину вимірювали на рефрактометрі РПЛ-3. Активну кислотність (водневий показник) визначали на йонімірі універсальному И-160 М.

Для опису та візуалізації одержаного масиву даних нами було використано метод головних компонент (МГК). МГК є одним із методів розпізнавання образів і широко використовується для аналізу, класифікації та зменшення розмірності числових масивів даних [6]. Даний метод відносять до так званої групи методів «навчання без вчителя», оскільки апріорно дані в групі не об'єднують, а групи виявляють після проведення МГК-моделювання. Математично даний метод перетворює початкові змінні в меншу кількість нових, які є лінійною комбінацією початкових змінних. Нові змінні називають головними компонентами (ГК). Ці нові змінні враховують максимальну відмінність між зразками в початковому масиві даних, крім того, між новими змінними відсутня кореляція. Головні компоненти використовують для класифікації об'єктів. Часто перші дві або три головні компоненти охоплюють





ники, як СЗМЗ, білок, лактоза, густина, температура замерзання. На другу головну компоненту впливають рН, вміст сухих речовин і показник заломлення. Порівняння графіків рахунків і значень навантажень вказує на те, що для виділення зразків відновленого та фальсифікованого молока в окремі групи найбільш важливими показниками є температура замерзання та вміст води. Також для даних зразків характерний менший вміст СЗМЗ, білка, лактози та менші значення густини.

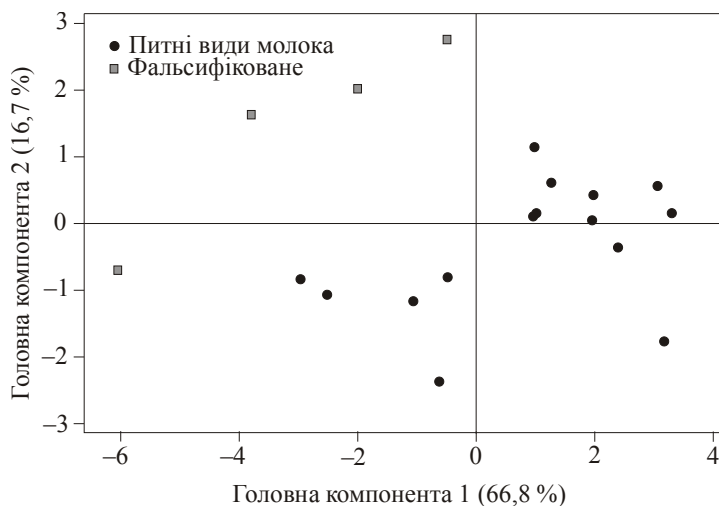


Рис. 2. Графік рахунків після виключення з масиву даних зразків незбираного і відновленого молока

Слід відмітити, що в основну групу потрапили зразки різних цінкових категорій, що вказує на те, що обрані параметри майже незалежать від вартості продукції. Проте дані показники можуть бути корисними для виявлення відновленого або молока, фальсифікованого водою.

Таблиця. Навантаження перших трьох головних компонент (ГК)

Змінна	ГК1	ГК2
рН	0,106	-0,484
Сухі речовини	0,082	0,542
Показник заломлення	0,051	0,559
СЗМЗ	0,407	-0,014
Білок	0,399	-0,059
Жир	0,105	0,378
Лактоза	0,405	0,021
Густина	0,391	-0,111
Температура замерзання	-0,406	0,016
Вода	-0,401	-0,022

### Висновки

Застосування методу головних компонент дозволяє розділити зразки незбираного, відновленого та фальсифікованого водою молока. Найбільш

важливими показниками, які впливають на віднесення молока до певної групи, є вміст сухого знежиреного молочного залишку, білка, лактози, а також густина й температура замерзання.

### Література

1. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов / К.К. Горбатова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003. — 320 с.
2. Мазаев А.Н. О фальсификации молока и молочных продуктов / А.Н. Мазаев, И.А. Шель, М.А. Попова, В.М. Уварова, Л.С. Прохасько // Молодой ученый. — 2014. — № 12. — С. 90—92.
3. Мильман Б.Л. Введение в химическую идентификацию / Б.Л. Мильман. — Санкт-Петербург: ВВМ, 2008. — 180 с.
4. Kamal M., Karoui R. Analytical methods coupled with chemometric tools for determining the authenticity and detecting the adulteration of dairy products: A review // Trends in Food Science & Technology. — 2015. — Vol. 46. — P. 27—48.
5. Rerende P.S., do Carmo G.P., Esteves E.C. Optimization and validation of a method for the determination of the refractive index of milk serum based on the reaction between milk and copper(II) sulfate to detect milk dilutions // Talanta. — 2015. — Vol. 138. — P. 196—202.
6. Эсбенсен К. Анализ многомерных данных. Избранные главы / Пер. с англ. С.В. Кучерявского; Под ред. О.Е. Родионовой. — Черноголовка: Изд-во ИПХФ РАН, 2005. — 160 с.
7. Potorti A.G., Bella G.D., Turco V.L., Rando R., Dugo G. Non-toxic and potentially toxic elements in Italian donkey milk by ICP-MS and multivariate analysis // Journal of Food Composition and Analysis. — 2013. — Vol. 31. — P. 161—172.

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИДОВ МОЛОКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ И ХЕМОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

**В.Н. Ищенко, О.В. Кочубей-Литвиненко, Н.П. Суходольская**

*Национальный университет пищевых технологий*

**Н.В. Ищенко**

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

*В статье проведен инструментальный анализ 23 образцов различных видов молока: цельного молока натурального и разбавленного водой в количестве от 5 до 20 % масс., питьевого вида молока различной жирности и восстановленного молока. Определены такие показатели состава молока, как содержание жира, белка, лактозы, сухого обезжиренного молочного остатка, воды, плотность, температура замерзания, показатель преломления и водородный показатель (активная кислотность). Для обработки полученного массива данных был использован метод главных компонент, что позволило разделить образцы цельного, восстановленного и фальсифицированного водой молока. Наиболее важными показателями для идентификации видов молока являются: содержание сухого обезжиренного молочного остатка, белка, лактозы, а также плотность и температура замерзания.*

**Ключевые слова:** *молоко, инструментальный анализ, метод главных компонент.*

## STUDY OF THE SWELLING PROCESS OF INULIN IN ORGANIC SOLVENTS

N. Zinchenko, N. Simurova, L. Mazur, N. Kucher

*National University of Food Technologies*

---

**Key words:**

*Inulin*  
*Fruktosan*  
*Biopolymer*  
*Degree of swelling*  
*Organic solvents*

---

**Article history:**

Received 12.01.2016  
Received in revised form  
28.01.2016  
Accepted 10.02.2016

---

**Corresponding author:**

N. Zinchenko  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net

---

---

**ABSTRACT**

This article relates to the research in the field of physical chemistry and technology of biopolymer inulin. It is devoted to the study of the ability of the polysaccharide to swell in many organic solvents and their mixtures with water in various ratios. As a result of these experiments, a number of laws were discovered that are common for most solvents. It is concluded that the degree of swelling of the inulin depends on concentration of water and organic compounds, as well as on two physical-chemical characteristics of the solvent, in particular, of its polarity. All data results are presented in graphic form and analyzed.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАБУХАННЯ ІНУЛІНУ В ОРГАНІЧНИХ РОЗЧИННИКАХ

Н.Ю. Зінченко, Н.В. Сімурова, Л.М. Мазур, Н.С. Кучер

*Національний університет харчових технологій*

*У статті вивчено здатність інуліну набухати в ряді органічних розчинників та їх сумішей з водою в різних співвідношеннях. У результаті проведених дослідів виявлено ряд закономірностей, спільних для більшості розчинників. З'ясовано залежність ступеня набухання від природи органічного розчинника, зокрема від його полярності. Зроблено висновок про залежність ступеня набухання інуліну від концентрації водно-органічних сумішей і фізико-хімічних характеристик розчинника. Усі результати досліджень наведено у графічному вигляді, проведено їх аналіз.*

**Ключові слова:** *інулін, фруктозан, біополімер, ступінь набухання, органічні розчинники.*

**Постановка проблеми.** Полісахариди — лінійні або розгалужені високомолекулярні ланцюги, що складаються із залишків моносахаридів. Вони є біополімерами, що утворюють макромолекулярну основу живих систем. Ці органічні речовини найбільш розповсюджені в природі, тому зрозумілий інтерес до вивчення їхніх властивостей і можливостей застосування. Високомолекулярні сполуки широко застосовуються в різних галузях техніки,

побуті, медицині. Зокрема, їх використовують при виготовленні штучних судин, протезів, біологічних клеїв, діалізних мембран, перев'язувальних матеріалів, нових лікарських форм тощо [1]. Застосування полісахаридних біополімерів стало ще одним інноваційним напрямком у створенні нових полімерних матеріалів медико-біологічного призначення [2]. Серед природних полісахаридів останніми роками значну зацікавленість викликає інулін. Цей фруктозан має важливе значення в фармацевтичній і харчовій промисловості [3].

