

ISSN 2304-974X

Ministry of Education and Science  
of Ukraine

Міністерство освіти і науки  
України

National University  
of Food Technologies

Національний університет  
харчових технологій

# UKRAINIAN FOOD JOURNAL

*Volume 2, Issue 4*  
**2013**

Київ

2013

Київ

**Ukrainian Food Journal** is an international scientific journal that publishes innovative papers of expert in the fields of food science, engineering and technology, chemistry, economics and management.

The advantage of research results publication available to students, graduate students, young scientists.

**Ukrainian Food Journal** is indexed by scientometric databases:

Index Copernicus (2012)  
EBSCO (2013)  
Google Scholar (2013)  
UlrichsWeb (2013)

**Ukrainian Food Journal** – міжнародне наукове періодичне видання для публікації результатів досліджень фахівців у галузі харчової науки, техніки та технології, хімії, економіки і управління.

Перевага в публікації результатів досліджень надається студентам, аспірантам та молодим вченим.

**Ukrainian Food Journal** індексується наукометричними базами:

**Ukrainian Food Journal** включено у перелік наукових фахових видань України з технічних наук, в якому можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Наказ Міністерства освіти і науки України № 1609 від 21.11.2013)

**Editorial office address:**

National University  
of Food Technologies  
Volodymyrska str., 68  
Ukraine, Kyiv 01601

**Адреса редакції:**

Національний університет  
харчових технологій  
вул. Володимирська, 68  
Київ 01601

e-mail: [ufj\\_nuft@meta.ua](mailto:ufj_nuft@meta.ua)

*Scientific Council of the National  
University of Food Technologies  
recommends the journal for printing.  
Minutes № 4, 25.12.2013*

*Рекомендовано вченою радою  
Національного університету  
харчових технологій.  
Протокол № 4 від 25.12.2013 р.*

**Ukrainian Food Journal** publishes original research articles, short communications, review papers, news and literature reviews.

**Topic covered by the journal include:**

Food engineering	Food nanotechnologies
Food chemistry	Food processes
Food microbiology	Economics and management
Physical property of food	Automation of food processes
Food quality and safety	Food packaging
Health	

**Periodicity** of the journal - 4 issues per year.

Studies must be novel, have a clear connection to food science, and be of general interest to the international scientific community.

The editors make every effort to ensure rapid and fair reviews, resulting in timely publication of accepted manuscripts.

**Ukrainian Food Journal** is indexed by scientometric databases:

Index Copernicus International (2012)

EBSCO (2013)

Google Scholar (2013)

UrlichsWeb (2013)

**Reviewing a Manuscript for Publication**

All scientific articles submitted for publication in “Ukrainian Food Journal” are double-blind reviewed by at least two academics appointed by the Editors' Board: one from the Editorial Board and one independent scientist.

**Copyright**

Authors submitting articles for publication warrant that the work is not an infringement of any existing copyright and will indemnify the publisher against any breach of such warranty. For ease of dissemination and to ensure proper policing of use papers and contributions become the legal copyright of the publisher unless otherwise agreed.

**Academic ethics policy**

The Editorial Board of "Ukrainian Food Journal" follows the rules on academic writing and academic ethics, according to the work by Miguel Roig (2003, 2006) "Avoiding plagiarism, self-plagiarism, and other questionable writing practices. A guide to ethical writing". Available online at <http://Vfacpub.stjohns.edu/~roignvplagiarism/>. The Editorial Board suggests to potential contributors of the journal, reviewers and readers to dully follow this guidance in order to avoid misconceptions in academic writing.

For a **full guide for Autor** please visit website at  
**<http://ufj.ho.ua>**

## Editorial board

### Editor-in-Chief:

**Sergiy Ivanov**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

### Members of Editorial board:

**Aleksandr Mamtsev**, Ph. D. Hab., Prof., *Branch of Moscow State University of Technologies and Management, Meleuz, Bashkortostan, Russia.*

**Anatolii Saiganov**, Ph. D. Hab., Prof., *Institute of System Research in Agroindustrial Complex of NAS of Belarus*

**Anna Gryshenko**, Ph.D., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Galyna Simakhina**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Cristina Popovici**, Ph.D., As. Prof., *Technical University of Moldova*

**Iryna Fedulova**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Liubomyr Homichak**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Mark Shamtsian**, PhD, As. Prof., *St. Petersburg State Technological Institute, Russia*

**Mykola Sychevskiy**, Ph. D. Hab., Prof., *Institute of Food Resources of National Academy of Sciences of Ukraine*

**Oleksandr Shevchenko**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Olena Grabovska**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Olena Dragan**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Olga Petuhova**, Ph. D. Hab., As. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Pascal Dupeux**, Ph.D., *University Claude Bernard Lion 1, France*

**Stefan Stefanov**, Ph.D., Prof., *University of Food Technologies, Bulgaria*

**Tetiana Mostenska**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Tetiana Pyrog**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Tomasz Bernat**, Ph. D. Hab., Prof., *Szczecin University, Poland*

**Valerii Myronchuk**, Ph. D. Hab., Prof., *National University for Food Technologies, Ukraine*

**Virginija Jureniene**, Ph. D., Prof., *Vilnius University, Lithuania*

**Vitalii Taran**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Vladimir Grudanov**, Ph. D., Prof., *Belarusian State Agrarian Technical University*

**Volodymyr Kovbasa**, Ph. D. Hab., Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Yordanka Stefanova**, Ph.D, *University of Plovdiv "Paisii Hilendarski", Bulgaria*

**Oleksii Gubenia** (*accountable secretary*), Ph.D., As. Prof., *National University of Food Technologies, Ukraine*

**Ukrainian Food Journal** публікує оригінальні наукові статті, короткі повідомлення, оглядові статті, новини та огляди літератури.

#### Тематика публікацій в **Ukrainian Food Journal**:

Харчова інженерія	Процеси та обладнання
Харчова хімія	Нанотехнології
Мікробіологія	Економіка та управління
Фізичні властивості харчових продуктів	Автоматизація процесів
Якість та безпека харчових продуктів	Упаковка для харчових продуктів
	Здоров'я

**Періодичність журналу** 4 номери на рік.

Результати досліджень, представлені в журналі, повинні бути новими, мати чіткий зв'язок з харчовою наукою і представляти інтерес для міжнародного наукового співтовариства.

**Ukrainian Food Journal** індексується наукометричними базами:

Index Copernicus International (2012)

EBSCO (2013)

Google Scholar (2013)

UlrichsWeb (2013)

#### **Рецензія рукопису статті**

Матеріали, представлені для публікування в «Ukrainian Food Journal», проходять «Подвійне сліпе рецензування» (рецензент не знає, чію статтю рецензує, і, відповідно, автор не знає рецензента) принаймні двома вченими, призначеними редакційною колегією: один є членом редколегії і один незалежний учений.

#### **Авторське право**

Автори статей гарантують, що робота не є порушенням будь-яких авторських прав, та відшкодовують видавцю порушення даної гарантії. Опубліковані матеріали є правовою власністю видавця «Ukrainian Food Journal», якщо не узгоджено інше.

#### **Політика академічної етики**

Редакція «Ukrainian Food Journal» користується правилами академічної етики, викладених в роботі Miguel Roig (2003, 2006) "Avoiding plagiarism, self-plagiarism, and other questionable writing practices. A guide to ethical writing"

[ <http://Vfacpub.stjohns.edu/roignvplagiarism~/> ].

Редакція пропонує потенційним учасникам журналу, рецензентам і читачам прямо слідувати цьому керівництву, щоб уникнути помилок у науковій літературі.

**Інструкції для авторів** та інша корисна інформація розміщені на сайті

**<http://ufj.ho.ua>**

## Редакційна колегія

### Головний редактор:

**Сергій Іванов**, д-р. хім. наук, проф., *Національний університет харчових технологій, Україна*

### Члени редакційної колегії:

**Александр Мамцев**, д-р. техн. наук, проф., *філія Московського державного університету технології та управління в м. Мелеуз, Республіка Башкортостан, Росія*

**Анатолій Сайганов**, д-р. екон. наук, проф., *Інститут системних досліджень в АПК НАН  
Беларусі*

**Валерій Мирончук**, д-р. техн. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Віргінія Юреніс**, д-р., проф., *Вільнюський університет, Литва*

**Віталій Таран**, д-р. техн. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Володимир Ковбаса**, д-р. техн. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Владімір Груданов**, д-р. техн. наук, проф., *Беларуський державний аграрний технічний  
університет*

**Галина Сімахіна**, д-р. техн. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Ірина Федулова**, д-р. екон. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Йорданка Стефанова**, д-р., *Пловдивський університет "Паїсій Хілендарскі", Болгарія*

**Крістіна Попович**, д-р, доц., *Технічний університет Молдови*

**Любомір Хомічак**, д-р. техн. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Микола Сичевський**, д-р. екон. наук, проф., *Інститут продовольчих ресурсів НААН України*

**Марк Шамцян**, канд. техн. наук, доц., *Санкт-Петербурзький державний технологічний  
інститут, Росія*

**Олександр Шевченко**, д-р. техн. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Олена Грабовська**, д-р. техн. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Олена Драган**, д-р. екон. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Ольга Пстухова**, д-р. екон. наук, доц., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Паскаль Дюпю**, д-р., *Університет Клод Бернард Ліон 1, Франція*

**Стефан Стефанов**, д-р., проф., *Університет харчових технологій, Болгарія*

**Тетяна Мостенська**, д-р. екон. наук, проф., *Національний університет харчових технологій,  
Україна*

**Тетяна Пирог**, д-р. біол. наук, проф., *Національний університет харчових технологій, Україна*

**Томаш Бернат**, д-р., проф., *Щецинський університет, Польща*

**Олексій Губеня** (відповідальний секретар), канд. техн. наук, доц., *Національний університет  
харчових технологій, Україна.*

## Contents

### Food Technologies 489

*Tsvetko Prokopov, Georgi Mechenov* 489  
Utilization of spent bleaching earth from vegetable oil processing

*Olga Rybak* 499  
The oatmeal using for improving of ice cream structure

*Anatoliy Mazur* 510  
Scientific and practical basis of potato processing for food products

*Yuliya Miklashevskaya* 521  
Rheological properties of gel-like food products for athletes

### Biotechnology, microbiology 529

*Hanna Dorosh, Natalia Gregirhak* 529  
Investigation of thermal resistance of baking yeasts

*Nina Mikitenko Anatoliy Potopalsky, Leonid Zaika, Olga Bolsunova, Oleksandr Karpov* 535  
Pre-clinical study of the drug Izatizon

*Arina Zhivotovska, Natalia Gregirchak* 542  
Microbiological safety of pastille products new compounding

*Kateryna Panasiuk* 549  
The protective function of Nocardia Vaccinii IMB B-7405 surfactants

### Processes and equipment of food productions 555

*Oleg Kravec', Maria Shinkarik* 555  
Filter surface regeneration during whey treatment

*Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya, Alesya Kirik* 562  
Researches of the process of infra-red heating in thermal device with top and bottom power supply

## Зміст

### Харчові технології

*Цветко Прокопов, Георги Меченов*  
Утилізація відбілювального пилю при переробці рослинних олій

*Ольга Рибак*  
Застосування вівсяного борошна для покращення структури морозива

*Анатолій Мазур*  
Научно-практические основы технологий переработки картофеля на продукты питания

*Юлія Мікласhevська*  
Структурно-механічні властивості драгленіподібних продуктів для спортсменів

### Біотехнологія, мікробіологія

*Ганна Дорош, Наталія Грегірчак*  
Дослідження терморезистентності хлібопекарських дріжджів

*Ніна Микитенко, Анатолій Потопальський, Леонід Заїка, Ольга Болсунова, Олександр Карпов*  
Доклінічне вивчення препарату Ізатізон

*Аріна Животовська, Наталія Грегірчак*  
Мікробіологічна безпека пастильних виробів нової рецептури

*Катерина Панасюк*  
Захисні функції поверхнево-активних речовин Nocardia Vaccinii IMB B-7405

### Процеси та обладнання харчових виробництв

*Олег Кравець, Марія Шинкарик*  
Регенерація фільтрувальної поверхні при очистці молочної сироватки

*Ігорь Кирик, Светлана Василевская, Аляся Кирик*  
Исследования процесса инфракрасного нагрева в тепловом аппарате с верхним и нижним энергоподводом

<i>Volodymyr Denysiuk, Elena Negodenko</i> The influence of the smoothness of interpolating trigonometric splines on interpolation error	570	<i>Володимир Денисюк, Олена Негоденко</i> Вплив гладкості інтерполяційних тригонометричних сплайнів на похибку інтерполяції
<i>Valerii Samsonov, Olga Hlobystova, Olga Mazurenko, Andrii Taran</i> The operational reliability of complex energy facilities	575	<i>Валерій Самсонов, Ольга Хлобистова, Ольга Мазуренко, Андрій Таран</i> Експлуатаційна надійність складних енергетичних об'єктів
<b>Automatization of technological processes</b>	<b>581</b>	<b>Автоматизація технологічних процесів</b>
<i>Natalia Shiyanova, Alina Ostapenko, Konstantin Kolyazov</i> Mathematical model of management of spray drying apparatus	581	<i>Наталья Шиянова, Алина Остапенко, Константин Колязов</i> Математическая модель управления распылительными сушильными установками
<i>Nataliia Mosiichuk</i> Subsystem of technological monitoring based on the methods of fuzzy logic	590	<i>Наталія Мосійчук</i> Підсистема технологічного моніторингу на основі методів нечіткої логіки
<i>Iuliia Myts, Vita Tsyruelnikova</i> Applying of the innovative intelligent control technology in the hotel industry	597	<i>Юлія Миць, Віта Цирульнікова</i> Використання інноваційної інтелектуальної технології управління в готельному господарстві
<b>Life Safety</b>	<b>605</b>	<b>Безпека життєдіяльності</b>
<i>Olga Evtushenko, Sergii Kovalenko</i> The labor protection in the meat processing industry of Ukraine	605	<i>Ольга Євтушенко, Сергій Коваленко</i> Стан охорони праці на підприємствах м'ясопереробної промисловості України
<b>Economics and Management</b>	<b>612</b>	<b>Економіка та управління</b>
<i>Nataliia Skopenko, Anastasiia Tikhonova</i> Rational assortment portfolio in accordance to the food security	612	<i>Наталія Скопенко, Анастасія Тіхонова</i> Раціональний асортиментний портфель в контексті продовольчої безпеки
<b>Education and Science</b>	<b>618</b>	<b>Освіта і наука</b>
<i>Vitalii Taran, Oleksandr Gavva, Volodymyr Telychkun, Oleksii Gubenia, Valentyn Reshetniak</i> Department of machines and apparatus for food and pharmaceutical production of NUFT. Historical fragments of development	618	<i>Віталій Таран, Олександр Гавва, Володимир Телічкун, Олексій Губеня, Валентин Решетняк</i> Історичні фрагменти розвитку кафедри машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв НУХТ
<b>Abstracts</b>	<b>625</b>	<b>Анотації</b>
<b>Instructions for Authors</b>	<b>644</b>	<b>Інструкції для авторів</b>



## Utilization of spent bleaching earth from vegetable oil processing

Tsvetko Prokopov, Georgi Mechenov

University of Food Technologies, Plovdiv, Bulgaria

---

### ABSTRACT

#### Keywords:

Vegetable  
Oil  
Bleaching  
Earth  
Waste  
Utilisation

**Introduction.** The tests of Bulgarian bentonite, which is bleaching agent for vegetable oils, were conducted in industrial environments. The purpose is the compliance of standards to colouration vegetable oils.

**Materials and methods.** Sunflower oil which was prepared by hot pressing method. The colouration was determined by spectrophotometric methods. Colour number, refraction coefficient, acidity, peroxide number and phospholipid determined by standard methods.

**Results and discussion.** The results of the research carried out under industrial conditions provide the basis for the following main conclusions. A decrease in the carotenoids in bleached oils in comparison with unbleached oils, estimated according to their optical density was established by the spectra in the visible region at  $\lambda$  from 400 to 700 nm. During oil bleaching, a process of positional isomerisation and the formation of dienes at 235 nm and trienes at 258, 268 and 278 nm occurred with regard to the unsaturated olefins in the oil triglycerides. The enrichment of the grist with 5, 10 and 15% of SBE did not increase the moisture content because the bleaching process was carried out at 105-110°C and 17 mm HgS residual pressure. The increasing in the total oil and mineral (ash) content depended on the percentage of grist enrichment. During the storage of the enriched grist, their acid and peroxide values increased slightly compared to the initial grist. It is preferable to apply 10% addition of spent bleaching earth to enrich grist or feed blends with differentiated function.