У практичній роботі важливою характеристикою біополімерів є здатність цих речовин до набухання в різноманітних рідких або газоподібних середовищах. Механізм набухання полягає у проникненні молекул розчинника в найближчі шари полімеру та сольватації відповідних ланок полімерного ланцюга. Результатом цього є те, що макромолекули розрихлюються, полегшуючи таким чином подальше проникнення молекул розчинника та збільшення маси й об'єму полімеру [4]. Ця здатність оцінюється ступенем набухання, який можна виразити через кількість поглиненої полімером рідини (або її пари), віднесеної до одиниці ваги чи об'єму полімера. Відповідно, ступінь набухання можна визначати ваговим або об'ємним методом. Застосовуючи об'ємний метод, проводять вимірювання об'єму полімеру до ( $V_0$ ) та після набухання ( $V$ ).

Ступінь набухання можна визначати лише для полімерів, що набухають обмежено (тому що при безмежному набуханні сам полімер починає з часом розчинятися). Іноді відбувається явище від'ємного набухання полімеру [4], яке спостерігається при набуханні полімерів лінійної та сітчастої будови в результаті вимивання з них розчинних домішок.

Методики визначення набухання полімерів досить прості [5] і добре відтворюються для твердих полімерів. Проте методики визначення набухання аморфних порошків (до яких відноситься інулін) мають ряд суттєвих недоліків:

1) важко визначити об'єм осаду після струшування його з розчинником через те, що утворюється високодисперсна суспензія порошку в усьому об'ємі розчинника;

2) при застосуванні вагового методу осад, що набух, важко фільтрується і, зазвичай, при цьому втрачається розчинник, що призводить до системної помилки.

Питання набухання інуліну в органічних розчинниках до теперішнього часу вивчено недостатньо, тому дослідження в цій галузі та розроблення нових препаративних методик визначення ступеня набухання є актуальним як з теоретичної, так і практичної точки зору.

**Метою дослідження** є вивчення процесу набухання полісахариду інуліну в органічних розчинниках та їх сумішах з водою. Даний фізико-хімічний параметр високомолекулярних сполук, зокрема інуліну, є важливим для практичного застосування, проте для полімерів полісахаридної природи він вивчений вкрай мало. В літературі такі дані практично відсутні.

**Матеріали і методи.** *Реагенти.* Об'єктом дослідження слугував інулін харчовий з топінамбуру. Застосовувались органічні розчинники різних хімічних класів: спирти (метанол, етанол, бутанол), карбонільні сполуки, етери, естери (ацетон, діоксан, етилацетат), диметилформамід, піридин. Усі розчинники мали кваліфікацію «хімічно чистий» і застосовувались без додаткового

очищення. Водно-органічні суміші у відповідних співвідношеннях готували заздалегідь.

*Методика визначення ступеня набухання.* Для визначення ступеня набухання застосовували об'ємний метод. За основу взято методику визначення ступеня набухання крохмалю, наведену в [5], яку була модифікована нами. У мірні пробірки (на 15 мл) вносили наважки інуліну по 1г, рівномірно розподіляючи його, після чого вимірювали об'єм порошку. Потім додавали воду та розчинник у співвідношеннях 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 об'ємних відсотків. Водно-органічні суміші готували заздалегідь. Проби інуліну в розчинниках залишали в приміщенні ( $t = 20^{\circ}\text{C}$ ) на дві доби та на шість діб.

*Апаратура.* Для покращення міжфазового контакту проводили дослід за допомогою апарата для струшування рідин у пробірках і колбах (шутель-апарат) АБУ-6С в термостатованих умовах.

У перші дві доби струшування проводили по 4—5 разів протягом однієї години, а потім до шостої доби — по одному разу на добу також протягом години. Вимірювання об'єму інуліну проводили через 20 хв після закінчення струшування. В другій серії дослідів струшування проводили по 5 хв 4—5 разів на добу. Результати обох серій практично не відрізнялись між собою.

Визначення ступеня набухання визначали через три години, через одну добу та дві доби. Подальший процес збільшення об'єму інуліну був незначним, про що свідчать проведені нами вимірювання через шість діб для деяких розчинників.

**Результати та їх обговорення.** Ступінь набухання інуліну  $Q$  в розчинах визначали у відсотках за формулою:

$$Q = \frac{V_g - V_0}{V_0} \times 100\%,$$

де  $V_0$  — початковий об'єм інуліну;  $V_g$  — його кінцевий об'єм.

На основі цих результатів можна з'ясувати залежність зміни об'єму інуліну, досягнутого за певний час набухання, від відсоткового вмісту води в суміші з органічним розчинником. Для кожного розчинника або їх сумішей з водою аналізувались значення набухання, яке відбувалось для кількох фіксованих значень, протягом 3, 24, 48 годин. Одержані експериментальні дані наведені у вигляді графіків на рис. 1—4. При цьому виявився ряд цікавих закономірностей, які повторювались для більшості розчинників. Залежність величини набухання інуліну від вмісту води у розчиннику є нелінійною, на неї впливають певні співвідношення між кількістю води й органічного розчинника. Можна припустити, що піковим значенням величини набухання відповідають найбільш стійкі комплекси, що утворюються в суміші розчинників.

Криві на рис. 1 відповідають залежності ступеня набухання інуліну від концентрації суміші етанол-вода. З наведених даних видно, що в перші три години процес набухання — найбільш інтенсивний, після чого відбувається певне «насичення» біополімера (24 год). Через 48 год спостерігалось зниження ступеня набухання. Треба зазначити, що характер залежностей практично однаковий для всіх концентрацій і відрізняється тільки абсолютними значеннями.

Подібний характер залежності спостерігався для всіх досліджуваних сумішей розчинників. Збільшення відсотка води в суміші приводило до підвищення абсолютних значень ступеня набухання. В чистих розчинниках і для суміші (10 % води + 90 % розчинника) набухання інуліну є несуттєвим. Максимальні значення величини набухання відповідають сумішам, де вміст води в розчиннику знаходиться в межах близько 30 %, 50 %, 70 % і 90 %, що дозволяє припустити для них наявність молярних співвідношень компонентів комплексу.

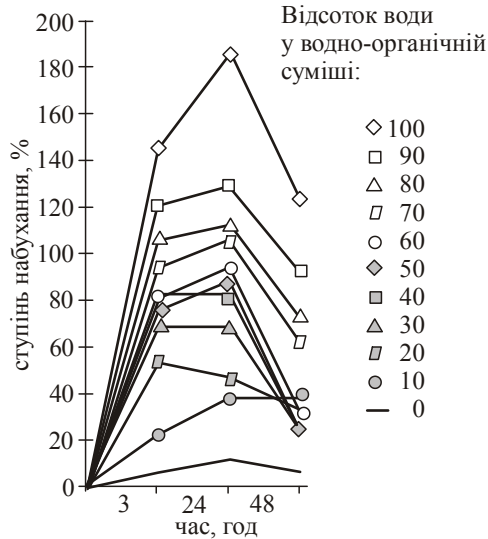


Рис. 1. Залежність ступеня набухання інуліну від співвідношення вода-етиловий спирт

Для того, щоб проаналізувати залежність процесу набухання від природи розчинника, визначили як змінюється ступінь набухання протягом певного часу при однаковій для всіх розчинників концентрації. Найбільш типовою виявилась залежність при співвідношенні вода-розчинник 1:1, що показано на рис. 2, 3.