---

#### Article history:

Received 09.09.2013  
Received in revised  
form  
12.11.2013  
Accepted  
25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Tsvetko Prokopov  
E-mail:  
tsvetko\_prokopov@  
abv.bg

---

УДК 663.674

## Утилізація відбілювального пилу при переробці рослинних олій

Цветко Прокопов, Георгі Меченов

Університет харчових технологій, Пловдив, Болгарія

## Introduction

Vegetable oils, such as sunflower, rapeseed, soybean, cotton, etc., contain pigments which belong to the group of unsaponifiables. The quantity of pigments in different oils varies widely. The most typical pigments are chlorophylls, carotenoids, gossypol in cottonseed oil, etc. Their presence in the oil depends on the characteristics of the variety, the oilseed growing conditions - and the technological methods of plant oil extraction. The degree of colouration of edible vegetable oils is one of the quality parameters regulated by the relevant standard (*BSS 1-77. Sunflower oil, BSS 14779-79. Soybean oil for food*).

To meet the quality requirements for vegetable oils, especially when the oils are intended for catalytic modification by hydrogenation, hydro re-esterification and for technical oils, they are submitted to bleaching with designated bleaching earth (bentonite), activated by heat and acid treatment [7].

In the Bulgarian vegetable oil industry, mainly bleaching earth produced by the Bentonite industrial plant for non-metallic minerals in the town of Kardzhali is used in the stage of oil bleaching during the refining process. After the vegetable oil bleaching, the spent bleaching earth (SBE) is separated from the oil by filtration and discharged as a waste product which is commonly disposed in solid waste landfill. As is well known, SBE saturated with oil from the refining process is susceptible to rapid oxidation and in the extreme, may even spontaneously ignite. This results in discharge of various toxic gases into the atmosphere, and strong odour because of oxidation. A lot of investigations have been carried out on SBE utilisation and recovery, mainly under laboratory conditions, including hexane extraction, sodium hydroxide or carbonate treatment, supercritical CO<sub>2</sub> extraction, high-temperature wet oxidative regeneration, etc. [13, 15].

A number of strategies for handling SBE have been reported, such as direct disposal at landfill or farmland, blending with oilseed/re-extract oil, use as animal feed supplement and as low-grade fuel for power/heat generation, preparation of graphitic sorbents for waste organics, biogas generation and etc. Which strategy any given plant might adopt will depend on a number of factors related to the location and operations of the plant, local environmental regulations, and economic considerations [14, 15, 16].

In this research we aim to investigate the changes in the oil during the bleaching process, the characteristics of the spent bleaching earth, and the possibilities for SBE utilisation by using it as a supplement to enrich the grist for animal feed production.

## Materials and methods

The experiments were conducted on the vegetable oil refining line at the Debar Ltd. industrial plant, town of Parvomay, Bulgaria. For our research purposes, we used a batch of 1000 kg bleaching earth. The chemical composition (*BSS 6732-78. Finger bleach for mineral oils*), particle size and pH of the aqueous suspension [10] were determined on the average sample taken from this batch. The sunflower oil obtained by final pressing was subjected to bleaching. The heat-moisture treatment of the oil material prior to pressing was carried out at a temperature within the 125-130°C range. The 40 t batch of pressed sunflower oil was given preliminary treatment using a technology introduced by us. It involved the following steps: hydration, free fatty acid neutralisation in an aqueous salt solution, trace alkali removal to neutral reaction with phenolphthalein, drying, bleaching and filtration. The oil bleaching process and removal of spent bleaching earth were carried out on the Dutch Amafilter line. The parameters of the individual technological steps during the oil refining and preparation for bleaching as well as the bleaching conditions

with 0.5 % bleaching earth in relation to the used oil weight have been described in detail in the literature [11]. Average samples of SBE were taken and its oil adsorption capacity, phospholipids, alkali content, acidity of the absorbed oil, insolubility in diethyl ether, moisture content and volatile substances were determined as described in [6]. Analyses of the obtained bleaching oil were carried out for determination of the colour number, coefficient of refraction, acidity, peroxide value and phospholipids using standard methods (*Aratyunyan N.S, Arisheva E.A (1979). Laboratory practicum on the chemistry of fats, Moscow*). The change of the pigments in the sunflower oil during bleaching was evaluated at  $\lambda = 400-700$  nm in the visible region of the spectrum. By means of the UV spectrum and the catalytic isomerisation ability of bentonite with regard to olefins during bleaching, the quantities of conjugated dienes and trienes formed in the oil were also determined [9]. For this research, regular grist produced by the oil extraction plant in the town of Stara Zagora, Bulgaria was used. All samples were prepared according to the forepressing/extraction technology used in oilseed processing worldwide. The physicochemical characterisation of the grist was carried out by determination of the following parameters: moisture content, oil content, crude ash and crude protein content, using standard methods [6]. The content of phospholipids as phosphorus and stearooleolestin was determined as described in [8]. The acidity of the residual oil in the grist was determined by cold extraction with ethyl ether (via 24-hour soaking), filtering and titration with alcoholic solution of KOH.

## Results and Discussion

The results of the evaluation of the physicochemical and grain size composition of the initial bleaching earth are presented in Tables 1 and 2.

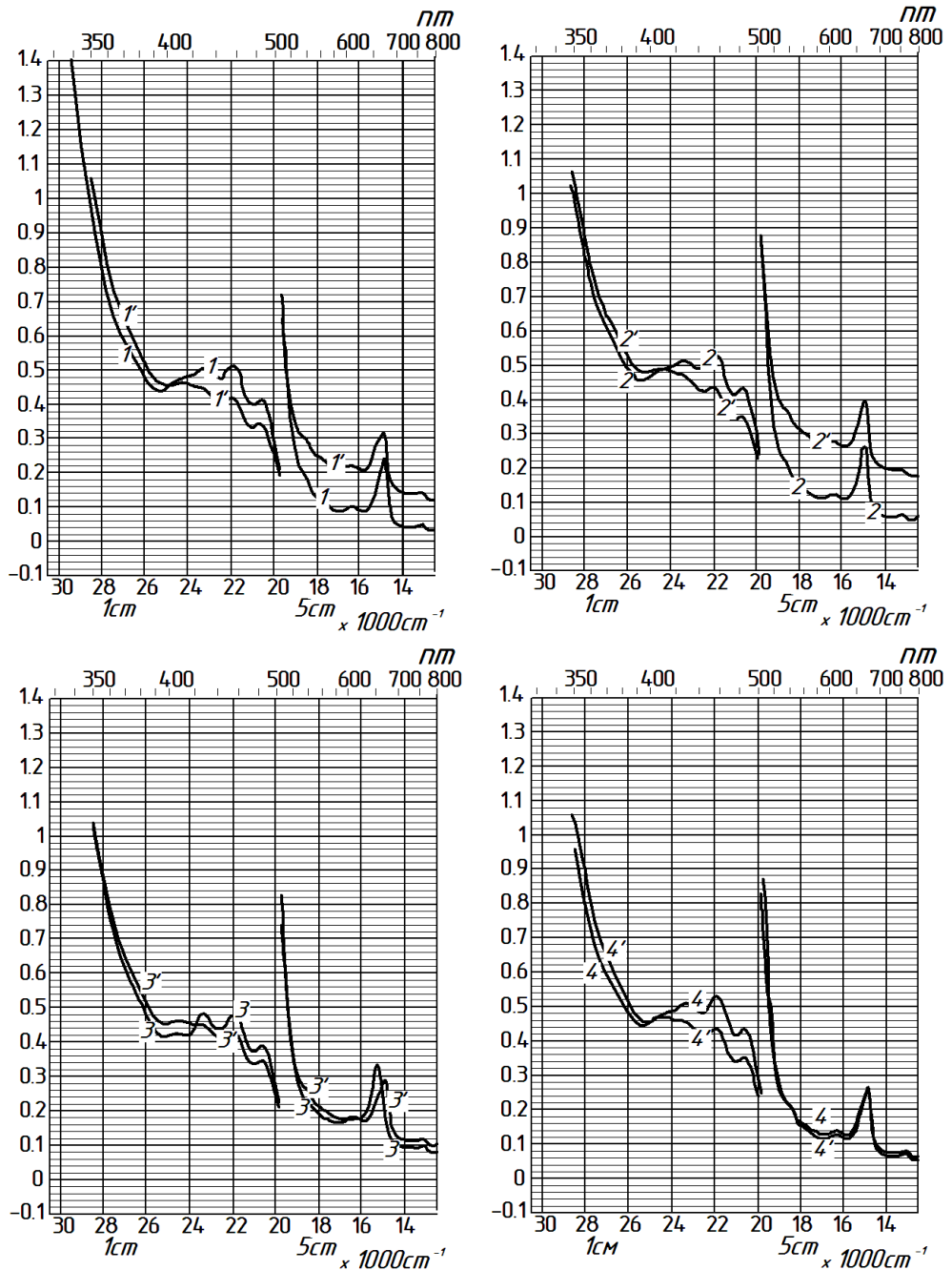
**Table 1**  
Physicochemical composition of bleaching earth

Composition	Content
K <sub>2</sub> O, %	0.85
Na <sub>2</sub> O, %	0.46
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	3.85
SiO <sub>2</sub> , %	59.98
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	16.95
CaO, %	3.92
MgO, %	2.89
Moisture, %	11.20
Bulk density, kg/dm <sup>3</sup>	54.50
pH of aqueous suspension	4.52

**Table 2**  
Particle size of bleaching earth

Sieve diameter, mm	0.2	0.16	0.09	0.071	0.063
Fractional composition, residue on the sieve, %	-	0.12	0.83	7.04	0.01
Fractional composition, passed through the sieve, %	-	-	-	-	92.00

The analytical results of the bleached oil batches and the change in the pigments are shown in Figure 1 and Table 3.



**Fig. 1 (a).** Change in the pigments in bleached pressed sunflower oils at  $\lambda = 400-700 \text{ nm}$ :  
unbleached – 1, 2, 3, 4; bleached – 1', 2', 3', 4'

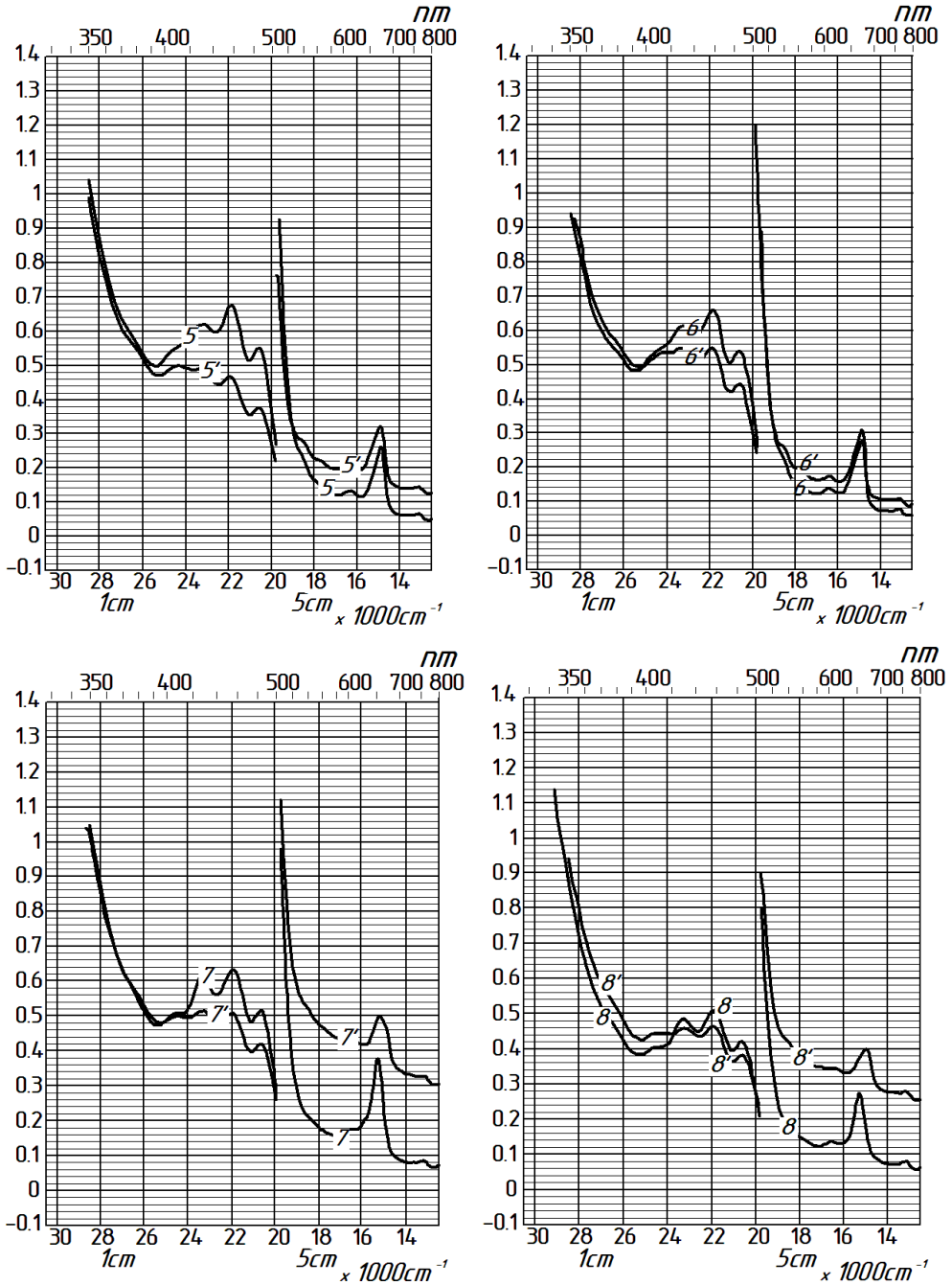


Fig. 1 (b). Change in the pigments in bleached pressed sunflower oils at  $\lambda = 400-700 \text{ nm}$ :  
 unbleached – 5, 6, 7, 8; bleached – 5', 6', 7', 8'

**Table 3**

**Physicochemical characteristics of bleached pressed sunflower oils**

Series of bleaching	Parameter					Content	
	Colour number, $mg/J_2$	Coefficient of refraction $n_D^{20^\circ C}$	Acid value, $mg/KOH$	Peroxide value, % $J_2$	Phospholipids, %	Dienes at 235 nm	Trienes, at 258, 268, 278 nm
Unbleached	25.5	1.4740	0.32	0.23	0.146	0.6	0.4
Bleached 1	7.5	1.4745	0.28	0.10	0.095	3.2	2.2
Bleached 2	8.0	1.4746	0.28	0.10	0.102	3.6	2.6
Bleached 3	7.5	1.4746	0.26	0.13	0.097	3.4	2.8
Bleached 4	7.0	1.4746	0.26	0.13	0.090	3.6	2.4
Bleached 5	7.5	1.4746	0.26	0.10	0.108	3.8	2.2
Bleached 6	7.5	1.4746	0.24	0.13	0.103	3.8	2.2
Bleached 7	7.5	1.4746	0.24	0.16	0.098	4.0	2.0
Bleached 8	8.0	1.4746	0.26	0.13	0.102	2.2	2.5
Bleached 9	7.5	1.4746	0.28	0.14	0.085	3.5	2.8
Bleached 10	7.5	1.4746	0.24	0.16	0.090	3.2	2.5

After filtration of the individual series of bleached sunflower oil, the separated bleaching earth was discarded. The main aim of this study, as noted above, was the utilisation of SBE by using it as supplement to enrich animal feedstuff. Therefore we used bleaching earth separated from all bleaching series. After that, an average sample was taken and its composition was investigated. The results obtained are presented in Table 4.

**Table 4**

**Physicochemical characteristics of spent bleaching earth**

Series number	Moisture and volatile substances at 105 °C, %	Adsorbed oil at absolute dry matter, %	Acid value, $mg KOH$	Phospholipids, %	Alkali, by phenolphthalein	Insoluble substances at absolute dry matter, %
<b>1</b>	7.51	31.65	0.99	0.113	0.00	60.84
<b>2</b>	7.37	34.90	0.98	0.107	0.00	57.72
<b>3</b>	7.12	30.98	0.43	0.103	0.00	61.90
<b>4</b>	7.41	33.64	0.34	0.105	0.00	58.92
<b>5</b>	7.24	31.41	0.44	0.107	0.00	61.35
<b>6</b>	7.28	31.93	0.65	0.115	0.00	60.79
<b>7</b>	2.24	31.23	0.58	0.125	0.00	61.53
<b>8</b>	7.19	31.48	0.72	0.107	0.00	61.33
<b>9</b>	7.04	31.33	0.82	0.124	0.00	61.63
<b>10</b>	7.01	31.16	0.66	0.105	0.00	61.83

The main results of the investigation of SBE used in sunflower oil bleaching showed that SBE had absorbed some oil and phospholipids but no alkali was present, which was a favourable factor for its use as a component in grist enrichment.

The characteristics of the initial grist used are presented in Table 5.

For the development of the SBE utilisation method we used selected industrial grist models and created mixtures with the addition of SBE in 5, 10 and 15% amounts in relation

to the cake weight. A key criterion in the blend creation was the SBE residual moisture and oil content. During the mixing, the uniform SBE distribution in the grist was observed. In order to obtain good homogeneity, the blends were passed repeatedly through a 3 mm sieve. The analytical data are reported in Table 6.