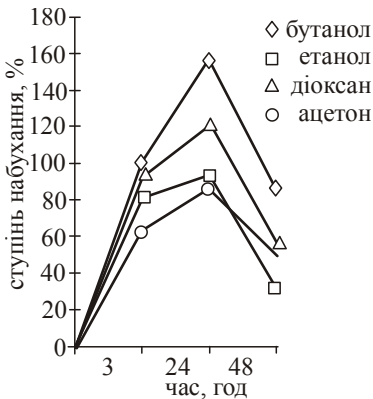


Рис. 2. Залежність ступеня набухання інуліну від природи розчинника для бутанолу, етанолу, діоксану, ацетону при співвідношенні вода-розчинник 1:1

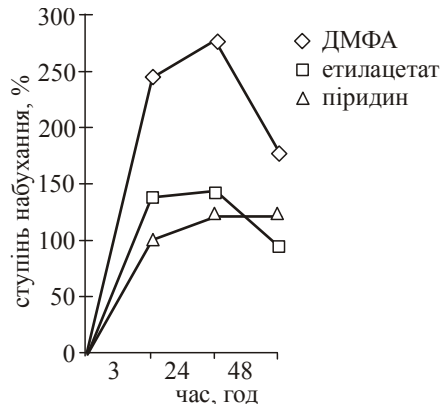
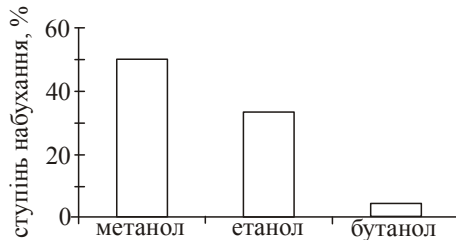


Рис. 3. Залежність ступеня набухання інуліну від природи розчинника для диметилформаміду, етилацетату, піридину при співвідношенні вода-розчинник 1:1

Результати поділялися на дві групи залежно від абсолютних значень ступеня набухання. На рис. 2 наведена залежність для тих розчинників, де через 24 год був досягнутий ступінь набухання близький до 160 %, а на рис 3 — 260 %.

У ході експерименту було встановлено, що полярні, високо основні розчинники, такі як диметилформід, піридин викликають найбільше набухання інуліну. Добре узгоджуються з полярністю й значення ступеня для розчинників, що повністю змішуються з водою (етанол, діоксан, ацетон тощо). Дещо відрізняються значення для розчинників, що повністю не змішуються з водою — етилацетату та бутилового спирту. Це можна пояснити процесами міжфазової взаємодії в системі інулін-вода-органічний розчинник. Для таких систем дійсна концентрація розчинника в місці його контакту з біополімером може суттєво відрізнитися від концентрації суміші, що була приготовлена.



**Рис. 4. Залежність ступеня набухання інуліну від природи спиртів при спостереженні протягом шести діб**

Наведена на рис. 4 залежність свідчить, що полярність розчинника, зокрема спирту, впливає на ступінь набухання інуліну. Зменшення полярності спиртів відповідає зменшенню ступеня набухання при довготривалому контакті (шість діб). Зазначимо, що можливим фактором впливу на процес набухання для цих речовин є утворення міжмолекулярних водневих зв'язків у системі розчинник-інулін.

У процесі дослідження знайдені такі закономірності:

1. Експериментальні дані свідчать, що в чистих органічних розчинниках, таких як метиловий, етиловий, бутиловий спирти, діоксан, піридин та ацетон, набухання інуліну є несуттєвим. Винятком з цього ряду є диметилформамід, в якому спостерігається значне набухання полімеру, що пояснюється високою полярністю та основністю цього розчинника. Слід зазначити, що в чистому диметилформаміді при довготривалому контакті починається процес розчинення інуліну.

2. Збільшення відсотка води в сумішах приводить до підвищення абсолютних значень ступеня набухання.

3. Природа розчинників впливає на процес набухання інуліну. Найбільші значення ступеня набухання відповідають розчинникам з високою полярністю та основністю.

4. У розчинниках, що обмежено змішуються з водою (етилацетат, бутиловий спирт) водно-органічні суміші утворюють густі суспензії, що важко розділяються та досить складні для аналізу.

### **Висновки**

Досліджено процес набухання інуліну в чистих органічних розчинниках та у їх сумішах з водою з різним співвідношенням компонентів. Вдосконалено



методику об'ємного визначення ступеня набухання для біополімерів полісахаридної природи. В результаті проведених дослідів та опрацювання їх результатів виявлено ряд закономірностей, спільних для більшості розчинників, з'ясовано залежність ступеня набухання від природи органічного розчинника.

### Література

1. Митрофанова И.Ю. Перспективы применения инулина в медицинской и фармацевтической практике / И.Ю. Митрофанова, А.В. Яницкая, Ю.С. Шуленина // Вестник новых медицинских технологий. — 2012. — Т. XIX, Вып. № 2. — С. 45—46.
2. Бонарцев А.П. Новые полимерные системы для контролируемого высвобождения дипиридамола и индометацина / А.П. Бонарцев, Г.А. Бонарцева, Т.К. Махина и др. // Прикладная биохимия и микробиология. — 2006. — Т. 42, № 6. — С. 710—715.
3. Андриевский Р.А. Наноструктурные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля. — Москва: Академия, 2005. — 192 с.
4. Аскадский А.А. Введение в физико-химию полимеров / А.А. Аскадский, А.Р. Хохлов. — Москва: Научный мир, 2009. — 380 с.
5. Рихтер М. Избранные методы исследования крахмала / М. Рихтер, З. Аугустат, Ф. Ширбаум. — Москва: «Пищевая промышленность», 1975. — 183 с.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА НАБУХАНИЯ ИНУЛИНА В ОРГАНИЧЕСКИХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

Н.Ю. Зинченко, Н.В. Симурова, Л.М. Мазур, Н.С. Кучер

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье исследована способность инулина набухать в ряде органических растворителей и их смесей с водой в различных соотношениях. В результате проведенных опытов был выявлен ряд закономерностей, общих для большинства растворителей. Проанализирована зависимость степени набухания инулина от концентрации водно-органических смесей, а также от физико-химических характеристик растворителя, в частности, от его полярности. Все данные результатов исследований приведены в графическом виде, проведен их анализ.*

**Ключевые слова:** *инулин, фруктозан, биополимер, степень набухания, органические растворители.*

## THERMOGRAPHIC RESEARCH OF CHARGE FOR THE SYNTHESIS OF OXIDE-POLYMER COMPOSITES BASED ON ZnO

V. Ayrapetova, O. Grabovska, N. Sabadash

National University of Food Technologies

I. Fesich

Taras Shevchenko National University of Kyiv

---

**Key words:**

*Thermal analysis  
Oxide-polymer composite  
Polyvinyl alcohol  
Co-precipitation  
Heat treatment*

---

**Article history:**

Received 16.01.2016

Received in revised form

05.02.2016

Accepted 22.02.2016

---

**Corresponding author:**

V. Ayrapetova

**E-mail:**

npuht@ukr.net

---

**ABSTRACT**

The article considers the possibility of using the chemical surface modification method for obtaining composite based on zinc oxide with a lower photocatalytic activity. Polyvinyl alcohol was used as a modifying agent. A method for the synthesis of oxide-polymer hybrid material by co-precipitation is proposed. It was established that the charge for the synthesis of zinc oxide is a mixture of oxide and hydroxide in a ratio of approximately 2:1. According to the thermal analysis data the optimal temperature for heat treatment is 350° C for obtained air-dry mixtures. The composite and polymer degradation is occurring at  $T > 350^{\circ}$  C. The conducted studies can be applied when choosing the conditions for obtaining composites based on polyvinyl alcohol.

## ТЕРМОГРАВІМЕТРИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ШИХТИ ДЛЯ СИНТЕЗУ ОКСИД-ПОЛІМЕРНОГО КОМПЗИТУ НА ОСНОВІ ZnO

В.В. Айрапетова, О.В. Грабовська, Н.І. Сабаш

Національний університет харчових технологій

І.В. Фесич

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

*У статті розглянуто можливість застосування методу хімічного модифікування поверхні для одержання композиту на основі оксиду цинку з меншою фотокаталітичною активністю. Як модифікуючий агент обрано полівініловий спирт. Запропоновано спосіб синтезу оксид-полімерного гібридного матеріалу шляхом сумісного осадження. Встановлено, що шихта для синтезу оксиду цинку є сумішшю оксиду та гідроксиду цинку у співвідношенні приблизно 2:1. Згідно з даними термічного аналізу оптимальна температура термообробки одержаних повітряно-сухих сумішей становить 350 °С. При  $T > 350^{\circ}$  C відбувається розклад композиту та деструкція полімеру. Проведені дослідження можна застосувати при виборі умов отримання композитів на основі полівінілового спирту.*

**Ключові слова:** термічний аналіз, оксид-полімерний композит, полівініловий спирт, осадження, термообробка.

**Постановка проблеми.** Оксид цинку ZnO широко застосовується в багатьох галузях науки, техніки та медицини як функціональний матеріал. Залежно від дисперсності, морфології часток і способів одержання ZnO має різні фізичні, хімічні й оптико-електронні властивості.