**Table 5**

**Physicochemical characteristics of initial grist**

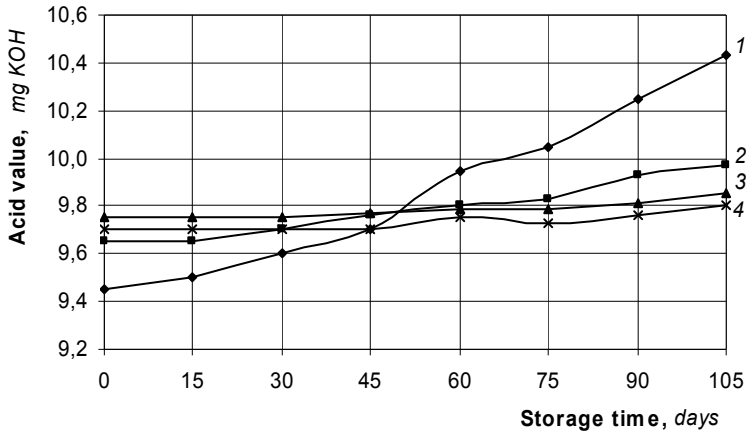
No	Parameter	Sunflower grist	Soybean grist
1	Moisture and volatile substances at 105 °C, %	7.45	6.85
2	Oil content at absolute dry matter, %	2.56	3.45
3	Acid value, mg KOH	9.45	12.55
4	Crude ash at absolute dry matter, %	7.71	5.78
5	Phosphorus at absolute dry matter, %	0.004	0.006
6	Phosphatides as stearooleoletsitin, %	0.102	0.126
7	Crude protein at absolute dry matter, %	42.25	46.40

**Table 6**

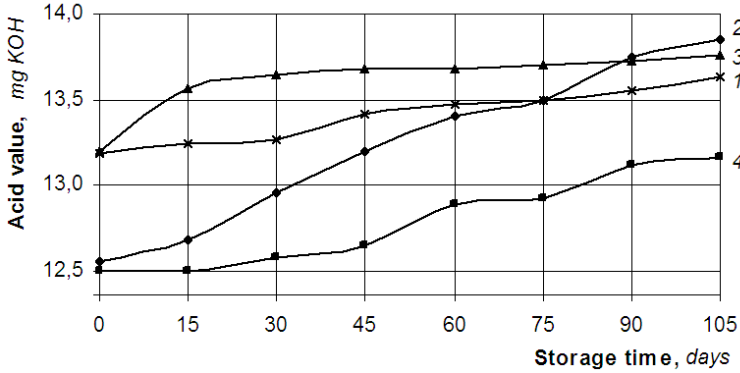
**Physicochemical characteristics of grist enriched with SBE**

Type of grist	Added SBE, %	Moisture and volatile substances at 105 °C, %	Acid value, mg KOH	For absolute dry matter			
				Oil content, %	Phosphatides, %	Crude ash, %	Crude protein, %
<i>Sunflower grist</i>							
<b>Initial</b>	-	7.45	9.45	2.56	0.102	7.71	42.25
<b>Enriched</b>	5	7.52	9.65	3.20	0.108	7.85	42.05
<b>Enriched</b>	10	7.65	9.75	3.80	0.112	7.98	41.85
<b>Enriched</b>	15	7.65	9.70	4.10	0.116	8.05	41.70
<i>Soybean grist</i>							
<b>Initial</b>	-	6.85	12.55	3.45	0.126	5.78	46.40
<b>Enriched</b>	5	6.92	12.45	4.10	0.122	6.05	46.10
<b>Enriched</b>	10	7.10	13.18	4.42	0.118	6.20	46.00
<b>Enriched</b>	15	7.15	13.20	4.85	0.125	6.20	45.90

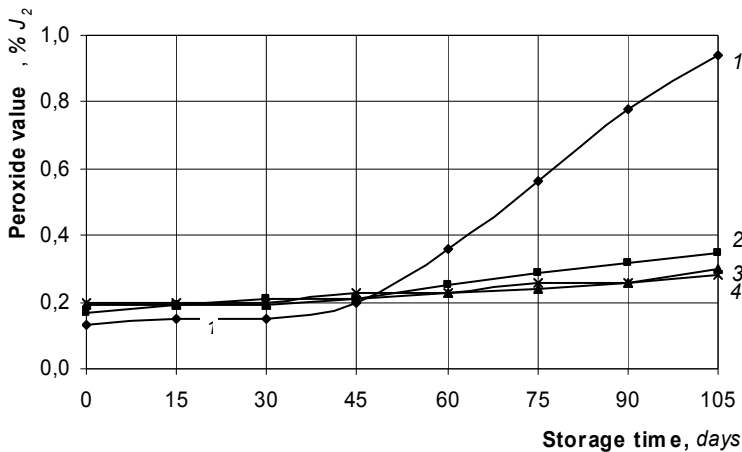
To monitor the changes that would occur during the storage of the enriched grist, we performed a periodic analysis of the acidity and peroxide content of the oil contained in the grist, for a total of three and a half months at 15-day intervals. An average samples were taken from each grist using the approved standard methods (*BSS 1552-86. Rules for acceptance and testing*). The changes in the main properties of the grist enriched with SBE are presented in Figures 2, 3, 4 and 5.



**Fig. 2.** Change in acidity during storage of sunflower grist enriched with SBE: 1 - Initial grist, Enriched with: 2 - 5% SBE, 3 - 10% SBE, 4 - 15% SBE



**Fig. 3.** Change in acidity during storage of soybean grist enriched with SBE



**Fig. 4.** Change in oxidation degree during storage of sunflower grist enriched with SBE



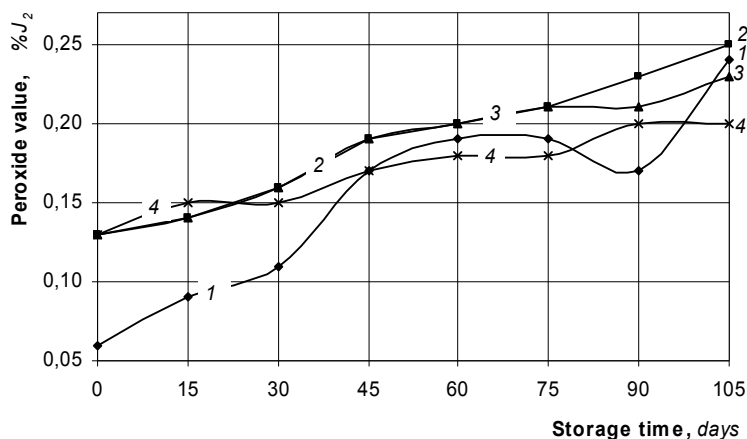


Fig. 5. Change in oxidation degree during storage of soybean grist enriched with SBE

I - Initial grist, Enriched with: 2 - 5% SBE, 3 - 10% SBE, 4 - 15% SBE

## Conclusions

The results of the research carried out under industrial conditions provide the basis for the following main conclusions. A decrease in the carotenoids in bleached oils in comparison with unbleached oils, estimated according to their optical density was established by the spectra in the visible region at  $\lambda$  from 400 to 700 nm. During oil bleaching, a process of positional isomerisation and the formation of dienes at 235 nm and trienes at 258, 268 and 278 nm occurred with regard to the unsaturated olefins in the oil triglycerides. The enrichment of the grist with 5, 10 and 15% of SBE did not increase the moisture content because the bleaching process was carried out at 105-110°C and 17 mm HgS residual pressure. The increasing in the total oil and mineral (ash) content depended on the percentage of grist enrichment. During the storage of the enriched grist, their acid and peroxide values increased slightly compared to the initial grist. It is preferable to apply 10% addition of spent bleaching earth to enrich grist or feed blends with differentiated function.

**Acknowledgements.** The authors are grateful to Dr. Atanas Samsarev, Manager of the Debar Ltd. plant in Parvomay, Bulgaria, for the opportunity, support and assistance for the industrial experiments carried out in this research.

## References

1. M. Mana, M.S. Ouali, L.C. de Menorval, J.J. Zajac, C. Charnay (2011), Regeneration of spent bleaching earth by treatment with cethyltrimethylammonium bromide for application in elimination of acid dye, *Chemical Engineering Journal*, 174(1), pp. 275-280.
2. Pedro J. García-Moreno, Antonio Guadix, Luis Gómez-Robledo, Manuel Melgosa, Emilia M. Guadix (2013), Optimization of bleaching conditions for sardine oil, *Journal of Food Engineering*, 116(2), pp. 606-612.

3. Farihahusnah Hussin, Mohamed Kheireddine Aroua, Wan Mohd Ashri Wan Daud (2011), Textural characteristics, surface chemistry and activation of bleaching earth: A review, *Chemical Engineering Journal*, 170(1), pp. 90-106
4. Soh Kheang Loh, Stephen James, Muzzamil Ngatiman, Kah Yein Cheong, Yuen May Choo, Weng Soon Lim (2013), Enhancement of palm oil refinery waste – Spent bleaching earth (SBE) into bio organic fertilizer and their effects on crop biomass growth, *Industrial Crops and Products*, 49, pp. 775-781.
5. Simone M. Silva, Klicia A. Sampaio, Roberta Ceriani, Roland Verhé, Christian Stevens, Wim De Greyt, Antonio J.A. Meirelles (2013), Adsorption of carotenes and phosphorus from palm oil onto acid activated bleaching earth: Equilibrium, kinetics and thermodynamics, *Journal of Food Engineering*, 118(4), pp. 341-349.
6. Babachev, N.I., Nedelcheva, L.B. (1974), *Metodi za analiz v maslo-sapunenata promishlenost*, Sofiya: Tekhnika.
7. Nadirov, N.K. (1973), *Teoreticheskie osnovy aktivatsii i mekhanizma deystviya prirodnikh sorbentov v protsessu osvetleniya rastitel'nykh masel*, Moskva, Pishchevaya promyshlennost'.
8. Rzhekhin, V.P., Sergeev, A.G. (1964), *Rukovodstvo po metodom izsledovaniya, tekhnokhimicheskomu kontrolyu i uchetu proizvodstva v maslozhirovoy promyshlennosti*, Tom 3.
9. Rzhekhin, V.P., Sergeev, A.G. (1967), *Rukovodstvo po metodom izsledovaniya, tekhnokhimicheskomu kontrolyu i uchetu proizvodstva v maslozhirovoy promyshlennosti*, T. 1, K. 1.
10. Rzhekhin, V.P., Sergeev, A.G. (1974), *Rukovodstvo po metodom izsledovaniya, tekhnokhimicheskomu kontrolyu i uchetu proizvodstva v maslozhirovoy promyshlennosti*, T. 6, V. 2.
11. Savov, Iv.B., Mechenov, G.P., Yotsov Iv.M. (1977). *Tekhnologiya na maslodobiva i masloprerabotvaneto, mieshchi i perilni sredstva*, Plovdiv: Khr. Danov.
12. Folletto, E.L., Alves, C.C.A., Sgonzerla, L.R., & Porto, L.M. (2002), Regeneration and Utilization of Spent Bleaching Clay, *Latin American Applied Research*, 32 (2), pp. 205-208.
13. Huang, Yi-Pin, Chang, J.I. (2010), Biodiesel Production from Residual Oils Recovered from Spent Bleaching Earth, *Renewable Energy*, 35 (1), pp. 269-274.
14. Pickard, M.D. (2005), By-Product Utilization. In F. Shahidi. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition*, New York: John Wiley & Sons, pp. 391-416.
15. Pollard, S.J.T., Sollars, C.J., & Perry R. (1993), The Reuse of Spent Bleaching Earth: A Feasibility study in Waste Minimization for the Edible Oil Industry, *Bioresource Technology*, 45 (1), pp. 53-58.

## The oatmeal using for improving of ice cream structure

**Olga Rybak**

*Ternopil State Technical University «Ivan Puluj», Ukraine*

---

### ABSTRACT

---

**Keywords:**

Ice cream  
Sandiness  
Iciness  
Oatmeal  
Ice  
Lactose

**Introduction.**

Sandiness and iciness are ice cream textural defects, which occur when storage, transportation and distribution conditions are disregarded. Possibility of oatmeal using for the formation of stable ice cream structure has been studied.

**Materials and methods.**

The shape and size of ice and lactose crystals have been conducted by using of an optical microscope and computer image processing. Overrun of ice cream has been measured by standard method.

**Results.** It has been established that the partial substitution of milk solids-not-fat (up to 25 %) for oatmeal (3 % of the total content of components) ensures the formation of lactose crystals, which size are less than 10  $\mu\text{m}$ , and prevents the appearance of sandiness during storage. Moreover, the addition of this oatmeal amount allows to reduce the content of high-cost stabilizer by 50 % of the initial content without negative influence on the process of water crystallization in ice cream. The average size of formed ice crystals are from 32.09 to 35.47  $\mu\text{m}$ . The evidence has been found that oatmeal biopolymers can form, in presence of milk proteins, aggregated “protective network” around ice crystals, which prevents the migratory ice recrystallization during temperature fluctuations (heat shock) and the formation of iciness in ice cream.

---

**Article history:**

Received 09.09.2013  
Received in revised form  
12.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

**Corresponding author:**

Olga Rybak  
E-mail:  
cmakota@ukr.net

---

УДК 663.674

## Застосування вівсяного борошна для покращення структури морозива

**Ольга Рибак**

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

### Вступ

У процесі виробництва морозива багатокомпонентну суміш піддають механічній, тепловій і термомеханічній обробці, внаслідок чого формується складна структура продукту. Якість цієї структури визначається дисперсністю повітряних і жирових фаз, а також формою й розмірами утворених кристалів льоду та лактози. За даними науковців [1, 2], структурні елементи загартованого морозива повинні відповідати наступним вимогам: кристали льоду від 20 до 100 мкм, кристали лактози – 1-10 мкм, жирові глобули – 2-7 мкм, повітряні бульбашки – 30-150 мкм.

При недотриманні технологічних режимів виробництва, невірно розрахованих рецептурах, використанні неякісної сировини або порушенні режимів зберігання у морозиві можлива поява різноманітних вад, які знижують показники його якості й, відповідно, попит серед споживачів. Утворення піщанистої і льодянистої структури є широко поширеними вадами морозива [3-5].

Піщаниста структура морозива є наслідком зростання кристалів лактози до розмірів понад 10 мкм, особливо при значних коливаннях температур при зберіганні й високому вмісті сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) у продукті. Сучасні технології, окрім дотримання режимів зберігання та чіткого контролю вмісту СЗМЗ у складі морозива, пропонують також використання гідролітичних препаратів, які гідролізують до 70-80 % лактози у суміші галактози та глюкози [6]. Формування льодянистої структури морозива спричинене великими кристалами льоду, надмірному зростанню яких сприяє низька в'язкість суміші перед фризруванням, незначна збитість, помірне заморожування та загартування продукту, а також коливання температур під час зберігання (так званий «тепловий шок»). А.Regand, H.D.Goff та інші науковці для запобігання росту кристалів льоду і збереження їх дрібних розмірів пропонують використовувати білкові речовини, які структурують лід [7, 8]. Дані білки міцно адсорбуються на поверхні кристалів льоду і попереджають їх подальше зростання. Традиційним способом для запобігання виникнення цієї вади є застосування стабілізаційних систем [1, 2], переважно закордонного виробництва.

На думку автора, внесення вівсяного борошна до складу молочного морозива надасть можливість попередити формування піщанистої і льодянистої структури у продукті. Застосування цього зернового інгредієнту дозволить частково замінити молочні рецептурні компоненти, при цьому відбудеться зниження вмісту лактози, а отже, ймовірно, унеможливлення появи такої вади консистенції як піщанистість. Окрім того, до складу вівса, як відомо, входять  $\beta$ -глюкани [9-11], які проявляють стабілізуючі властивості і можуть бути використані як стабілізатори водної фази під час виробництва морозива.

## Матеріали та методи

Для досліджень виготовлено зразки молочного морозива з нормативними показниками: масова частка жиру 3,0 %, СЗМЗ – 10,5 %, цукру - 14,5 %, сухих речовин – 28, %. У зразку 1 використано традиційну стабілізуючу систему (моно-, дигліцериди, камідь гуара, карагенан, полісорбат) у кількості 0,6 % (від загальної кількості компонентів), згідно із рекомендаціями фірми-виробника. Зразок 2 – це молочно-вівсяне морозиво, до складу якого включено вівсяне борошно у кількості 3 % (від загальної кількості компонентів) та знижено вміст стабілізаційної системи до 0,3 % (від загальної кількості компонентів), молочних компонентів відповідно до матеріального балансу сухих речовин й СЗМЗ.

Усі рецептурні компоненти дослідних зразків морозива відповідають вимогам чинних ДСТУ або інших нормативних документів і є дозволеними до використання у харчовій промисловості Міністерством охорони здоров'я України.

Визначення розмірів кристалів лактози здійснювали за методом ВНХІ [12], при цьому температуру загартованого морозива попередньо доводили до мінус (7-5) °С шляхом розморожування невеликого зразка продукту за температури оточуючого середовища мінус (4-3) °С. Мікроскопіювання проводили при збільшенні у 600 разів (15x40). Усі допоміжні засоби, що використовувалися (ніж, предметне і покривне скельця), матеріали й зразки морозива попередньо поміщали на 24 години у

морозильну камеру із температурою мінус 24±2 °С. Під час приготування зразка для мікроскопіювання забезпечували ізоляцію рук. Розміри кристалів визначали за допомогою окуляр-мікрометра, відградуйованого об'єкт-мікрометром. Підрахунок проводили у п'яти-семи полях зору кожного препарату за групами, що характеризуються розмірами кристалів. При кількості груп  $n$  середньозважений розмір (діаметр, мкм) кристалів по кожному препарату розраховували за формулою:

$$d_{\text{ср}} = \sqrt[3]{\sum_1^n d_i^3} \cdot \frac{N}{N_i}, \quad (1)$$

де  $d_i$  – середній діаметр кристалів у кожній групі, мкм;  $N_i$  – число кристалів у кожній групі;  $N$  – загальна кількість кристалів у всіх групах.

Визначення розмірів кристалів льоду проводили за допомогою світлового мікроскопа, який оснащений зеленим фільтром за температури не вище мінус 10 °С. Мікроскопіювання здійснювали при збільшенні у 160 разів (10x16). Усі допоміжні засоби, що використовувалися (ніж, предметне і покривне скельця), матеріали й зразки морозива попередньо поміщали на 24 години у морозильну камеру із температурою мінус 24±2 °С. Під час приготування зразка для мікроскопіювання забезпечували ізоляцію рук. Для отримання більш точних результатів із дослідного зразка морозива видаляли чисельні повітряні бульбашки шляхом роз'єднання покривного та предметного скельця із готовим зразком (попередньо охолодженим за температури мінус 24±2 °С) й додавання краплини попередньо охолодженого етилацетату. Далі зразок знову накривали покривним скельцем й мікроскопіювали [13]. Розміри кристалів визначали аналогічно як і для кристалів лактози.

Для визначення розмірів повітряних бульбашок пробу морозива наносили на тарировану сітку камери Горяева, зверху накривали покривним склом та відразу ж мікроскопіювали при збільшенні у 160 разів. Кристалики льоду при цьому плавилися, але піна зберігалася, бо за цих умов оболонки повітряних бульбашок не зневоднювалися. Підрахунок проводили у п'яти-семи полях зору. При кількості груп  $n$  середньозважений діаметр повітряних бульбашок по кожному препарату розраховували за формулою (1).

Під час визначення збитості  $m$  якого морозива одну і ту ж хімічну склянку ємністю 50 см<sup>3</sup> по черзі зважували порожньою, з сумішшю до фризрування та з морозивом. Суміш або морозиво, що виступають за межі стакана, обережно знімали ложкою або зрізали ножом. Збитість морозива ( $S$ ), %, вираховували за формулою:

$$S = \frac{m_m - m}{m} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де  $m_m$  – маса суміші для виробництва морозива певного об'єму, г;  $m$  – маса морозива того ж об'єму, г.

Співвідношення між вмістом лактози і води у морозиві для контролювання процесу кристалізації лактози розраховували за формулою:

$$O = \frac{100 \cdot L}{100 - N}, \quad (3)$$

де  $L$  – вміст лактози у морозиві, %;  $N$  – вміст сухих речовин у морозиві, %.

## Результати та обговорення

Використання вівсяного борошна як рецептурного компонента у складі молочного морозива надає можливість комбінування різних видів сировини й

здійснення часткової заміни молочних інгредієнтів на рослинні. Необхідність комбінування сировини у багатьох сучасних технологіях обумовлена не лише існуючими проблемами вітчизняної харчової промисловості (дефіцит якісної повноцінної сировини, неповне перероблення усіх складових компонентів та ін.), але й потребою забезпечення споживачів збалансованими харчовими продуктами на фоні недостатнього споживання білку, вітамінів, інших незамінних нутрієнтів [14]. Заміна молочних складових на рослинні при виробництві молочних продуктів десертного призначення частково дозволяє вирішити проблему дефіциту молока-сировини й знизити вплив сезонних коливань обсягів постачання молока на ефективність роботи підприємств.

Згідно із матеріальним балансом, складеним під час розрахунку рецептур морозива, із збільшенням кількості вівсяного борошна на 1 % (від загального вмісту компонентів) вміст СЗМЗ зменшується на 8,3 % від його початкової кількості. При проведенні заміни рецептурних складових не враховували вміст жиру у зерновому інгредієнті, так як його кількість є незначною (близько 5 %), порівняно із вмістом інших складових – білків та вуглеводів – 10,6 й 73,5 %, відповідно.

На рис.1 наведено результати заміни СЗМЗ у морозиві на рослинну складову. Кількість вівсяного борошна змінювали від 1 до 5 % (від загальної кількості компонентів). При внесенні у морозиво зернового інгредієнту у кількості 5 % ступінь заміни СЗМЗ на рослинну складову становить близько 40 % (від початкової кількості), а кількість СЗМЗ у продукті знижується від 10,5 до 6,2 % (від загальної кількості компонентів).

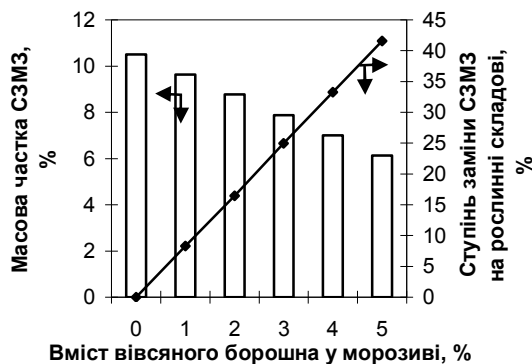
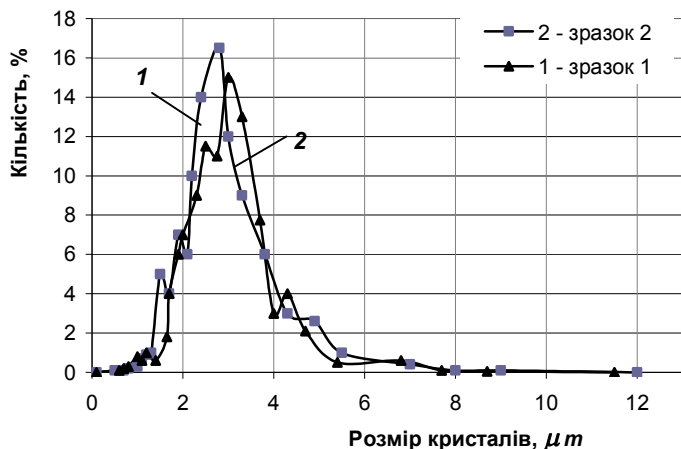
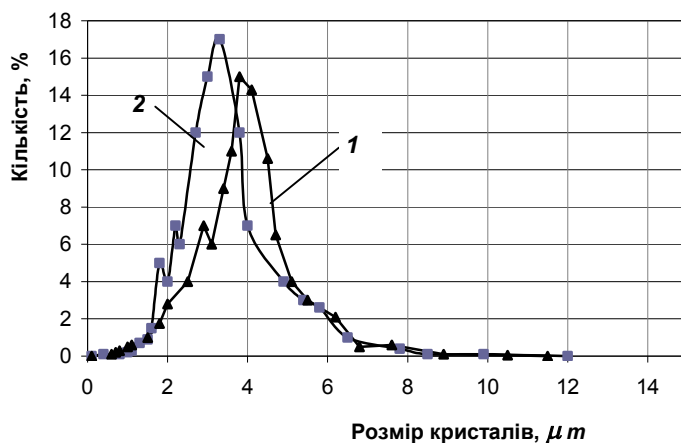


Рис.1. Зміна вмісту СЗМЗ у морозиві при різній кількості вівсяного борошна

Відомо, що вміст лактози у молоці і неферментованих молочних продуктах становить близько 55 % від усього вмісту СЗМЗ. При цьому лактоза як у молоці, так і у морозиві є розчиненою у водній фазі. Під час зберігання таких продуктів як морозиво відбувається виморожування значної кількості води. Так, при фризюванні морозива вміст вимороженої води становить 49,3-63,0 % (від загальної кількості компонентів), а при загартуванні за температур нижче мінус 20 °С – 74,6-82,9 %. Ці зміни відповідно спричинюють зменшення кількості води, яка виявляє властивості розчинника і призводить до перенасичення розчину лактози та подальшому інтенсивному зростанні її кристалів. На думку автора, зниження концентрації лактози сприятиме попередженню виникнення великих кристалів. Визначено, що при додаванні 5 % вівсяного борошна вміст лактози знижується до 3,4 % (від загальної кількості компонентів), тоді як початковий вміст становить 5,8 %.



**а**



**б**

**Рис. 2. Розподіл кристалів лактози у морозиві після зберігання:  
а – 3 місяці  
б - 12 місяців**

Додаткове внесення вівсяного борошна у суміш для виробництва морозива ймовірно може пришвидшити процес кристалізації лактози. Відомо, що для формування нової фази у будь-якій системі потрібно проходження двох стадій: перша – утворення центрів конденсації (зародків), друга – їхній ріст [15, 16]. Якщо у переохолодженій рідині наявні чужорідні ядра конденсації, то різко знижується енергетичний бар'єр зародження нової фази і зростає швидкість утворення центрів кристалізації. У випадку наявності у складі морозива вівсяного борошна його часточки здатні виконувати роль чужорідних центрів кристалізації, що може спричинювати як позитивні так і негативні наслідки. Так, при незначному зниженні концентрації лактози у суміші і присутності часточок зернопродукту можливе утворення більших кристалів лактози у порівнянні із зразком, виготовленим без зернового компоненту. Причиною цього є те, що увесь час зберігання морозива із вівсяним

борошном іде, в основному, на ріст кристалів, у той час як у зразку без рослинного інгредієнту – на утворення центрів кристалізації, а потім лише на їх ріст.

Подібні негативні тенденції спостерігали у морозиві із вмістом вівсяного борошна нижче 2 %. Надзвичайно велика кількість чужорідних центрів конденсації (як у випадку вівсяного борошна понад 4 %) спричинює аналогічні наслідки.

Для формування кристалів лактози, розмірами не більше 10 мкм, найбільш сприятлива заміна молочних компонентів на зерновий відмічена при використанні 2-3 % останнього. При цьому вміст лактози зменшився до 4,33 % (від загальної кількості компонентів), а ступінь заміни СЗМЗ на рослинні складові – до 25 %.

З метою контролювання процесу кристалізації лактози у морозиві науковцями розроблено розрахункове співвідношення О (%) [17]. Відомо, що при значенні О=8,5 % за сприятливих умов у продукті ймовірне формування піщастої структури. Визначено, що у зразку 1 співвідношення становить 8,02% і є близьким до величини, яка характеризує ризик появи даної вади. Співвідношення лактози і води у зразку 2 є нижчим і становить 6,01%.

Дана величина гарантує формування у морозиві кристалів лактози, розміри яких не перевищують гранично допустимі – 10 мкм, що підтверджується результатами досліджень (рис. 2). Під час визначення середнього розміру кристалів лактози встановлено, що після 3-х місяців зберігання їх значення не перевищують рекомендовані (4,00 мкм) [1] й становлять 3,36 та 2,80 мкм, відповідно у зразках 1 і 2.

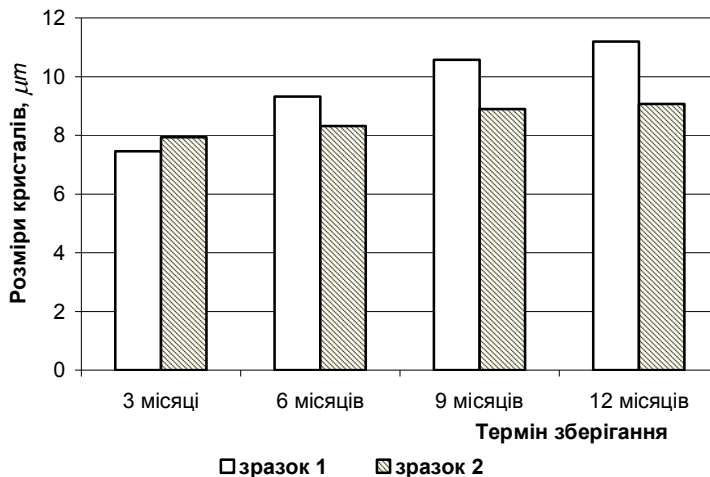


Рис. 3. Максимальні розміри кристалів лактози у морозиві

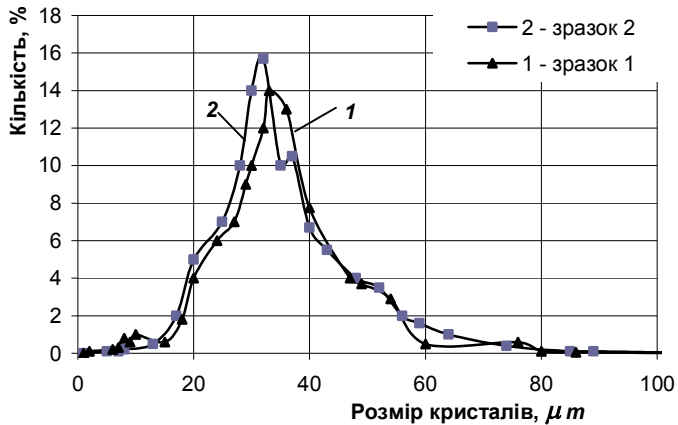
У процесі подальшого зберігання морозива в обох зразках спостерігали ріст кристалів лактози (рис. 2.б), викликаний переохолодження і перенасичення розчину. Після 12-ти місяців зберігання середній розмір кристалів лактози у зразку 1 становив 4,35 мкм при максимальному, який був виявлений – 11,19 мкм (рис. 3). Тоді як у зразку 2 середній розмір – 3,80 мкм, максимальний – 9,07 мкм, що цілком відповідають рекомендованим значенням, необхідним для формування якісної структури морозива.

Виморожування води у процесі фризеравання та подальшому загартуванні сприяє набуттю морозивом щільної консистенції, високої міцності й опору до танення. Для органолептичних властивостей продукту важливим є формування дрібних кристалів льоду

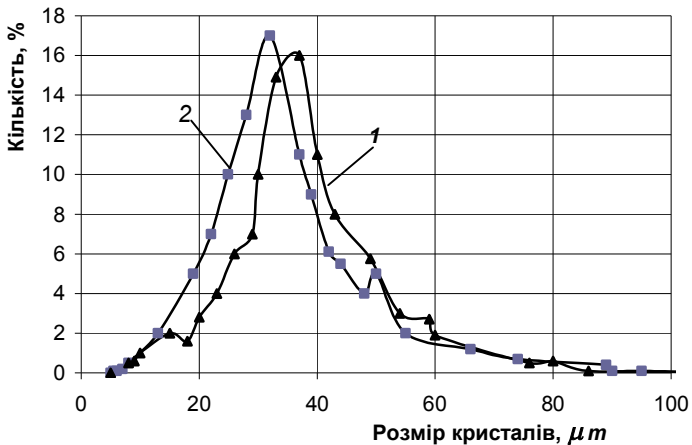


однакової форми – дендритної, що забезпечує однорідну, ніжну консистенцію замороженого продукту. З метою регулювання процесу кристалізації водної фази у виробництві морозива застосовують цілий ряд технологічних заходів, серед яких і використання стабілізаторів або стабілізаційних систем. Ці речовини зв'язують значну кількість вільної вологи й перешкоджають тим самим утворенню великих кристалів льоду.

Результати проведених досліджень (рис.4) підтверджують можливість заміни широко використовуваних стабілізаційних систем, закордонного виробництва, на вітчизняне вівсяне борошно у виробництві морозива без зниження показників якості готового продукту. В обох зразках спостерігали формування розгалуженої сітки із кристалів льоду дендритної форми, середні розміри яких не перевищують рекомендовані значення – 34,0 мкм [1]. Під час зберігання морозива за сталих температурних режимів (мінус  $24 \pm 2$  °C) не спостерігали суттєвих змін у формі й розмірах кристалів льоду (рис. 4.б), що є позитивним фактором для забезпечення якісних показників готового продукту.



а



б

Рис. 4. Розподіл кристалів льоду у морозиві:  
а - свіжовиготовлене  
б - після 12-ти місяців зберігання

Важливою умовою формування стабільної структури морозива із високими показниками якості є здатність кристалів льоду зберігати початкові розміри і форму за температурних коливань під час зберігання, транспортування й реалізації. З метою виявлення даної властивості загартовані зразки морозива підданно «тепловому шоку» шляхом опілення у термостаті протягом  $10 \pm 2$  хв за температури  $20 \pm 2$  °C й повторному заморожуванню за температури мінус  $24 \pm 2$  °C протягом 24 год.