У промисловості оксид цинку використовують у складі тваринного корму, антикорозійного покриття, скла, кераміки, гуми, пластмас, паперу. В медицині він є компонентом присипок, мазей і паст, що мають адсорбуючу, анти-септичну та в'язучу дію.

Здатність оксиду цинку проявляти фотокаталітичну активність обумовлює великий інтерес до його використання в галузі створення самоочисних поверхонь і порошкових лазерів. Нано- і мікрочастинки ZnO використовуються в п'єзоелектричних пристроях, дисплеях, сонячних батареях, газових сенсорах, каталізаторах.

Структурні, оптичні і електронні властивості оксиду цинку обумовлюють його використання в складі сонцезахисних косметичних засобів як фізичного блокатора ультрафіолетового (УФ) випромінювання. На відміну від хімічних блокаторів, оксид цинку не поглинає сонячну радіацію, а відбиває та розсіює її і робить це найбільш ефективно при довжинах хвиль 290...400 нм, що відповідають спектрам УФ-Б (290...320 нм) та УФ-А (320...400 нм) випромінювання.

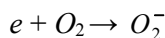
Замість оксиду цинку в косметичних засобах також застосовують діоксид титану, який подібний до нього за оптичними властивостями. Але оксид цинку залишає менше слідів на шкірі та забезпечує кращий захист від УФ-А променів, ніж діоксид титану.

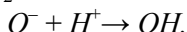
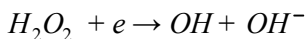
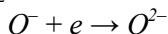
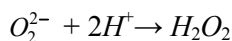
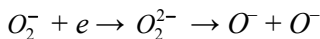
Проте використання оксиду цинку в складі сонцезахисної косметики як розсіювача УФ-випромінювання обмежене його високою фотокаталітичною активністю, яка проявляється в тому, що під дією сонячних променів на його поверхні утворюються активні форми кисню та вільні радикали, які чинять канцерогенну дію на структуру ДНК та пошкоджують її, знижуючи життєдіяльність клітин шкіри.

Як показали токсикологічні дослідження [3–5], частинки ZnO є токсичними для альвеолярних епітеліальних клітин і макрофагів. Крім того, вони можуть привести до значного цитотоксичного та генотоксичного пошкодження нейронів клітин, генерувати активні форми кисню (АФК) за рахунок фотокаталітичної активності, що призводить до пошкодження ДНК, зниження життєздатності клітин і їх апоптозу [6].

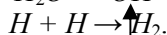
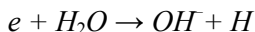
Відомо [5, 7, 8], що цитотоксичність і ушкодження ДНК обумовлені прямою взаємодією частинок ZnO з клітинами через індукцію окисного стресу та утворенням вільних радикалів і АФК унаслідок електрон-діркової взаємодії у водних розчинах під дією світла.

При взаємодії електрона з киснем атмосфери проходять такі реакції:

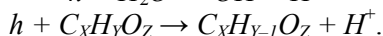
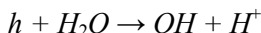




При цьому утворюється  $OH^-$ -радикал — сильний окисник, здатний окиснити будь-яку органічну сполуку. У водних розчинах може спостерігатись також взаємодія електрона з молекулами води:



Дірка може вступати в реакції з водою і з будь-якою адсорбованою сполукою:



Виходячи з цього, якщо звести до мінімуму процес генерації активних частинок на поверхні  $ZnO$  і прямий контакт з клітинами, можна значно інгібувати токсичність [9].

На даний час кращим способом *пригнічення токсичної дії оксиду цинку*, пов'язаної з фотокаталітичною активністю, є *створення на його поверхні нетоксичної, інертної плівки*. Серед великої кількості полімерів особливо заслуговує на увагу як захисний агент полівініловий спирт (ПВС), що пов'язано з його нетоксичністю, інертністю, оптичною прозорістю.

ПВС  $[-(CH_2-CHOH)_n-]$  — твердий безбарвний полімер; густина 1,27...1,30 г/см<sup>3</sup>; температура топлення 225...230 °С; гігроскопічний; індиферентний до дії більшості органічних розчинників, нафтопродуктів, розбавлених кислот і лугів, окиснювачів (помірні концентрації), впливу світла та мікроорганізмів. Основний розчинник полівінілового спирту — вода [10].

ПВС застосовується у виробництві ліків як дезінтоксикатор, емульгатор, загущувач, стабілізатор суспензій, плівкоутворювач для капсул і таблеток, як складовий компонент мазевих основ; у шампунях, продуктах гігієни, клеях, латексах як згущувач; у харчовій промисловості вемульгатор Е-1203; у складі водорозчинних плівок при виготовленні пакувальних матеріалів та у розчинах очних крапель.

Відомо, що ПВС утворює комплекси з неорганічними сполуками деяких елементів [11]. Зазвичай їх синтез здійснюють у водних розчинах ПВС з використанням розчинних речовин.

Шляхом модифікування поверхні оксиду цинку полівініловим спиртом можна отримати оксид-полімерний композит, в якому ПВС буде виконувати роль бар'єру між оксидом цинку та оточуючим середовищем, що, у свою чергу, дозволить деактивувати фотокаталітичну активність оксиду цинку.

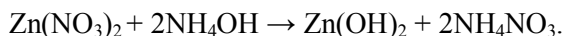
Отриманий оксид-полімерний композит можна буде застосовувати в складі сонцезахисної косметики замість чистого оксиду цинку, який на даний момент використовується в косметичних засобах. Це дозволить запобігти канцерогенній дії вільних радикалів на структуру ДНК шкіри [1, 2].

Новизна дослідження, полягає в тому, що отримано оксид-полімерний композит, за допомогою термогравіметричного аналізу встановлено оптимальну температуру розкладання його органічної складової — полівінілового спирту, що дозволить визначити оптимальний інтервал температур і кількісний склад шихти для отримання цього композиту.

**Мета дослідження** полягає у визначенні кількісного складу, оптимальної температури термообробки й температури деградації шихти для отримання оксид-полімерного композиту за допомогою методу термогравіметричного аналізу.

**Матеріали і методи.** Як вихідні речовини було використано розчин нітрату цинку  $Zn(NO_3)_2$ , концентрацію якого встановлювали шляхом прямого трилонометричного титрування, 4 % розчин  $NH_4OH$ , полівініловий спирт (ПВС).

Для одержання шихти I (повітряно-сухої суміші сумісно осаджених вихідних компонентів у заданому кількісному співвідношенні, яку піддають термообробці з метою одержання цільового продукту) —  $Zn(OH)_2 \cdot xH_2O$  — до розчину нітрату цинку приливали осаджувач — розчин аміаку:



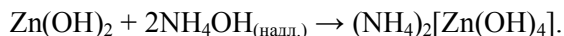
При цьому на дні реакційної ємності спостерігалось утворення аморфного осаду гідроксиду цинку. Процес осадження проводили при постійному перемішуванні реакційної суміші на магнітному змішувачі впродовж 1 год. Після «старіння» осад відділяли від маточного розчину фільтруванням, висушували та піддавали термообробці для одержання чистого  $ZnO$ , без добавки ПВС.

Для синтезу оксид-полімерного композиту на основі  $ZnO$  та ПВС нами запропоновано методику, яка включає в себе 3 стадії [12]:

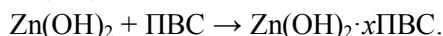
1. Осадження. Розчин «А» — нітрату цинку  $Zn(NO_3)_2$  в дистильованій воді — готували при інтенсивному перемішуванні за кімнатної температури до розчинення твердого залишку. Розчин «Б» — ПВС в дистильованій воді — готували при інтенсивному перемішуванні за температури  $50^\circ C$ . Змішування розчинів «А» та «Б» відбувалось при додаванні 4 % розчину  $NH_4OH$  дозовано, до  $pH \sim 8,0$  та ретельному перемішуванні за температури  $\sim 80^\circ C$ .