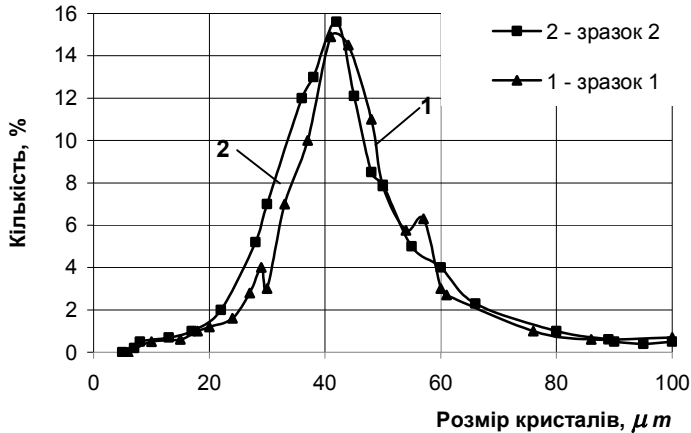


Рис.5. Розподіл кристалів льоду у морозиві після «теплого шоку»

В обох зразках морозива після "теплого шоку" відбулися зміни у розмірах й формі кристалів льоду, що обумовлено частковим переходом води з кристалічного стану у рідиноподібний. При цьому були виявлені поодинокі кристали льоду розмірами, близькими до 100 мкм, кількість яких не перевищувала 0,5 % (рис.5), формування льодянистої структури не спостерігали. На думку автора, цьому явищу сприяло утворення «захисного каркасу» із біополімерів навколо кристалів льоду (рис. 6).

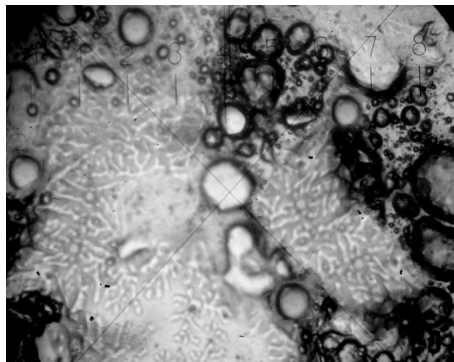


Рис. 6. Мікрофотографія морозива після «теплого шоку»

Згідно із дослідженнями [7] компоненти стабілізаційних систем у присутності білків молока здатні утворювати "захисний каркас" навколо початково сформованих

кристалів льоду, що попереджує міграцію молекул води до більш термодинамічно вигідних кристалів льоду [18], які є більшими за розмірами. Вільна волога після зниження температури викристалізується у тому ж місці, оскільки вона була немов би «зачиненою» у білково-вуглеводневій комірці.

Збереженню форми і розмірів кристалів льоду під час температурних коливань також сприяли й висока дисперсність повітряної фази (рис. 7) та збитість морозива – 110,1 й 117,1 %, відповідно у зразку 1 і 2. Причиною цього є те, що із збільшенням збитості і дисперсності повітряної фази теплопровідність морозива знижується [1] й тим самим забезпечує тривале зберігання як розмірів кристалів льоду, так і інших споживчих властивостей продукту.

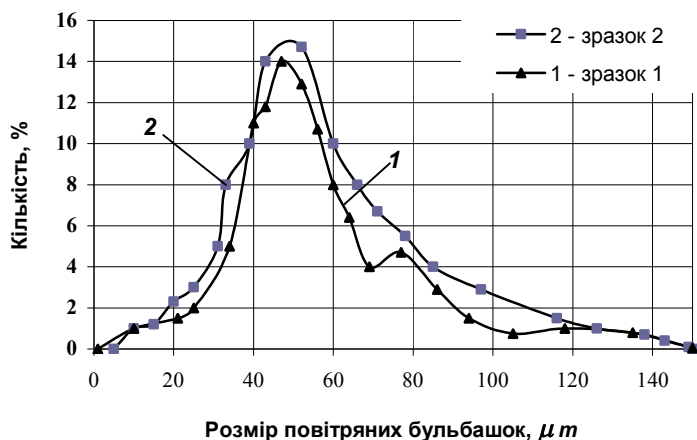


Рис. 7. Розподіл повітряних бульбашок у морозиві

## Висновки

Вівсяне борошно доцільно застосовувати для забезпечення формування стабільної структури молочного морозива і зниженню ризику виникнення таких вад консистенції як піщанистість і льодянистість.

Часткова заміна молочних рецептурних компонентів на вівсяне борошно у кількості 3 % (від загальної кількості складових) знижує співвідношення між лактозою і водою у продукті до 6,01%, що гарантує утворення і збереження кристалів лактози розмірами до 10 мкм упродовж гарантованого строку придатності – 12 місяців. Комбінування молочної і рослинної сировини у складі морозива не знижує його органолептичні властивості, харчову та енергетичну цінність.

Додавання до складу молочного морозива 3 % вівсяного борошна компенсує до 50 % (від початкового вмісту) високоартісної сучасної стабілізаційної системи без негативного впливу на процес кристалізації водної фази у продукті. При цьому кристали льоду зберігають початкову дендритну форму і розміри відгалужених кристалів (в середньому 33,47 мкм) як при сталих температурах, так і при температурних коливаннях за рахунок утворення захисного білково-вуглеводневого "каркасу". Механізм формування даного «захисного каркасу», а також взаємодія його компонентів потребує подальшого вивчення.

## Література

1. Справочник по производству мороженого / [Оленев Ю.А., Творогова А.А., Казакова Н.В., Соловьева Л.Н.]. – М. : ДеЛи принт, 2004. – 798 с.
2. Маршал Р. Мороженое и замороженные десерты / Маршал Р., Гофф Г., Гартел Р. ; пер. с англ. В.И. Василевського. – Спб. : Профессия, 2005. – 376 с.
3. Olson D.W. Properties of Frozen Dairy Desserts Processed by Microfluidization of their Mixes / D.W. Olson, C.H White, C.E Watson // *Journal of Dairy Science*. – 2002. – Vol. 86, № 4. – P. 1157-1167.
4. Livney Y.D. Influence of Temperature on Crystallization of Lactose in Ice cream / Y.D. Livney, D. P. Donhowe, R. W. Hartel // *International Journal of Food Science & Technology*. – 1995. – Vol. 30, № 3. – P. 311-320.
5. Adapa S. Mechanisms of Ice Crystallization and Recrystallization in Ice Cream: a review / S. Adapa, K.A. Schmidt, I.J. Jeon, T.J. Herald, R.A. Flores // *Food Reviews International*. – 2000. – Vol. 16, № 3. – P. 259-271.
6. Поліщук В.М. Позиція компанії «CHR. HANSEN» на ринку морозива / В.М. Поліщук // *Світ морозива та холоду*. – 2004. – № 1. – с.20-22.
7. Regard A. Ice Recrystallization Inhibition in Ice Cream as Affected by Ice Structuring Proteins from Winter Wheat Grass / A.Regard, H.D. Goff // *Journal of Dairy Science*. – 2006. – Vol. 89, № 1. – P. 49-57.
8. Griffith M. Antifreeze Proteins and their Potential Use in Frozen Foods / M. Griffith, K.V.Ewart // *Biotechnology Advances B*. – 1995. – Vol. 13, № 3. – P. 375-402.
9. Капрельянец Л. В. Функціональні продукти / Л. В. Капрельянец, К. Г. Іоргачова. – Одеса : Друк, 2003. – 312 с.
10. Bhattay R. Laboratory and Pilot Plans Extraction and Purification of  $\beta$ -glucans from Oat Grains / R. Bhattay // *Journal of Cereal Chemistry*. – 1999. – Vol. 22, № 2. – P. 163-170.
11. Справочник по гидроколлоидам / Г.О. Филлинс, Н.А. Вильямс (ред); пер.с англ. А.А.Кочетовой, Л.А. Сарафановой. – Спб. : ГИОРД, 2006. – 536 с.
12. Крусъ Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусъ, А. М. Шалыгина, З. В. Волокитина – М. : Колос, 2002. – 368 с.
13. Donhowe D. P. Determination of Ice Crystal Size Distributions in Frozen Desserts / D. P. Donhowe, R. W. Hartel, R. L. Bradley // *Journal of Dairy Science*. – 1999. – Vol. 74, № 10. – P. 3334-3344.
14. Huth P. Major Scientific Advances with Dairy Foods in Nutrition and Health / P. Huth, G. Miller // *Journal of Dairy Science*. – 2006. – Vol. 89, № 4. – P. 1207-1221.
15. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы/ Фролов Ю. Г. – М. : Химия, 1988. – 464 с.
16. Урьев Н. Б. Пищевые дисперсные системы / Н. Б. Урьев, М. А. Талейсник. – М. : Агропромиздат, 1985. – 296 с.
17. Азов Г. М. Справочник по производству мороженого / Г.М. Азов, А. Г. Бурмакин, И. Б. Гисин Г.М, Дезент. – М.: Пищевая пром-сть, 1970. – 432 с.
18. Flores A. A. Recrystallization in Ice Cream After Constant and Cycling Temperature Storage Conditions as Affected by Stabilizers / A. A. Flores, H. D. Goff // *Journal of Dairy Science*. – 1999. – Vol. 82, № 7. – P. 1408-1415.

## References

1. Olenev Yu.A., Tvorogova A.A., Kazakova N.V., Solov'eva L.N. (2004), *Spravochnik po proizvodstvu morozhenogo*, DeLi print, Moskva.
2. Marshal R., Goff G., Gartel R. (2005), *Morozhenoe i zamorozhennye deserty*, Professiya, Sank-Peterburg.
3. D.W. Olson, C.H White, C.E Watson (2002), Properties of Frozen Dairy Desserts Processed by Microfluidization of their Mixes, *Journal of Dairy Science*, 86(4), pp. 1157-1167.
4. Y.D. Livney, D. P. Donhowe, R. W. Hartel (1995), Influence of Temperature on Crystallization of Lactose in Ice cream, *International Journal of Food Science & Technology*, 30(3), pp. 311–320.
5. S. Adapa, K.A. Schmidt, I.J. Jeon, T.J. Herald, R.A. Flores (2000), Mechanisms of Ice Crystallization and Recrystallization in Ice Cream: a review, *Food Reviews International*, 16(3), pp. 259–271.
6. Polishchuk V.M (2004), Prozytsiia kompanii «CHR. HANSEN» na rynku morozyva, *Svit morozyva ta kholodu*, 1, pp. 20-22.
7. A.Regard, H.D. Goff (2006), Ice Recrystallization Inhibition in Ice Cream as Affected by Ice Structuring Proteins from Winter Wheat Grass, *Journal of Dairy Science*, 89(1), pp. 49-57.
8. M. Griffith, K.V.Ewart (1995), Antifreeze Proteins and their Potential Use in Frozen Foods, *Biotechnology Advances*, 13(3) pp. 375–402.
9. L. V. Kaprel'yants, K. G. Iorgachova (2003), *Funktsional'ni produkti*, Druk, Odesa.
10. Bhatti R. (1999), Laboratory and Pilot Plans Extraction and Purification of  $\beta$ -glucans from Oat Grains, *Journal of Cereal Chemistry*, 22(2), pp. 163-170.
11. G.O. Fillins, N.A. Vil'yams (2006), *Spravochnik po gidrokoloidam, trans. from eng. A.A.Kochetova, L.A. Sarafanova*, GIORD, Sankt-Peterburg.
12. G. N. Krus', A. M. Shalygina, Z. V. Volokitina (2002), *Metody issledovaniya moloka i molochnikh produktov*, Kolos, Moskva.
13. D. P. Donhowe, R. W. Hartel, R. L. Bradley (1999), Determination of Ice Crystal Size Distributions in Frozen Desserts, *Journal of Dairy Science*, 74(10), pp. 3334-3344.
14. P. Huth, G. Miller (2006), Major Scientific Advances with Dairy Foods in Nutrition and Health, *Journal of Dairy Science*, 89(4), pp. 1207-1221.
15. Frolov Yu. G. (1988), *Kurs kolloidnoy khimii. Poverkhnostnye yavleniya i dispersnye sistemy*, Khimiya, Moskva.
16. N. B. Ur'ev, M. A. Taleysnik (1985), *Pishchevye dispersnye sistemy*, Agropromizdat, Moskva.
17. G.M. Azov, A. G. Burmakin, I. B. Gisin, G.M Dezent (1970), *Spravochnik po proizvodstvu morozhenogo*, Pishchevaya promyshlennost', Moskva.
18. A. A. Flores, H. D. Goff (1999), Recrystallization in Ice Cream After Constant and Cycling Temperature Storage Conditions as Affected by Stabilizers, *Journal of Dairy Science*, 82(7), pp. 1408-1415.

## Scientific and practical basis of potato processing for food products

**Anatoliy Mazur**

*Belarusian state agrarian technical university, Minsk, Republic of Belarus*

---

**Keywords:**

Potato  
Mashed potato  
Cell  
Drying  
Frying

---

**ABSTRACT**

**Introduction.** The problem of high-performance potato processing for a large variety of food products is extremely relevant. The aim of research is to specify scientific and practical basis of potato processing for fry mashed potato and potato crisps.

**Materials and methods.** Universally accepted techniques for studying raw materials and final products have been used in this work. Experimental data have been processed with the help of the methods of mathematical statistics.

**Results.** Economic expediency of potato processing into dry mashed potato and potato crisps has been shown. The character of changes of reducing sugars and dry substances in tubers during the storage has been determined. It has been recommended for getting products of high quality to subject to obligatory acclimatization all kinds of potato for 20 days at the temperature 15-20 C before the processing. The consistence of mashed potato during cooking and drying processes has been established. Optimal conditions for potato crisps production have been scientifically grounded.

---

**Article history:**

Received 20.09.2013  
Received in revised form  
29.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

**Corresponding author:**

Anatoliy Mazur  
E-mail:  
6557206@mail.ru

---

УДК 664.834.25.

## Научно-практические основы технологий переработки картофеля на продукты питания

**Анатолий Мазур**

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь*

### **Введение**

Состояние промышленной переработки картофеля на продукты питания на просторах бывшего Союза значительно ухудшилось. Процент переработки выращенного картофеля снизился до 1%, в тоже время в странах Европы и США

доля переработки картофеля составляет 60-80%, а ассортимент картофелепродуктов возрос от 10-15 наименований до 28-30. Самыми распространенными продуктами из картофеля являются сухое картофельное пюре в виде гранулята и хрустящий картофель – чипсы из свежего картофеля. Зарубежная практика и многочисленные работы по производству продуктов питания из картофеля показали экономическую целесообразность переработки картофеля в первую очередь на хрустящий картофель и сухое картофельное пюре, которая заключается в:

- ликвидации потерь картофеля при хранении;
- повышении пищевой ценности путем создания продукта функционального назначения как диетического, так и лечебно-профилактического;
- сокращения емкостей для хранения и транспортировки картофелепродуктов в 6-7 раз по сравнению со свежим картофелем;
- создании возможности рационального использования отходов;
- улучшении условий труда и быта населения.

Сравнительная себестоимость производства 1 кг сухого картофельного пюре в домашнем хозяйстве почти в 2 раза выше, чем промышленная выработка. Решается важная социальная задача, связанная с увеличением свободного времени населения. Сухое картофельное пюре используют как полуфабрикат для общественного питания, а также сырье для производства широкого ассортимента картофелепродуктов – котлет, биточков, чипсов, снеков и др. Хрустящий картофель является высококачественным готовым продуктом непосредственного потребления, не требующей кулинарной обработки.

### **Материалы и методы**

В лабораторных и производственных условиях ОАО «Машпищепрод» (г. Марьина Горка Минская область, Беларусь), где выпускаются данные продукты, были проведены исследования по уточнению научно-практических основ технологий сухого картофельного пюре и хрустящего картофеля.

Отбор проб, подготовку и проведение испытаний проводили общепринятыми и специальными органолептическими, физико-химическими и микробиологическими методами оценки и анализа свойств сырья и готовой продукции. Содержание крахмала определяли по методу Эверса, содержание общих и редуцирующих сахаров – методом Бертрана; жирнокислотный состав растительных масел – методом газовой хроматографии. Массовую долю жира в хрустящем картофеле определяли рефрактометрическим методом, содержание белка – Кельдаля.

Совокупность полученных результатов исследований характеризовали среднеарифметическим значением, которое определяли из трех параллельных опытов при 3...5 кратном повторении измерений. Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики с использованием стандартных компьютерных программ.

### **Результаты и обсуждение**

Для опытов были выбраны распространенные сорта картофеля белорусской и украинской селекции со следующими физико-химическими показателями качества [1], представленными в табл. 1.

Показатели качества сортов картофеля

Сорт картофеля	Содержание сухих веществ, %	Содержание крахмала, %	Содержание редуцирующих сахаров, %
Синтез	23,8±0,1	21,2±0,5	0,10±0,02
Дезире	22,1±1,0	21,0±0,5	0,13±0,03
Темп	21,5±0,1	20,5±0,5	0,12±0,03

Эти сорта наиболее пригодные для производства сухого картофельного пюре и хрустящего картофеля, имеющие округло-овальную форму, отличающиеся неглубоким залеганием глазков на поверхности, более низким содержанием редуцирующих сахаров и высоким содержанием сухих веществ.

Установлено, что в процессе хранения картофеля происходит интенсивное накопление в нем редуцирующих сахаров, особенно при низких температурах и характер накопления редуцирующих сахаров в клубнях при температуре 2...4°C носит явно выраженную сортовую особенность [2] (рис. 1).