Підігрів реакційної суміші необхідний для утворення крупнокристалічного осаду, що дозволяє підвищити швидкість фільтрування порівняно з аморфним осадом. Крім того, процес укрупнення осаду стимулювався тим, що в процесі реакції утворюється амоній нітрат, який виконує роль коагулянта і також сприяє агломерації частинок  $Zn(OH)_2$ .

Якщо процес осадження проводити при  $pH > 8$ , то відбувається небажана (побічна) реакція — утворення гідроксокомплексів за рахунок розчинення  $Zn(OH)_2$  в надлишку  $NH_4OH$ :



2. Хемосорбція ПВС на поверхні  $Zn(OH)_2$ . Отриманий білий осад відфільтрували на вакуум-фільтрі, промивали 3—4 рази дистильованою водою, висушували в сушильній шафі за температури  $90\text{—}100^\circ C$  з отриманням білого кристалічного порошку  $Zn(OH)_2 \cdot xPVC$ :



3. Термоліз. Шихту II —  $Zn(OH)_2 \cdot xPVC \cdot yH_2O$  — прожарювали в муфельній печі за температури  $\sim 350^\circ C$ , при цьому відбувався розклад гідроксиду та дегідратація ПВС.

Для визначення оптимальних умов термообробки та встановлення складу шихти проведено термічний аналіз на термогравіметричному аналізаторі Shimadzu DTG-60H. Досліджуваний зразок масою 10...20 мг та зразок порівняння ( $Al_2O_3$ ) поміщали в алундовий тигель і нагрівали від  $0^\circ C$  до  $800^\circ C$ . Вимірювання проводились на повітрі. Швидкість подачі повітря становила 100 мл/хв, а швидкість нагрівання —  $5^\circ C/хв$ , охолодження самочинне.

Даний метод дозволяє дослідити теплові ефекти реакції, визначити склад осаджуваної форми, оптимальну температуру термообробки, кількість леткого компонента (ЛК) і встановити температуру деградації полімеру.

**Результати і обговорення.** У результаті хімічної взаємодії між неорганічним та органічним компонентом, схема якої наведена на рис. 1, утворювався оксид-полімерний композит. Механізм утворення цього полімерного комплексу на поверхні гідроксиду цинку узгоджується з літературними даними [11].

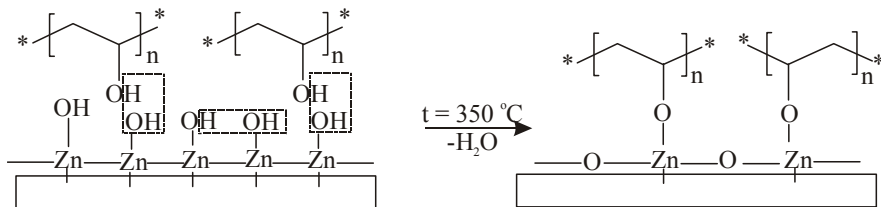


Рис. 1. Схема утворення оксид-полімерного композиту

На рис. 2 зображено залежність втрати маси шихти I від температури.

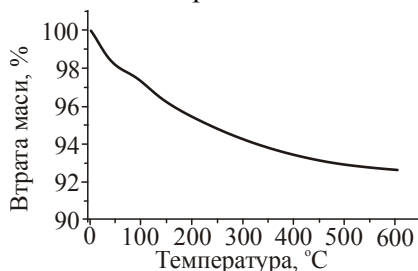
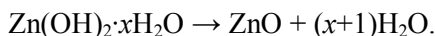


Рис. 2. Крива втрати маси зразка загального складу  $Zn(OH)_2 \cdot xH_2O$

При термообробці в інтервалі температур від 0 до  $600^\circ C$  відбуваються такі перетворення:



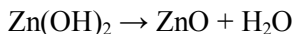
Згідно з експериментальними даними, практична втрата маси становить  $\Delta m_{\text{пр.}} = 7,383\%$  (рис. 2).

Теоретична втрата маси розраховується за формулою:

$$\Delta m_{\text{теор.}} = \frac{m_{\text{ЛК}}}{m_{\text{Ш}}} \times 100\% = \frac{(x+1)M_{\text{ЛК}}}{M_{\text{Ш}}} \times 100\%,$$

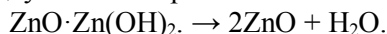
де  $m_{\text{ЛК}}$  — маса легкого компонента ( $\text{H}_2\text{O}$ ), г;  $m_{\text{Ш}}$  — маса шихти, г;  $M_{\text{ЛК}}$  — молярна маса легкого компоненту ( $\text{H}_2\text{O}$ ), г/моль;  $M_{\text{Ш}}$  — молярна маса шихти, г/моль.

Склад шихти визначали таким чином: припустимо, що шихта  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ , тоді теоретична втрата маси за рівнянням:



$$\text{становить } \Delta m_{\text{теор.}} = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{Zn}(\text{OH})_2)} \times 100\% = \frac{18}{99} \times 100\% = 18,18\% .$$

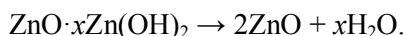
Отже, теоретична втрата маси більша, ніж практична, тому можна зробити висновок, що шихта I є менш гідратованою, тобто відповідає формулі  $\text{ZnO} \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2$ . Перевіримо твердження. В температурному інтервалі від 0 до  $600^\circ \text{C}$  розклад шихти відбувається за рівнянням:



При цьому теоретична втрата маси складає

$$\Delta m_{\text{теор.}} = \frac{M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{ZnO} \cdot \text{Zn}(\text{OH})_2)} \times 100\% = \frac{18}{180} \times 100\% = 10\%$$

і є знову більшою, ніж практична. Звідси маємо, що склад шихти —  $\text{ZnO} \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2$ . Тоді розраховуємо реальний склад шихти I:



Оскільки  $\Delta m_{\text{пр.}} = 7,383\%$ , а  $m_{\text{Ш}}(\text{пр.}) = 0,0123$  г, то маса води, яка утворилася в ході реакції термічного розкладу, становить  $m_{\text{ЛК}}(\text{пр.}) = m_{\text{Ш}}(\text{пр.}) \cdot \Delta m_{\text{пр.}} = 0,00091$  г. Звідси  $v(\text{H}_2\text{O}) = 0,00091/18 = 5,05 \cdot 10^{-5}$  моль.

Беручи до уваги, що кількість шихти  $v(\text{ZnO} \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2) = \frac{m_{\text{Ш}}(\text{пр.})}{M_{\text{Ш}}(\text{пр.})} =$

$$= \frac{m(\text{ZnO} \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2)}{M(\text{ZnO} \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2)} = \frac{0,0123}{81+99x} \text{ моль, а за реакцією } v(\text{H}_2\text{O}) = v(\text{ZnO} \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2)$$

$$\text{і } \frac{v(\text{H}_2\text{O})}{v(\text{ZnO} \cdot x\text{Zn}(\text{OH})_2)} = \frac{x}{1}, \text{ одержуємо рівняння з одним невідомим } \frac{0,0123 \cdot x}{81+99x} =$$

$= 5,05 \cdot 10^{-5} \cdot 1$ . Розв'язавши отримане рівняння, можемо записати точний склад шихти I, а саме:  $\text{ZnO} \cdot 0,56\text{Zn}(\text{OH})_2$ . Тобто результати термогравіметричних досліджень дозволяють стверджувати, що шихта I не містить у своєму складі хімічно зв'язану воду і водночас не є індивідуальним гідроксидом цинку, а сумішшю оксиду та гідроксиду у співвідношенні приблизно 2:1. У підсумку варто зазначити, що оскільки процес осадження проводився при нагріванні ( $\sim 80^\circ \text{C}$ ), то частина гідроксиду, повна дегідратація якого згідно з літературними даними відбувається при  $125^\circ \text{C}$ , перейшла в оксид цинку.

На рис. 3 зображено залежність втрати маси шихти II від температури. З рис. 3 видно, що процес термічного розкладу шихти умовно можна поділити на три етапи, на яких відбувається поступове видалення легких компонентів. При  $180 \dots 230^\circ \text{C}$  видаляється сорбційна та хімічно незв'язана волога, при  $240 \dots 290^\circ \text{C}$  розкладається гідроксид цинку та відбувається міжмолекулярна

етерифікація, внутрішньомолекулярна дегідратація ПВС з утворенням напівпровідникового поліацетилену, в структурі якого реалізується чергування одинарних і подвійних зв'язків між атомами Карбону.

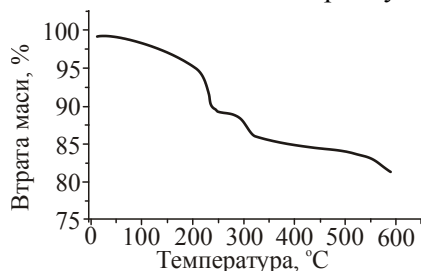


Рис. 3. Крива втрати маси шихти загального складу  $Zn(OH)_2 \cdot xPVC \cdot yH_2O$  для синтезу оксид-полімерного композиту

Втрата маси при 530...650° C відповідає початку термодеструкції полімеру — карбонізації (обвуглюванні). Встановлено, що оптимальною температурою термообробки шихти є 350° C.

### Висновки

Проведено термогравіметричний аналіз та визначено склад шихти I —  $ZnO \cdot 0,56Zn(OH)_2$ . Встановлено оптимальну температуру термообробки шихти I та шихти II — 350° C, остання необхідна для одержання оксид-полімерного композиту. Визначено температурний інтервал руйнування полімеру, який становить 530—650° C. Дані дослідження можна застосувати при розробці методик отримання гібридних оксид-полімерних матеріалів на основі ПВС, а також з практичною метою — для заміни чистого ZnO модифікованим полімерним композитом у складі сонцезахисної косметики.

### Література

1. *Hilty M.* Florentine Iron from nanocompounds containing iron and zinc is highly bioavailable in rats without tissue accumulation / Florentine M. Hilty, Myrtha Arnold, Monika Hilbe, Alexandra Teleki, Jesper T.N. Knijnenburg, Felix Ehrensperger, Richard F. Hurrell, Sotiris E. Pratsinis, Wolfgang Langhans, Michael B. Zimmermann // *Nature Nanotechnology Journal*. — 2010. — # 5(5). — P. 374—380.
2. *Konenkamp R.* Photoluminescence and electroluminescence spectra of ZnO nanowires at room temperature, in ambient air / R. Konenkamp, R.C. Word, M. Godinez // *Nano Letters*. — 2006. — # 6(8). — P. 1719—1722.
3. *Gass S.* Safer Formulation Concept for Flame-Generated Engineered Nanomaterials / S. Gass, J.M.Cohen, G. Pyrgiotakis, G.A. Sotiriou, S.E. Pratsinis, P. Demokritou // *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. — 2013. — # 1. — P. 843—857.
4. *Warheit D.B.* Characterization and Evaluation of Nanoparticle Release during the Synthesis of Single-Walled and Multiwalled Carbon Nanotubes by Chemical Vapor Deposition / D.B. Warheit, C.M. Sayes and K.L. Reed // *Environ. Sci. Technol.* — 2009. — # 43. — P. 7939—7945.
5. *Xia T.* Comparison of the mechanism of toxicity of zinc oxide and cerium oxide nanoparticles based on dissolution and oxidative stress properties / T. Xia, M. Kovoichich, M. Liang, L. Maedler, B. Gilbert, H. Shi, J.I. Yeh, J.I. Zink, A.E. Nel // *ACS Nano*. — 2008. — # 10. — P. 2121—2134.
6. *Alarifi S.* Induction of oxidative stress, DNA damage, and apoptosis in a malignant human skin melanoma cell line after exposure to zinc oxide nanoparticles / S. Alarifi, D. Ali, S. Alkahtani, A. Verma, M. Ahamed, M. Ahmed, H.A. Alhadlaq // *Int. J. Nanomed.* — 2013. — # 8. — P. 983—993.



7. Sharma V. DNA damaging potential of zinc oxide nanoparticles in human epidermal cells / V. Sharma, R.K. Shukla, N. Saxena, D. Parmar, M. Das and A. Dhawan // *Toxicology Letters*. — 2009. — # 8. — P. 211—218.

8. Xia T. Decreased Dissolution of ZnO by Iron Doping Yields Nanoparticles with Reduced Toxicity in the Rodent Lung and Zebrafish Embryos / T. Xia, Y. Zhao, T. Sager, S. George, S. Pokhrel, N. Li, D. Schoenfeld, H. Meng, S. Lin, X. Wang, M. Wang, Z. Ji, J.I. Zink, L. Madler, V. Cas-tranova, S. Lin, A.E. Nel // *ACS Nano*. — 2011. — # 5. — P. 1223—1235.

9. Ушаков С.Н. Поливиниловый спирт и его производные / С.Н. Ушаков. — Москва: АН СССР, 1960. — Т. 1. — 553 с.

10. Розенберг М.Е. Полимеры на основе винилацетата / М.Е. Розенберг. — Ленинград: Химия, 1983. — 176 с.

11. Просанов И.Ю. Комплексы поливинилового спирта с нерастворимыми неорганическими соединениями / И.Ю. Просанов, Н.В. Булина, К.Б. Герасимов // *Физика твердого тела*. — 2013. — Т. 55, Вып. 10. — С. 2016—2019.

12. Айрапетова В.В. Деактивація фотокаталітичної активності оксиду цинку, модифікованого полівиніловим спиртом / В.В. Айрапетова, О.М. Кияшко, Н.І. Сабадаш, І.В. Фесич // *Матеріали 81-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді — вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті»*, 23—24 квітня 2015 р. — Київ: НУХТ, 2015. — Ч. 2. — С. 464.

## **ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШИХТЫ ДЛЯ СИНТЕЗА ОКСИД-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ZnO**

**В.В. Айрапетова, О.В. Грабовская, Н.И. Сабадаш**

*Национальный университет пищевых технологий*

**И.В. Фесич**

*Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко*

*В статье рассмотрена возможность применения метода химического модифицирования поверхности для получения композита на основе оксида цинка с меньшей фотокаталитической активностью. В качестве модифицирующего агента выбран поливиниловый спирт. Предложен способ синтеза оксид-полимерного гибридного материала путем совместного осаждения. Установлено, что шихта для синтеза оксида цинка является смесью оксида и гидроксида цинка в соотношении примерно 2:1. По данным термического анализа, оптимальная температура термообработки полученных воздушно-сухих смесей составляет 350° С. При T > 350° С происходит разложение композита и деструкция полимера. Результаты проведенных исследований можно применить при выборе условий получения композитов на основе поливинилового спирта.*

**Ключевые слова:** *термический анализ, оксид-полимерный композит, поливиниловый спирт, осаждение, термообработка.*

**POLYETHERS AS A CLASS OF SELECTIVE REAGENTS**

O. Kronikovskii, E. Kotlyar, V. Didenko

*National University of Food Technologies***Key words:***Crownethers  
Polyethers  
Metals  
Complexation  
Extraction***Article history:**Received 14.01.2016  
Received in revised form  
27.01.2016  
Accepted 08.02.2016**Corresponding author:**O. Kronikovskii  
**E-mail:**  
npnuht@ukr.net**ABSTRACT**

The feasibility and advisability of using macrocyclic and acyclic polyesters as ligands by selective complexation of a number of metals was studied on the basis of published data and own research results. The mechanism of complexation and the main factors that influence on composition, structure and strength of the resulting complexes in aqueous solutions and various organic solvents in nature were examined. It was found that the ternary complexes containing certain metals and polyesters with organic and inorganic anions can be converted from the aqueous phase to the organic one in a wide acidity range, which enables the development of methods of selective extraction and subsequent determination of the metal content in various environmental samples.

**ПОЛІЕТЕРИ ЯК КЛАС СЕЛЕКТИВНИХ РЕАГЕНТІВ**

О.І. Кроніковський, К.О. Котляр, В.В. Діденко

*Національний університет харчових технологій*

На основі літературних даних і власних досліджень у статті проаналізовано та зроблено висновки про можливість і доцільність застосування макроциклічних та ациклічних поліетерів як лігандів при селективному комплексоутворенні ряду металів. Досліджено механізм процесу комплексоутворення та основні фактори, які впливають на склад, будову і стійкість утворюваних комплексів як у водних розчинах, так і в різних за природою органічних розчинниках. Встановлено, що різнолігандні комплекси деяких металів з поліетерами та певними органічними і неорганічними аніонами можуть у широкому інтервалі кислотності кількісно переходити з водної фази в органічну, що надає можливість розробки методик їх селективного вилучення та подальшого визначення вмісту металів у різних об'єктах навколишнього середовища.