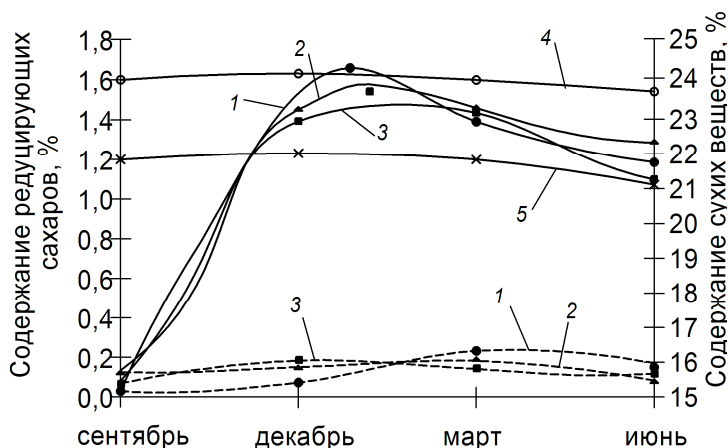


Рис. 1. Характер изменения в клубнях сухих веществ и редуцирующих сахаров в процессе хранения:

Редуцирующие сахара:

— температура хранения 2...4°C

----- температура хранения 6...8°C

Сорта: 1 – Синтез; 2 – Дезире; 3 – Темп.

Сухое вещество:

Сорта: 4 - Синтез; 5 - Темп.

Было исследовано изменение содержания редуцирующих сахаров в картофеле в течение 25 суток акклиматизации после его холодного хранения (табл. 2), при этом содержание редуцирующих сахаров в картофеле значительно снижается. Поэтому акклиматизацию следует проводить не менее двадцати суток при температуре 15...20°C независимо от сорта картофеля, что обеспечивает минимальное содержание редуцирующих сахаров, наиболее приемлемое для переработки. После проведения акклиматизации все испытываемые сорта картофеля дают продукцию



хорошего качества (табл. 3). Качество обжаренных продуктов определяли по десятибалльной шкале.

**Таблица 2**  
Изменение содержания редуцируемых сахаров в клубнях и качество хрустящего картофеля в период акклиматизации

Сорт	Продолжительность акклиматизации, сут.									
	0		10		15		20		25	
	%	балл	%	балл	%	балл	%	балл	%	балл
Синтез	0,54	3,7	0,40	4,0	0,23	4,8	0,12	7,1	0,12	7,1
Темп	0,57	3,5	0,41	3,9	0,24	4,7	0,14	6,9	0,13	6,9
Дезире	0,48	4,0	0,38	4,1	0,21	5,0	0,17	6,5	0,17	6,5

**Таблица 3**  
Влияние акклиматизации на содержание редуцирующих сахаров в клубнях и качество хрустящего картофеля в зависимости от сорта и срока хранения

Сорт	Сентябрь		Температура хранения 2...4° С					
	Содержание редуцирующих сахаров, %	Качество хрустящего картофеля, балл	после акклиматизации					
			содержание редуцирующих сахаров, %			качество хрустящего картофеля, балл		
			декабрь	март	июнь	декабрь	март	июнь
Темп	0,12±0,05	8,0	0,14±0,02	0,14±0,03	0,16±0,02	6,2	7,2	7,2
Дезире	0,13±0,04	7,9	0,17±0,02	0,17±0,01	0,16±0,02	6,0	6,5	8
Синтез	0,10±0,02	8,7	0,12±0,02	0,14±0,02	0,15±0,01	6,7	7,3	6,7

Из таблицы 3 и рис. 1 видно, что характер изменения в клубнях редуцирующих сахаров при  $t = 2-4^{\circ} \text{C}$  носит сортовую особенность, а содержание сухих веществ не зависит от продолжительности хранения и зависит лишь от исходного содержания их в клубнях.

Повышение содержания сухих веществ в картофеле на 1% увеличивает рентабельность переработки на 10-20%. Кроме того, картофель должен обладать незначительным количеством редуцирующих сахаров (не более 0,25) и свойством не накапливать их при продолжительном хранении клубней. Большое содержание сахаров вызывает снижение качества готового продукта в результате протекания меланоидиновых реакций между редуцирующими сахарами и аминокислотами. При этом образуется темноокрашенные вещества, которые вызывают потемнение продукта, ухудшение его вкуса, развариваемости, набухаемости. Для уточнения научно-практических основ технологии переработки картофеля на сухое картофельное пюре проведены исследования по определению количества разрушенных клеток картофельных клубней.

Полученные данные показаны в табл. 4.

**Разрушение клеток картофельного пюре при различных способах обработки клубней**

Стадии технологического процесса	Количество разрушенных клеток, %
Бланширование	0,1-0,2
Варка	0,1-0,2
Разминание при различных температурах	
80°C	2,1
40°C	11,8
20°C	32,5
10°C	37,8
Сушка контактная на одновальцевых сушилках	4,5-5,0
Кондиционирование продукта с 2-х стадийной пневматической сушкой	0-0,1

Микроскопические исследования ткани вареного картофеля [3] и данные табл. 4 показали, что большие набухающие зёрна крахмала полностью заполнили клетки и все стенки клеток остались неповреждёнными (целыми) после варки. Исследования картофеля, разминаемого при температурах, близких к температуре варки, свидетельствуют о том, что разделение клеток происходит легко и повреждения стенок клеток незначительны. Однако по мере уменьшения температуры разминания процесс разрушенных клеток увеличивается. Так, понижение температуры разминания с 80° до 10°C приводило к восемнадцатикратному увеличению процента разрушенных клеток с 2,1 до 37,8.

Наиболее важную роль для получения качественного сухого картофельного пюре играет сушка, при которой недопустимо изменение цвета продукта и его естественных органолептических свойств, которое может произойти при взаимодействии аминокислот и сахаров, а сушильный агент должен иметь температуру, при которой не происходили бы карамелизация и разрушение картофельных клеток. Для сушки картофельного пюре применяют различные способы, но в последние годы используются два основных способа сушки: контактный на одновальцевых сушилках и кондиционирование с пневматической сушкой. Большое преимущество использования пневматических сушилок является получение продукта высокого качества, что достигается благодаря невысокой температуре нагрева продукта и непродолжительному контакту распыленного продукта с агентом сушки, возможность регулировать температуру и длительность процесса. При этом количество разрушенных клеток на одновальцевых сушилках составляет 5,7-7,4 %, а пневматических только 0-0,1 %, что сказывается на качестве готового продукта (табл. 5).

Из табл. 5 видно, что использование пневматических сушилок с мягкими режимами сушки и проведение кондиционирования продукта обеспечивает получение сухого картофельного пюре в виде гранулята, выгодно отличающегося от хлопьев по продолжительности восстановления, насыпной массе, количеству разрушенных клеток, выражающих клейкость продукта, а также по количеству жидкости, добавляемой для восстановления.

Сравнительные показатели качества сухого картофельного пюре

Наименование показателей	Характеристика продукта	
	хлопья	гранулят
Внешний вид	сухой сыпучий продукт в виде пластинок	сухой сыпучий продукт в виде порошка
Консистенция восстановленного пюре	однородная, свойственная картофельному пюре, выраженной клейкости	однородная, свойственная картофельному пюре, без выраженной клейкости
Продолжительность восстановления, мин	2-3	1-2
Насыпная масса, г/дм <sup>3</sup>	200-300	700-800
Размер частиц, мм	0,8-10,0	не более 1,0
Количество жидкости, в 1 весовой части сухого продукта, весовых частей	4,0-4,5	5,5-6,0
Количество разрушенных клеток, %	5,7-7,4	1,3-2,6

При исследовании качества хрустящего картофеля изучали влияние температуры воды, подаваемой в процессе резки. Установлено, что с увеличением температуры воды поверхность лепестков картофеля становится гладкой, при этом уменьшается их маслопоглощательная способность, они равномерно впитывают масло, и полученный продукт имеет по всей поверхности одинаковый цвет и приятный вкус. Маслопоглощательная способность уменьшается, так как в большей степени сохраняется целостность клеток в отличие от лепестков с шероховатой поверхностью. Оптимальная температура воды составляет 45...50°C.

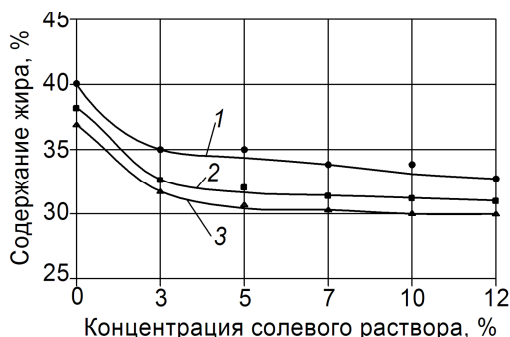
Для улучшения качества готовой продукции лепестки после промывки бланшировали. Бланширование заключалось в минутной обработке лепестков картофеля горячей водой. Оно не должно клейстеризовать продукт, а необходимо для снижения содержания редуцирующих сахаров и инактивации ферментов, что способствует повышению качества обжаренных продуктов. В нашем случае бланширователь не выполняет технологические функции как при производстве, например, сухого картофельного пюре, где процесс бланширования протекает в течение 10...20 минут и необходим для гидратации крахмальных зерен. [4]

Изучение процесса осмотического обезвоживания показало, что при увеличении концентрации солевого раствора наблюдается увеличение количества сухих веществ в лепестках картофеля и снижение жира в хрустящем картофеле.

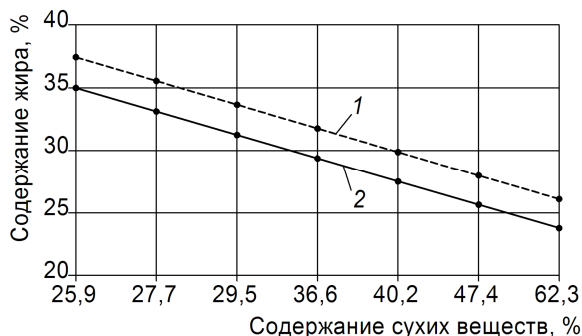
Так, при проведении процесса осмотического обезвоживания в растворах соли от 3 до 12% концентрации количество сухих веществ увеличилось с 18,5 до 22,3% (сорт Темп, 10,8 см<sup>-1</sup>). При этом содержание жира в готовом продукте заметно снижается: с 35,8 до 31,2% (рис. 2).

Исследования показали [5], что при концентрации соли 3...5% и содержании сухих веществ в картофеле не менее 21,5% готовый продукт имел вкус, удовлетворяющий по степени солёности. При этом для получения хрустящего картофеля высокого качества следует проводить обработку лепестков картофеля путем последовательных процессов бланширования при температуре 78-80°C в течение 1...2 минут и осмотического обезвоживания в соленом растворе концентрацией 5% в течение 10 минут.

Изучено влияние количества сухих веществ в подготовленных лепестках картофеля на качество хрустящего картофеля. Достижимое в процессе подсушки увеличение содержания сухих веществ в лепестках картофеля обеспечивает снижение жира в хрустящем картофеле (рис. 3). Так, например, у готового продукта, приготовленного из картофеля сорта Синтез, содержание жира снизилось с 35 до 24,2% при увеличении содержания сухих веществ с 25,9 до 62,3% соответственно.



**Рис. 2. Влияние процесса осмотического обезвоживания на содержание жира в хрустящем картофеле в лепестках с уд. пов. 10,8 см<sup>-1</sup>:**  
1 - сорт Синтез; 2 - сорт Дезире; 3 - сорт Темп



**Рис.3. Влияние содержания сухих веществ в лепестках картофеля на содержание жира (сорт Синтез, уд. пов. 14,1 см<sup>-1</sup>):**  
1 – не бланшированные  $y = -1,842x + 39,529, R^2 = 0,988$   
2 – бланшированные  $y = -1,785x + 37,129, R^2 = 0,992$

Оптимальным содержанием сухих веществ при подсушке лепестков картофеля является 37...40%, которое обеспечивает высокое качество готового продукта. При более высоком содержании сухих веществ (более 40%) хрустящий картофель становится жестким, а на поверхности появляются горелые края (табл. 6).

Следует отметить, что оптимальное содержание сухих веществ при подсушке лепестков картофеля обеспечивается при продолжительности данного процесса в течение 105...120 минут. Для интенсификации процесса подсушки использовали последовательно сушилку в виброкипящем слое и затем ленточную конвейерную сушилку, что сокращает время подсушки до 20..30 минут.

Таблица 6

**Влияние процесса подсушки бланшированных лепестков картофеля на показатели качества готового продукта**

Удельная поверхность, см <sup>-1</sup>	Время подсушки, мин	Содержание сухих веществ,%	Качество хрустящего картофеля, балл	
			Дезире	Синтез
14,1	0	22,0±1,4	8,3	8,4
	30	25,7±1,2	8,2	8,4
	60	29,7±1,2	8,2	8,3
	90	36,9±1,4	8,0	8,3
	105	40,2±0,9	8,0	8,3
	120	49,7±1,3	6,9	6,8
	150	62,0±1,3	5,6	5,5
10,8	0	22,2±1,4	8,3	8,2
	30	28,7±1,2	8,2	8,0
	60	32,1±0,8	8,0	8,0
	90	36,8±1,1	8,0	8,0
	120	40,0±1,4	8,0	8,0
	150	44,0±1,4	6,9	6,9
	180	61,0±1,3	5,8	5,7

В результате математической обработки экспериментальных данных по влиянию удельной поверхности и температуры масла на содержание жира в хрустящем картофеле, приготовленном из картофеля сорта Дезире, получено следующее уравнение:

$$\hat{a}_2 = -70,29 + 9,12 \times C_1 + 0,72 \times C_2 - 0,1 \times C_1^2 - 0,03 \times C_1 \times C_2$$

Аналогично получены зависимости и для других сортов картофеля.

После проведения органолептической оценки полученных образцов хрустящего картофеля по внешнему виду, цвету, запаху, консистенции и вкусу было установлено, что высокое качество готового продукта обеспечивается при обжаривании кусочков картофеля, удельная поверхность которых составляет 10,8...14,1 см<sup>-1</sup>. Это лепестки толщиной 1,5...2,0 мм и соломка сечением 3,0...4,0x4,0 мм. При толщине лепестков картофеля менее 1,5 мм происходит избыточное маслонакопление продукта при обжаривании из-за увеличения удельной поверхности кусочков картофеля, а при толщине более 2 мм не обеспечивается высокое качество готового продукта (обжаренный продукт имеет подгоревшие края, мягкую середину).

Для обжаривания продукта применяли обжарочную печь, где для нагрева растительного масла в качестве теплоносителя использовали термальное масло, что выгодно отличает ее от обжарочных печей, где нагрев растительного масла производится непосредственно электрическими нагревателями.

Оптимальная температура обжаривания - 145-150±1°С в течение 3-3,5 мин.

В отличие от традиционной технологии в разработанной технологии производства хрустящего картофеля научно обоснованы процессы резки, бланширования, обработки поваренной солью, подсушки и обжаривания, что обеспечило получение готового продукта с высокими органолептическими и физико-химическими показателями (рис. 4). Так, цвет продукта равномерно золотистый вместо неравномерного желтого, а содержание жира в продукте уменьшилось с 34,2% до 27,7%.

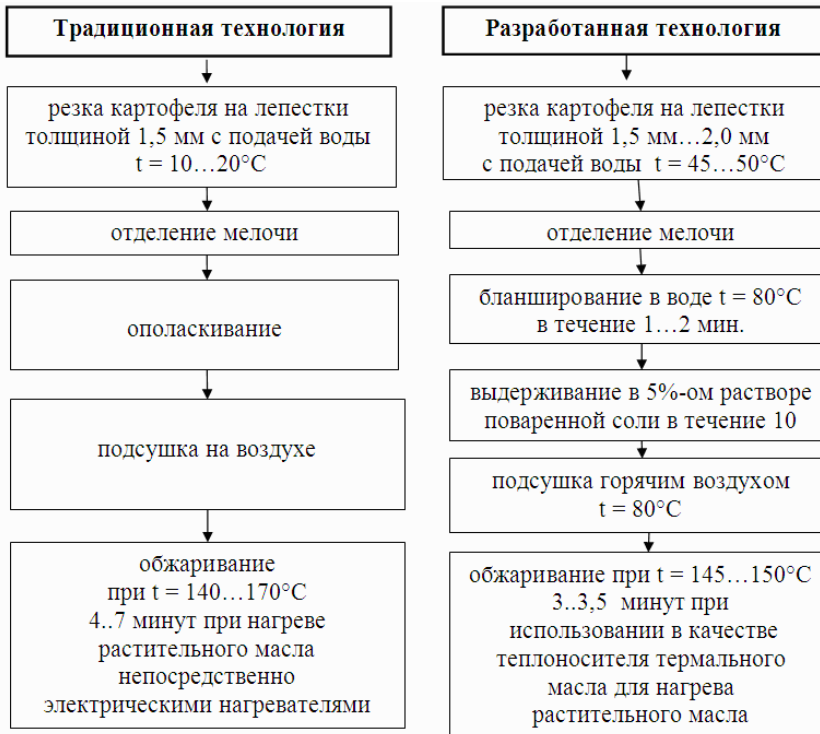


Рис. 4. Технологические процессы производства хрустящего картофеля

## Выводы

1. Доказана экономическая целесообразность переработки сортов картофеля Дезире, Темп, Синтез на сухое картофельное пюре и хрустящий картофель, которые наиболее пригодны по содержанию сухих веществ (20-24%) и редуцирующих сахаров (0,1-0,2%). Определен характер изменения в клубнях редуцирующих сахаров при температуре хранения  $2-4^{\circ}\text{C}$ , который носит сортовую особенность, а содержание сухих веществ не зависит от продолжительности хранения и зависит лишь от исходного содержания их в клубнях. Для получения продукта высокого качества следует все сорта картофеля перед переработкой обязательно подвергать акклиматизации в течение двадцати суток при температуре  $15-20^{\circ}\text{C}$ .
2. Установлено, что консистенция сухого картофельного пюре зависит от тех изменений, которым подвергается крахмал картофеля в технологическом процессе, а процесс разминания картофеля – решающая стадия переработки, так как он определяет степень разделения клеток вареного картофеля и количество разрушенных клеток. Уменьшения температуры разминания увеличивает процесс разрушения клеток в 18 раз, что объясняется сильным растяжением клеточных оболочек крахмала при дополнительных механических нагрузках в связи с охлаждением продукта. Кондиционирование с пневматической сушкой картофельного пюре обеспечивает высокое качество продукта по количеству

разрушенных клеток, продолжительности восстановления, клейкости, что делает консистенцию продукта нежной и рассыпчатой.