**Ключові слова:** краун-етери, поліетери, метали, комплексоутворення, екстракція.

**Постановка проблеми.** Зростаючі вимоги до методів аналітичного контролю при вирішенні народногосподарських та екологічних проблем породжують необхідність розробки нових високочутливих, селективних, експресних і надійних методик визначення елементів. Найбільш селективними сполуками в

біологічних процесах проявили себе циклічні макромолекули, що містять у своїй структурі елементи-органогени, такі як O, S, P, N. Найпростішою моделлю таких систем є циклічні поліетери чи краун-етери, про синтез і властивості яких вперше повідомив Ч. Педерсен в 1967 р. [1], та їх ациклічні аналоги, здатні вибірково сольватувати катіони ряду металів, насамперед лужних і лужноземельних, що викликає закономірну зацікавленість хіміків до похідних даного типу [2].

**Мета статті** полягає в аналізі й систематизації літературних та отриманих даних про комплексоутворювальну здатність макроциклічних і ациклічних поліетерів для оцінки можливості їх застосування при розробці методик селективного вилучення й визначення металів у різних об'єктах.

**Викладення основного матеріалу.** Комплексоутворення краун-етерів з металами зумовлено електростатичною йон-дипольною взаємодією катіонів металів з негативно зарядженими донорними атомами Оксигену, що упорядковано розміщені в поліетерному кільці. На стійкість утворюваних комплексів мають вплив такі основні фактори [3]:

1. Відносні розміри катіона та порожнини краун-етера: чим більше вони підходять один одному, тим більш стійкий утворюється комплекс.

2. Кількість O-донорних атомів: стійкість комплексу зростає зі збільшенням числа O-донорних атомів.

3. Розміщення O-донорних атомів: чим більше O-донорних атомів розміщується в одній площині, тим більша стійкість утворюваного комплексу.

4. Симетрія розміщення O-донорних атомів: чим більше O-донорних атомів розміщується симетрично, тим більш стійкий утворюється комплекс.

5. Основність O-донорних атомів: стійкість комплексу зростає зі збільшенням основності. Основність атома Оксигену, зв'язаного з алифатичним атомом Карбону, вища, ніж основність атома Оксигену, зв'язаного з ароматичним ядром.

6. Стеричні перепони поліефірного кільця: чим менші просторові перепони, тим більш стійкий утворюваний комплекс.

7. Сольватація катіона: чим менша сольватація катіона, тим більша стійкість утворюваного комплексу. Енергія сольватації зменшується в міру зростання йонного діаметра катіонів металів I—IV груп.

8. Величина заряду катіона.

Залежно від співвідношення між розмірами порожнини краун-етера й катіона можливе утворення комплексів, відмінних як за своєю стійкістю, так і за структурою. Дослідження виділених у твердому вигляді комплексів показали, що при відповідності йонного діаметра катіона розміру порожнини краун-етера утворюється стійкий комплекс найбільш простого складу 1:1, в якому катіон металу знаходиться в порожнині краун-етера. Якщо діаметр катіона більший за розмір порожнини краун-етера, то утворюються менш стійкі комплекси, в яких катіон може бути розміщений поза площиною макроциклічного кільця, або ж утворюються комплекси сендвічевої структури зі співвідношенням метал-краун-етер 1:2 чи 2:3. Навпаки, якщо діаметр катіона значно менший за діаметр порожнини краун-етера, то кільце макроцикла набуває такої просторової конфігурації, при якій кожен донорний атом Оксигену розміщується на найбільш

близькій відстані від катіона. В деяких випадках при цьому утворюються комплекси зі співвідношенням метал-краун-етер 2:1 [4].

Для визначення констант стійкості катіонних комплексів металів з краун-етерами використовуються різні методи: потенціометрія із застосуванням йон-селективних електродів, калориметричне титрування, полярографія, електронна спектроскопія тощо.

У випадку комплексів 18-членних краун-етерів з катіонами лужних металів спостерігається повна кореляція між величинами  $\lg K_{ст.}$  та величинами радіусів йонів. Так, константи стійкості комплексів металів з 18-краун-6 та його похідними збільшуються при переході від  $Li^+$  до  $Na^+$  і  $K^+$ , а далі зменшуються для  $Rb^+$  і  $Cs^+$  відповідно. Навпаки, така залежність для 15-членних краун-етерів не спостерігається, що можна пояснити значним впливом конкуренції між комплексоутворенням і гідратацією йона. Більш високі значення  $K_{ст.}$  для комплексів  $Ag^+$  і  $Pt^+$  порівнянні з близькими за розмірами йонами  $K^+$  і  $Rb^+$ , зумовлені тим, що  $Ag^+$  і  $Pt^+$  як йони перехідних металів більш сильно поляризуються, ніж катіони  $K^+$  і  $Rb^+$ . Це призводить до більш сильного ковалентного зв'язування між катіоном та О-донорними атомами краун-етеру.

Для комплексів катіонів лужноземельних металів також спостерігається залежність між  $K_{ст.}$  і відповідністю діаметра катіона розміру порожнини краун-кільця. Так, у випадку 18-членних краун-етерів найбільш високе значення  $K_{ст.}$  спостерігається для  $Ba^{2+}$  (2,70Å), а в випадку 15-членних — для  $Sr^{2+}$  (2,26Å) [5].

З іншого боку, серед двозарядних катіонів для всіх 18-членних краун-етерів характерна значна селективність комплексоутворення з йонами  $Pb^{2+}$  (2,40Å) [6], незважаючи на те, що йонний діаметр  $Ba^{2+}$  значно краще підходить за розміром порожнині 18-членних краун-етерів (2,6—3,2Å). Таке явище можна пояснити більш високою здатністю до поляризації йона Плюмбуму порівняно з йоном Барію, а також більш вираженою спорідненістю йонів  $Pb^{2+}$  до ковалентного зв'язування з атомами Оксигену краун-кільця.

Утворення катіонних комплексів металів з краун-етерами у водних розчинах ускладнено досить вираженою здатністю полярних молекул води сольватувати катіони. При комплексоутворенні центральний йон металу має бути хоча б частково дегідратованим для входження в порожнину краун-етеру. Зменшити конкуруючу з процесом комплексоутворення гідратацію можна шляхом заміни води малополярними розчинниками з низькою енергією сольватації. Як правило, при переході до неводних розчинників стійкість комплексів зростає. В деяких випадках природа розчинника впливає на селективність комплексоутворення. Так, для комплексів дибензо-18-краун-6 з лужними металами спостерігається К-вибірність і стійкість у воді, метанолі, диметилсульфоксиді, дим етилформаміді та пропіленкарбонаті змінюється в ряду  $K^+ > Na^+ > Rb^+ > Cs^+$ . При переході до ацетонітрилу спостерігається Na-вибірність і константи стійкості змінюються в ряду  $Na^+ > K^+ > Rb^+ > Cs^+$ . Оскільки використання органічних розчинників веде до збільшення стійкості комплексів і селективності комплексоутворення, це робить найбільш перспективним використання краун-етерів для вибіркового екстракційного вилучення та розділення металів [7].

Якщо заряд катіонного комплексу металу з краун-етером  $ML^{nt}$ , утворюваного у водній фазі, нейтралізувати необхідним протийоном (наприклад,

аніоном вихідної солі), то така йонна пара, завдяки гідрофобності краун-етера, може вилучатися органічними розчинниками [8]. Вилучення є найбільш ефективним для солей, які мають об'ємні та «м'які» аніони, наприклад, пікратів. Перевага використання для екстракції пікринової кислоти при вивченні комплексоутворення й екстракційних рівноваг полягає також у тому, що відекстраговані сполуки можуть бути визначені фотометрично при  $\lambda = 360$  нм. Досить перспективним для аналітичних цілей є використання як протийонів аніонів барвників. У цьому випадку залежно від протийона ефективність екстракції зменшується в послідовності: БТС > БКЗ > БФС > ТрОО > МО. Для концентрування та розділення близьких за властивостями елементів значний інтерес має екстракція солей металів з неорганічними йонами, які найчастіше зустрічаються в аналітичній практиці. Виявлено [9], що незалежно від природи неорганічного протийона та кислотності середовища в усіх випадках зберігається ряд екстрагування катіонів, характерний для лужних і нейтральних розчинів, а саме:  $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{Cs}^+ < \text{Rb}^+ < \text{K}^+$ . Для кожного металу збільшення коефіцієнта розподілу спостерігається в ряду:  $\text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{OH}^- < \text{Br}^- < \text{NO}_3^- < \text{I}^- < \text{ClO}_4^-$ . Таким чином, найбільш повно розглянута екстракція комплексів металів з краун-етерами в системах, що містять протийони одного з двох абсолютно протилежних типів: з одного боку, аніони органічних барвників, а з другого — аніони мінеральних кислот. У зв'язку з цим викликає інтерес дослідження екстракційних систем з використанням як протийонів таких аніонів, які займають проміжне положення між зазначеними вище групами. До таких протийонів можна віднести, наприклад, сульфо- та фосфонілові кислоти, а також карбонові кислоти, що є доступними і малотоксичними речовинами, які дозволяють проводити екстракцію із сильно кислих розчинів [10].