3. Научно-обоснованы оптимальные параметры технологии производства хрустящего картофеля; резка картофеля на лепестки удельной поверхностью  $10,8...14,1 \text{ см}^{-1}$  с подачей воды с температурой  $45...50^\circ\text{C}$ , обработка лепестков картофеля перед обжариванием, включающая бланширование в воде при температуре  $80^\circ\text{C}$  в течение 1-2 мин, осмотическое обезвоживание в водном растворе поваренной соли концентрацией 5% в течение 10 мин и подсушку горячим воздухом до содержания сухих веществ 37...40%, обжаривание при температуре масла  $145...150^\circ\text{C}$  продолжительностью 3...3,5 мин, обеспечивающие высокое качество готового продукта при снижении содержания масла в продукте с 34,2% до 27,7%.

### Литература

1. Турко С.А. Сорты и технологии производства картофеля для промышленной переработки, РУП Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству, 2008 г., Минск.
2. Мазур А.М., Прохорцова Т.В., Бань М.Ф. Исследование качества сырья для производства хрустящего картофеля, Вестник МГУП, 2012, № 2 (13), С. 71-75.
3. Мазур А.М. Научно-практические основы технологии сухого картофельного пюре, Вестник МГУП, 2013, № 1(14), С. 8-13.
4. Мазур А.М., Прохорцова Т.В. Повышение эффективности технологических процессов производства хрустящего картофеля, материалы V международной научно-практической конференции 26-29 марта 2012 г., г. Пятигорск, С. 233-236.
5. Мазур А.М., Прохорцова Т.В. Исследование оптимальных параметров процесса производства хрустящего картофеля / Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья – 2009, № 2, С. 16-18.
6. A Peksa, J Apeland, S Gronnerod, E.-M Magnus. Comparison of the consistencies of cooked mashed potato prepared from seven varieties of potatoes / Food Chemistry. – 2002. - Vol. 76. - Is. 3. - Pp. 311-317.
7. Balunkeswar Nayak, Jose De J. Berrios, Juming Tang. Impact of food processing on the glycemic index (GI) of potato products / Food Research International. 2014. -Vol. 56. - Pp. 35-46.
8. Ainara López, Silvia Arazuri, Carmen Jarén, Jesús Mangado, Pedro Arnal, José Ignacio Ruiz de Galarreta, Patrick Riga, Raquel López. Crude Protein Content Determination of Potatoes by NIRS Technology / Procedia Technology. – 2013. -Vol. 8. -Pp. 488-492.
9. Raquel Medeiros Vinci, Frédéric Mestdagh, Bruno De Meulenaer. Acrylamide formation in fried potato products – Present and future, a critical review on mitigation strategies / Food Chemistry. 2012. - Vol. 133. - Is. 4. - Pp. 1138-1154.
10. Oluwaseyi Kemi Abegunde, Tai-Hua Mu, Jing-Wang Chen, Fu-Ming Deng. Physicochemical characterization of sweet potato starches popularly used in Chinese starch industry / Food Hydrocolloids. 2013.- Vol. 33. - Is. 2. - Pp. 169-177.
11. Oluwaseyi Kemi Abegunde, Tai-Hua Mu, Jing-Wang Chen, Fu-Ming Deng. Beneficial phytochemicals in potato — a review / Food Research International. 2013.- Vol. 50. - Is. 2. - Pp. 487-496.

## References

1. Turko S.A. (2008), *Sorta i tekhnologii proizvodstva kartofelya dlya promyshlennoy pererabotki*, RUP Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshchevodstvu, Minsk.
2. Mazur A.M., Prokhortsova T.V., Ban' M.F. (2012), Issledovanie kachestva syr'ya dlya proizvodstva khrustyashchego kartofelya, *Vestnik MGUP*, № 2 (13), S. 71-75.
3. Mazur A.M. (2013), Nauchno-prakticheskie osnovy tekhnologii sukhogo kartofel'nogo pyure, *Vestnik MGUP*, 2013, № 1(14), S. 8-13.
4. Mazur A.M., Prokhortsova T.V. (2012), Povyshenie effektivnosti tekhnologicheskikh protsessov proizvodstva khrustyashchego kartofelya, *materialy V mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 26-29 marta 2012 g.*, Pyatigorsk, S. 233-236.
5. Mazur A.M., Prokhortsova T.V. (2009), Issledovanie optimal'nykh parametrov protsessa proizvodstva khrustyashchego kartofelya, *Khranenie i pererabotka sel'skokhozyaystvennogo syr'ya*, 2, S. 16-18.
6. A Peksa, J Apeland, S Gronnerod, E.-M Magnus (2002), Comparison of the consistencies of cooked mashed potato prepared from seven varieties of potatoes, *Food Chemistry*, 76(3), pp. 311-317.
7. Balunkeswar Nayak, Jose De J. Berrios, Juming Tang (2014), Impact of food processing on the glycemic index (GI) of potato products, *Food Research International*, 56, pp. 35-46.
8. Ainara López, Silvia Arazuri, Carmen Jarén, Jesús Mangado, Pedro Arnal, José Ignacio Ruiz de Galarreta, Patrick Riga, Raquel López (2013), Crude Protein Content Determination of Potatoes by NIRS Technology, *Procedia Technology*, 8, pp. 488-492.
9. Raquel Medeiros Vinci, Frédéric Mestdagh, Bruno De Meulenaer (2012), Acrylamide formation in fried potato products – Present and future, a critical review on mitigation strategies, *Food Chemistry*, 133(4), pp. 1138-1154.
10. Oluwaseyi Kemi Abegunde, Tai-Hua Mu, Jing-Wang Chen, Fu-Ming Deng (2013), Physicochemical characterization of sweet potato starches popularly used in Chinese starch industry, *Food Hydrocolloids*, 33(2), pp. 169-177
11. Oluwaseyi Kemi Abegunde, Tai-Hua Mu, Jing-Wang Chen, Fu-Ming Deng (2013), Beneficial phytochemicals in potato — a review, *Food Research International*, 50(2), pp. 487-496.



## Rheological properties of gel-like food products for athletes

Yuliya Miklashevskaya

Kyiv National University of Trade and Economics, Ukraine

---

### ABSTRACT

#### Keywords

Gel-like  
Pectin  
Xanthan gum  
Viscosity  
Stress

---

#### Article history:

Received 15.09.2013  
Received in revised form  
18.12.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Yuliya Miklashevskaya  
E-mail:  
j.miklashevskaya@gmail.com

**Introduction.** One of the promising areas of diversification of food products for athletes is gel-like products. Gel-like products need to have stable rheological properties. The purpose of the article was to study rheological properties of gel-like products and how they are influenced by the ingredients and temperature.

**Materials and methods.** Gel-like products with thickeners: pectin (0.5 wt %) and xanthan gum (0.05-0.2 wt%) were analyzed. Viscosity of the samples was investigated by rotation measurements and limiting shear stress by extrapolation of  $\eta=f(\tau)$  dependence to the value  $\tau \rightarrow 0$ .

**Results.** It was established that viscosity and limiting shear stress increase as the xanthan gum concentration in the gel-like food products is raised: addition of 0.05 wt% xanthan gum increases the viscosity of system on 38%, and 0.2 wt% – on 62%. Addition of acid causes a sharp decrease of viscosity and limiting shear stress of a system containing pectin because of acid hydrolysis process of pectin molecules, while for a system containing both pectin and xanthan gum rheological properties stay virtually unchanged as intermolecular bonds formed by xanthan gum are acid stable. Increase of the xanthan gum concentration in the system also decreases the influence of ambient temperature on the strength of the system: the strength of the system only with pectin decreases on 43% as the temperature is raised to 40°C, and with addition of 0.2 wt% xanthan gum – only on 9.4% as increasing of the xanthan gum concentration in the system contributes to the increase of intermolecular bonds number and their destruction requires additional energy. The results of the undertaken study can be used to develop formulations of gel-like food products for athletes.

---

УДК 642.58:796.071.2

## Структурно-механічні властивості драгледодібних продуктів для спортсменів

Юлія Мікласhevська

Київський національний торговельно-економічний університет, Україна

## **Introduction**

Sports nutrition makes a separate segment of the market that is growing actively. For now the world market of sports nutrition is estimated at 5 billion USD (it makes up over 3% of the total world's food production). In Ukraine this segment is developing as well and is estimated at 6 million UAH [1]. And there is room for further growth of the sports nutrition market as consumers are undeniably becoming more interested in improving their health and fitness. In addition to professional athletes general consumers are also entering the category as distribution of sports nutrition products becomes more mainstream. Among the 20 countries surveyed by the market analyst company Datamonitor, 28% of consumers overall were characterized as potential lifestyle users of sports nutrition products. Expanding markets and increasing demands, however, encourage manufacturers to develop new products that better meet customer needs [2].

To date sports nutrition is produced mainly in three forms: powders, bars and drinks [1]. One of the promising areas of diversification of food products for athletes is the development and implementation of gel-like products.

Sports competitions take place in different climate zones. Professional athletes can compete even at ambient temperature 35-38 ° C (with low humidity) [3–5]. As gel-like products intended for consumption directly during exercises, their properties should remain unchanged over a wide temperature range of storage and use.

The peculiarity of the gel-like products' formulation is the high content of organic acids (up to 2%) that are used not only as a flavoring, but also as functional additives.

In order to form a gel-like structure and prevent exfoliation of the product thickeners are used.

In a previous study [6], pectin was selected as the main thickener for gel-like products.

Pectin is a polysaccharide composed of galacturonic acid residues [7]. The viscosity of pectin solution depends on its concentration in the system, acid content and temperature [8,9]. Pectin is most stable in solutions with pH 4. In a more acidic environment hydrolysis of ester groups and glycoside bonds in the molecule and in alkaline – saponification of esters and cleavage of the main chain are observed [10]. An increase of temperature reduces the viscosity of the pectin solutions and the temperature higher than certain limit causes an irreversible decrease of viscosity due to dehydration of molecules [8]. Thus, introduction of the additional thickener to stabilize the properties of the product is necessary.

Xanthan gum is a polysaccharide which is produced by fermentation using the bacterium *Xanthomonas campestris*. The main chain of the polymer molecule is identical to cellulose and branches are the remains of molecules of glucose, mannose, glucuronic acid, pyruvate and acetyl groups. Xanthan gum solutions are resistant to enzymes, alcohols, surfactants, acids and alkalis, high (120°C) and low temperatures (up to -18°C) [9,11]. Due to the high thermal and acid stability of solutions, xanthan gum was chosen as additional thickener.

Study of ingredients' and temperature influence on the rheological properties of gel-like products enables to determine the suitability of such thickeners' combination and final formulation.

Purpose of the article is to study rheological properties of gel-like products.

In accordance with purpose the following objectives were put:

- to study rheological properties of gel-like products;
- to measure gel-like products' viscosity and limiting shear stress and its dependence on the content of xanthan gum;

- to establish dependence of the gel-like products' limiting shear stress on the content of organic acids;
- to establish the influence of ambient temperature on the change of gel-like products' limiting shear stress.

## Materials and methods

To prepare the basic dry carbohydrate composition maltodextrin DE 7-13 and glucose (manufacturer Qingdao Century Longlive Int'l Trade Co., China ), and fructose (manufacturer Meelunie BV, The Netherlands) in a ratio of 1:1:1 were used. In order to form a gel-like structure of product xanthan gum H1500 (manufacturer Foodchem International Corporation, China) and LM pectin NECJ-A3 (manufacturer Pektowin, Poland) were used. To change the acidity citric acid (manufacturer Ukroptbakaliya, Ukraine) was used. All samples were made with distilled water.

To prepare samples 1/10 part of the dry carbohydrate composition was mixed with thickeners. The water was heated to 85°C and mixed with the resulting blend, and then it was stirred until complete dissolution. The rest of the dry carbohydrate composition was gradually added to the formed gel-like mixture keeping up the same temperature. Samples were gently stirred until complete dissolution of the ingredients. Gel-like product was cooled at room temperature, continuing to stir during the first 5 minutes. To stabilize the structure samples were stored at room temperature for 24 h.

Mixing ratio in samples of gel-like product was as follows: dry carbohydrate composition 78%, thickeners 0.5-0.7 %, acid 0-2% and water 19,3-21,45 %.

Study of the rheological properties of the systems was carried out on a rotary viscometer VPN-0, 2M, size of the measuring unit - 20 mm. The principle of the viscometer [12] is that the sample is placed in a gap between two coaxial cylinders and while driving one of them the investigated system, which stuck to the walls of the cylinder, starts to move creating resistance. It is determined by the value that characterizes the speed of rotation. The viscosity is calculated using formula:

$$\eta = k \cdot U \cdot T \cdot A \quad (1)$$

where  $\eta$  - effective viscosity,  $Pa \cdot s$ ;

$k$  - constant of the measuring unit,  $Pa/V$ ;

$U$  - voltage,  $V$ ;

$T$  - period of rotation,  $s$ ;

$A$  - shape factor of the measuring unit.

Shear rate is determined using formula:

$$\dot{\gamma} = \frac{1}{\dot{O} \cdot \dot{A}} \quad (2)$$

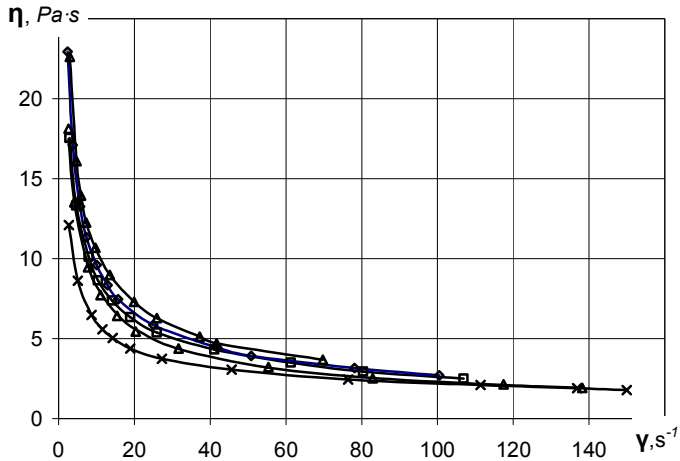
Shear stress is determined using formula:

$$\tau = k \cdot U \quad (3)$$

Limiting shear stress is determined by extrapolation of  $\eta=f(\tau)$  dependence to the value  $\tau \rightarrow 0$ .

## Results and discussions

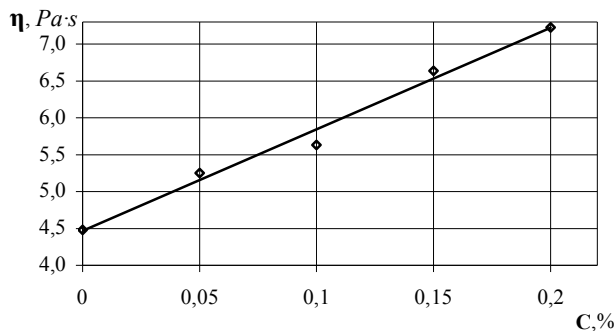
On the first stage of the experiment concentration and shear rate dependence of viscosity in gel-like products was studied (Fig.1).



**Fig.1. Shear rate dependence of the effective viscosity for gel-like products' samples with pectin (0.5%) and xanthan gum at concentrations:**  
 × - 0%, □ - 0.05%, △ - 0.1%, ◇ - 0.15%, ▽ - 0.2%

The analysis of the viscosity/shear rate relation shows the formation of supramolecular coagulation structures in all systems. Viscosity decreases with increasing shear rate as shown by the data of Fig. 1 due to the destruction of supramolecular structures. The destruction of the structure occurs gradually, indicating a predominance of elastic strain in the system.