Серед досліджуваних в даний час краун-етерів досить цікавими є ациклічні довголанцюгові сполуки з великою кількістю донорних атомів — так звані поданди [11, 12]. Серед них, у свою чергу, можна виділити тип сполук, які є розкритоланцюговими аналогами краун-етерів — поліетиленгліколі (ПЕГ) та їх етери, склад яких виражається загальною формулою  $\text{R-O}[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}]_n-\text{R}$ . Систематичне вивчення комплексоутворюючих властивостей цих сполук почалося після відкриття краун-етерів, хоча своє практичне застосування вони знайшли значно раніше.

Комплексоутворення нейтральних лігандів типу ПЕГ з катіонами металів можна представити таким чином: гнучка молекула поліетиленгліколю послідовно заповнює сольватну сферу катіона так, як це відбувається у випадку краун-етерів. Вочевидь, що сам полімерний ланцюг при цьому багатократно заряджається, оскільки в граничному випадку кожен 6—8 атомів Оксигену зв'язують один катіон. Це спричиняє певні зміни в конформації ланцюга. Так, для поліетиленгліколю при зв'язуванні солей спостерігається зменшення характеристичної в'язкості, збільшення цупкості ланцюга полімера, що свідчить про розширення клубка макромолекули ліганда при комплексоутворенні за рахунок електростатичного відштовхування між катіонами металу. З накопиченням заряду молекула полімера розгортається, стараючись прийняти конформацію витягнутого ланцюга з розміщеними на ньому крауноподібними комплексами.

Дія сил електростатичного відштовхування частково компенсується екрануючим впливом протийонів, але вплив аніонного екранування при незначних концентраціях солі недостатній для зниження електростатичного потенціалу, який виникає при зв'язуванні катіонів, і катіони не можуть розміщуватися близько між собою в ланцюгу.

Стехиометрія комплексів солей металів з поліподандами досить різноманітна. Наприклад, склад сполук ПЕГ з  $\text{HgCl}_2$  відповідає молярному співвідношенню сіль : ланка — 1 : 1. Кількість ланок, що припадають на одне місце зв'язування солей  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cs}^+$  в метанолі, складає, відповідно, 16,8; 12,3; 13,2; 14,5 і зростає при зменшенні концентрації солі.

Константа зв'язування солі значною мірою залежить від молярної маси ПЕГ. Як правило, константа зв'язування спочатку зростає, а коли молярна маса полімеру досягає порядку 1000—2000 — лишається практично незмінною.

Унікальні властивості ПЕГ, пов'язані з їх здатністю утворювати комплексні сполуки зі значною групою різних за розмірами катіонів, які характеризуються високою спорідненістю до Оксигену, зумовлюються накладанням таких факторів, як висока донорна активність атомів Оксигену, полідентатність, здатність до корпоративної взаємодії та гнучкість ланцюга. Стійкість комплексів ПЕГ і їх йонна селективність можуть змінюватися в широких межах. Комплексоутворення в таких системах проходить зазвичай швидше, а псевдопорожнина конформаційно більш гнучка, ніж у відповідних макроциклів.

### **Висновки**

Досліджено й проаналізовано фактори, що впливають на склад, структуру та стійкість різнолігандних комплексів металів з макроциклічними і ациклічними поліетерами й органічними та неорганічними аніонами. Вивчено вплив природи розчинника на механізм комплексоутворення й екстракцію утворюваних комплексів. Зроблено висновки про можливість використання даних систем для селективного екстракційного вилучення, розділення та кількісного визначення ряду металів.

### **Література**

1. *Pedersen C.J.* Cyclic polyethers and their complexes with metal salts/ C.J. Pedersen // *J. Amer. Chem. Soc.* — 1967. — Vol. 89, # 10. — P. 317—326.
2. *Золотов Ю.А.* Основы аналитической химии. Методы химического анализа / Ю.А. Золотов. — М.: Высшая школа, 2012. — 454 с.
3. *Хираока М.* Краун-соединения / М. Хираока. — Москва: Мир, 1986. — 363 с.
4. *Александров А.И.* Исследование структуры некоторых краун-эфиров в объемных образцах и пленках Ленгмюра-Блоджетт / А.И. Александров, А.В. Курносков, Т.В. Пашкова, О.Б. Аكوпова // *Химия и химическая технология.* — 2005. — Том 8, № 5. — С. 38—43.
5. *Сухан В.В.* Аналитическое применение экстракции металлов 18-краун-6 в присутствии трихлорацетат-иона / В.В. Сухан, О.И. Крониковский, А.Ю. Назаренко // *Журнал аналитической химии.* — 1988. — Том XLIV, № 11. — С. 1953—1958.
6. *Назаренко А.Ю.* Экстракция карбоксилатов свинца в присутствии полиэфиров 18-краун-6 и ПЭГ-1500 / А.Ю. Назаренко, О.И. Крониковский, В.В. Сухан // *Журнал неорганической химии.* — 1987. — Том. 32, № 9. — С. 2233—2237.
7. *Сапрыкин Ю.В.* Экстракция цезия краун-эфирами в различных средах / Ю.В. Сапрыкин, А.М. Сафиулина, Э.П. Магомедбеков, И.Г. Тананаев // *Успехи в химии и химической технологии.* — 2011. — Том XXV, № 7. — С. 33—37.

8. Якшин В.В. Краун-эфиры в экстракции и сорбции. I. Бромпроизводные бензо- и дибензокраун-эфиров в процессах сорбции элементов из кислых водных растворов / В.В. Якшин, О.М. Вилкова, С.М. Плужник-Гладырь, С.А. Котляр // Макрогетероциклы. — 2010. — Том 3 (2—3). — С. 114—120.

9. Якшин В.В. Стереохимические особенности процессов экстракции краун-эфирами / В.В. Якшин // Химия и технология экстракции. — Москва: РХТУ, 2001. — Том 1. — С. 39—47.

10. Абрамов А.А. Экстракция катионов краун-эфирами / А.А. Абрамов // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. — 2000. — Том 41, № 1. — С. 3—15.

11. Фегтле Ф. Химия комплексов «гость-хозяин» / Ф. Фегтле, Э. Вебер. — Москва: Мир, 1988. — 511 с.

12. Сухан В.В. Двухфазные экстракционные системы на основе ассоциатов трихлоруксусной кислоты с полиэфирами / В.В. Сухан, А.Ю. Назаренко, О.И. Крониковский // Украинский химический журнал. — 1989. — Том 55, № 11. — С. 1188—1191.

## ПОЛИЭФИРЫ КАК КЛАСС СЕЛЕКТИВНЫХ РЕАГЕНТОВ

**О.И. Крониковский, Е.А. Котляр, В.В. Диденко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*На основании литературных данных и собственных исследований в статье рассмотрена возможность и целесообразность использования макроциклических и ациклических полиэфиров в качестве лигандов при селективном комплексообразовании ряда металлов. Исследован механизм процесса комплексообразования и основные факторы, влияющие на состав, строение и прочность образующихся комплексов как в водных растворах, так и в различных по природе органических растворителях. Установлено, что разнолигандные комплексы некоторых металлов с полиэфирами и определенными органическими и неорганическими анионами могут в широком интервале кислотности переходить из водной фазы в органическую, что дает возможность разрабатывать методики их селективного извлечения и последующего определения содержания металлов в различных объектах окружающей среды.*

**Ключевые слова:** краун-эфиры, полиэфиры, металлы, комплексообразование, экстракция.

## 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.