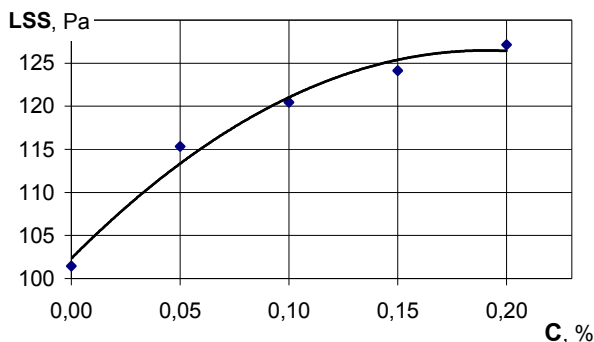
Fig. 2 shows the viscosity of the gel-like products at constant shear rate ( $20s^{-1}$ ) that makes it possible to trace the impact of ingredients on their properties.



**Fig. 2. Concentration dependence of viscosity for gel-like products' samples with pectin (0.5%) and xanthan gum at shear rate  $20s^{-1}$**

The analysis of the viscosity/concentration relation shows the viscosity increases as the xanthan gum concentration in the system is raised. Addition of 0.05% xanthan gum increases the viscosity of system on 38% (from 4.479 Pa·s to 6.184 Pa·s), and 0.2% - on 62% (to 7.227 Pa·s).

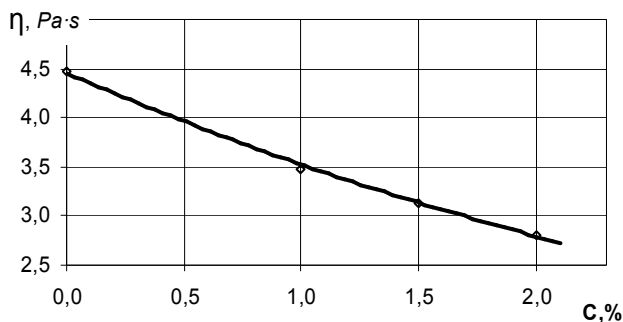
In order to establish the strength of the structure limiting shear stress for gel-like products' samples was also calculated (Fig. 3).



**Fig.3. Concentration dependence of limiting shear stress for gel-like products' samples with pectin (0.5%) and xanthan gum**

The analysis of the limiting shear stress/concentration relation shows the strength of the system also increases as the xanthan gum concentration in the system is raised. Addition of 0.05% xanthan gum increases the limiting shear stress on 13.7%, and 0.2% - on 25%.

On the second step of the experiment concentration and shear rate dependence of viscosity in gel-like products was studied (Fig. 4, 6).

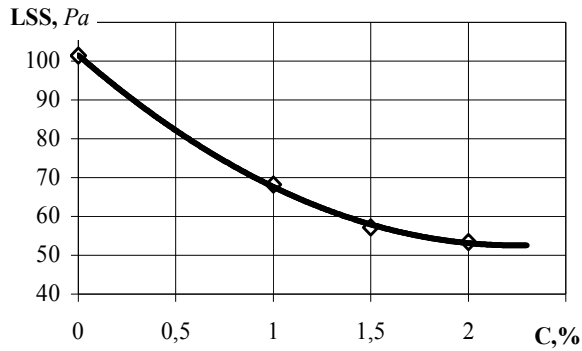


**Fig.4. Concentration dependence of viscosity for gel-like products' samples with pectin (0.5%) and acid at shear rate 20s<sup>-1</sup>**

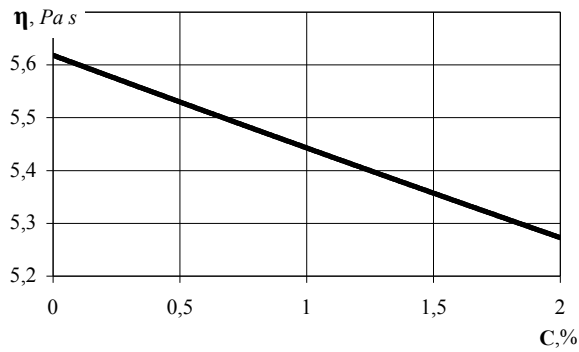
Fig.4 shows the addition of acid causes sharp decrease of viscosity of the gel-like product with pectin. Addition of 1% acid decreases viscosity of the system on 30%, and 2% - on 37%. Limiting shear stress of the system decreases similarly (Fig. 5).

Fig.5 shows the addition of 1% acid decreases strength of the system on 33%, and and 2% - on 47%. This can be explained by the acid hydrolysis process of pectin molecules in the system, and the conformational state of the molecules.

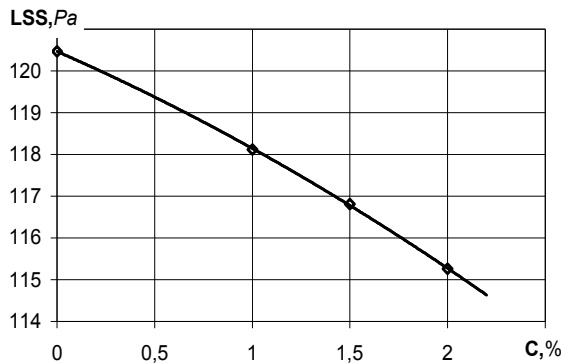
Fig.6 shows the addition of acid causes a minor decrease of viscosity of the gel-like product with pectin and xanthan gum. Addition of 1% acid decreases viscosity of the system only on 4.5%, and 2% acid - on 6%. Limiting shear stress of the system changes similarly (Fig.7).



**Fig.5.** Concentration dependence of limiting shear stress for gel-like products' samples with pectin (0.5%) and acid



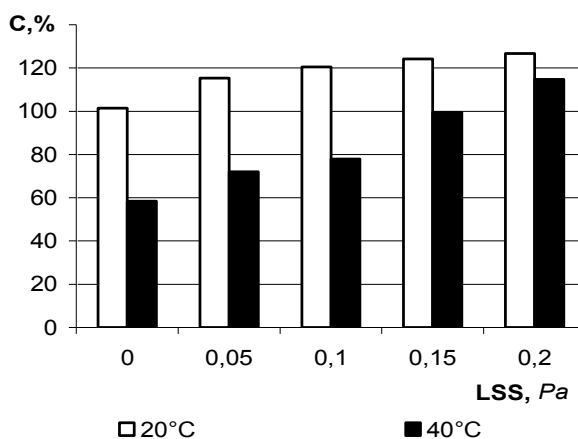
**Fig.6.** Concentration dependence of viscosity for gel-like products' samples with pectin (0.5%) and xanthan gum (0.1%) and acid at shear rate  $20s^{-1}$



**Fig.7.** Concentration dependence of limiting shear stress for gel-like products' samples with pectin (0.5%) and xanthan gum (0.1%) and acid

Fig.7 shows the addition of acid also causes a minor decrease of viscosity of the gel-like product with pectin and xanthan gum (2% acid – on 4%). This can be explained by the acid stability of intermolecular bonds formed by xanthan gum.

On the next stage of the experiment ambient temperature dependence of limiting shear stress in gel-like products was studied ( Fig.8).



**Fig.8. Ambient temperature dependence of the limiting shear stress for gel-like products' samples with pectin (0.5%) and xanthan gum**

The analysis of the limiting shear stress/ambient temperature relation shows the strength of the system only with pectin decreases on 43% as the temperature is raised to 40°C compared to the limit shear stress at 20°C, limiting shear stress of the system with pectin and 0.05% xanthan gum decreases on 37%, 0.1% xanthan gum - on 35%, 0.15% xanthan gum – on 20%, and 0.2% xanthan gum – only on 9.4%. Thus, influence of ambient temperature on the strength of the system decreases as the xanthan gum concentration in the system is raised.

The analysis of the data shows that increasing of the xanthan gum concentration in the system contributes to the increase of intermolecular bonds number, most likely – hydrogen. Increasing of the thickener concentration leads to breaking of systems fusion, despite the low energy of hydrogen bond (20 kJ/mol), as their destruction requires additional energy.

## Conclusions

Rheological properties of gel-like products were studied.

It was established that viscosity and limiting shear stress increase as the xanthan gum concentration in the system is raised.

It was established that addition of acid causes sharp decrease of viscosity and limiting shear stress of the gel-like product with pectin, while for system with pectin and xanthan gum rheological properties stay virtually unchanged.

It was established that influence of ambient temperature on the strength of the system decreases as the xanthan gum concentration in the system is raised.

## References

1. *Country report. Sports nutrition in Ukraine*, available at: <http://www.euromonitor.com/sports-nutrition-in-ukraine/report>.
2. *Datamonitor. Exercise and Sports Nutrition: Consumer Trends and Product Opportunities*, available at: <http://about.datamonitor.com/media/archives/5546>.
3. Makarova G.A. (2003), *Sportivnaya meditsina*, Sovetskiy sport, Moskva.
4. Platonov V. N. (2005), *Sistema podgotovki sportsmenov v olimpiyskom sporte. Obshchaya teoriya i ee prakticheskie prilozheniya*, Sovetskiy sport, Moskva.
5. Armstrong L.E. et al (2007), American College of Sports Medicine position stand. Exertional heat illness during training and competition, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39(3), pp. 556–572.
6. Brovenko T.V., Miklashevskaya Yu.B. (2013), Formirovanie organolepticheskikh svoystv studneobraznykh pishchevykh produktov dlya sportsmenov, *Sovremennaya trgovlya: teoriya, praktika, perspektivy razvitiya: Materialy Vtoroy mezhdunarodnoy innovatsionnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Chast' II.*– MosGU, Moskva, pp. 56-61.
7. Mohnen D. Pectin structure and biosynthesis (2008), *Curr. Opin. Cell Biol.*, 11(3), pp. 266–270.
8. Lootens D. (2003), Influence of pH, Ca concentration, temperature and amidation on the gelation of low methoxyl pectin, *Food Hydrocol.*, 17(3), pp. 237-244.
9. Phillips G.O., Williams P.A. *Handbook of hydrocolloids.*– Woodhead Publishing Limited, 2009.– 1003 p.
10. I. L. Knunyants, N. S. Zefirov (1992), *Khimicheskaya entsiklopediya, Bol'shaya Ros. entsikl.*, Moskva.
11. Garcia-Ochoa F. et al. (2000), Xanthan gum: production, recovery, and properties, *Biotechnol. Adv.*, 18(7), pp. 549–579.
12. Horalchuk A.B. (2006), *Reolohichni metody doslidzhennia syrovyny i kharchovykh produktiv ta avtomatyzatsiia rozrakhunkiv reolohichnykh kharakterystyk*, KhDUKhT, Kharkiv.



## Investigation of thermal resistance of baking yeasts

Hanna Dorosh, Natalia Gregirhak

National University of food technologies, Kyiv, Ukraine

---

### ABSTRACT

**Keywords:**

Yeasts  
Heat  
Resistance  
Brew

---

**Article history:**

Received 14.09.2013  
Received in revised form  
19.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

**Corresponding author:**

Natalia Gregirhak  
E-mail:  
G\_natal@ukr.net

**Introduction.** The wide using of baking yeasts stimulated to expand their range and creating races that do not occur in nature. The consequence of this was deliberate breeding of resistant bread and baker's yeasts that can survive at temperature of baking. The researches of thermal resistance of yeasts is actual as it is not fully elucidated their effect on the human body.

**Materials and methods.** The study was conducted with using of bitter brew (with the addition of 1 % decoction of hops), in which was added the crumb of bread, baked with the addition of 1.5 % and 3 % of yeasts and without them. As a result, the brew served as nutritious medium in which sublethal damaged cells restored.

**Results.** Was found that after baking yeast's cells lose their ability to grow on solid ocetic nutrient mediums, but after cultivation on brewings or malt brothes - restore their viability. Also, it was noted that the presence of foreign microorganisms in bread increases with the number of yeasts that were included in the dough during bread baking.

**Conclusion.** It was shown the ability of baker's yeast to survive and recover after thermal shock during baking.

---

УДК 663.126

## Дослідження терморезистентності хлібопекарських дріжджів

Ганна Дорош, Наталія Грегірчак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

### Вступ

Хлібопекарські дріжджі широко застосовуються при випіканні хліба. Вони не тільки розпушують тісто, а й збагачують його амінокислотами, вітамінами, а також пригнічують розвиток сторонньої мікрофлори. Селекція дозволила розширити асортимент дріжджів і створити раси, що не зустрічаються в природі. Наслідком цього стала поява їх термостійкості, яка залежить від багатьох факторів, таких як рН,

водна активність, структура продукту і т.д. Вплив цих факторів на життєздатність клітин дріжджів у продукті практично неможливо передбачити [1, 2].

Вважається, що загибель дріжджових клітин починається вже при температурі 45 – 50 °С, а при 90 – 95 °С (температура випікання хліба) вони повністю руйнуються. Однак згідно з останніми науковими даними, клітини сахароміцетів при таких температурах не гинуть, а лише сублетально пошкоджуються і втрачають здатність до росту на ацильованих поживних середовищах або на середовищах з підвищеним вмістом солі [3]. Тому дійсна кількість дріжджів в харчовому продукті може бути недооціненою і згодом справляти негативний вплив на здоров'я людини. Розмножуючись в організмі з величезною швидкістю, дріжджі пригнічують корисну мікрофлору шлунково-кишкового тракту і сприяють проникненню патогенних мікроорганізмів у клітини травного тракту, а потім у кров і в організм в цілому. Регулярне вживання продуктів бродіння веде до хронічної мікробіології, зниженню опору організму, підвищенню сприйнятливості до впливу іонізуючих випромінювань, швидкої стомлюваності мозку, сприйнятливості до впливу канцерогенів та інших екзогенних чинників, що руйнують організм [4].

Мета роботи – дослідити здатність клітин хлібопекарських дріжджів відновлюватися після отриманого теплового шоку при випіканні хліба.

## Матеріали та методи

Дослідження здатності дріжджів виживати при випіканні хліба проводили з використанням гіркої заварки (з додаванням 1 % хмелевого відвару), в яку вносили м'якушку хліба випеченого з додаванням 1,5 % та 3 % дріжджів і без них. У результаті заварка слугувала поживним середовищем, в якому сублетально пошкоджені клітини відновлювалися.

Наявність та кількість дріжджів встановлювали прямим висівом 1 мл зразка на чашки Петрі з сусло-агаром. Загальну обнасіненість (показник МАФАМ) визначали загальноприйнятим методом висівом зразка на середовище МПА. Посіви культивували при 30 °С, впродовж 72 год [Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: Лаборатор. практикум, 2009].

Для виявлення гнильних бактерій використовували молочний агар Богданова. У разі їхнього росту відбувається розрідження середовища і поява неприємного запаху. Молочнокислі бактерії визначали на середовищі МРС. Бактерії роду *Leuconostoc* виявляли на середовищі з дріжджовим агаром та сахарозою, «дикі» дріжджі – на середовищі з лізином.

Для відновлення сублетально пошкоджених при випіканні хліба клітин дріжджів використовували солодовий бульйон, в який вносили м'якушку хліба з середини та з-під скоринки з наступним витриманням протягом 3 і більше годин. Після закінчення процесу 1 мл досліджуваної суспензії висівали на сусло-агар. Як зразки використовували хліб, випечений з 1,5 % і 3 % дріжджів.

## Результати та обговорення

При проведенні мікробіологічного аналізу заварок та хліба дріжджових клітин не виявлено. Встановлено, що після 24 год бродіння заварка з внесенням м'якушки бездріжджового хліба життєздатних клітин дріжджів не містить, має приємний медовий запах, а ознаки бродіння і контамінації відсутні. У заварці з хлібом з додаванням 1,5 % і 3 % дріжджів до маси борошна їх кількість становила  $1 \times 10^2$  і

$1 \times 10^3$  КУО/г відповідно. При цьому в першому зразку відмічено появу неприємного гнилісного запаху та сторонніх мікроорганізмів, незначне збільшення в об'ємі, що свідчить про початок бродіння. Другому зразку був притаманний спиртовий запах, а об'єм заварки внаслідок доброго розброджування збільшився вдвічі. Отримані дані свідчать про здатність клітин дріжджів залишатися життєздатними після дії на них високих температур.

За результатами мікробіологічного аналізу заварок встановлено, що у всіх зразках після бродіння загальне обсіменіння збільшилося на 4 – 5 порядків, при цьому кількість гнильних бактерій та пліснявих грибів зменшується. Відмічено, що через 24 год кількість молочнокислих бактерій збільшилася на порядок у заварці з внесенням хліба, який випечений з додаванням 3 % дріжджів, а у двох інших зразках – на 2 порядки.

Одним із важливих показників мікробіологічної чистоти напівфабрикатів є відсутність бактерій роду лейконосток. Аналіз результатів дослідження заварок показав, що кількість лейконосток після 24 год бродіння різко збільшилася у всіх зразках і становила  $5,5 \times 10^4$  КУО/г у контролі (заварка з хлібом без внесення дріжджів),  $5 \times 10^5$  та  $4,1 \times 10^5$  КУО/г у першому та другому зразках відповідно.

Окрім дріжджів-сахароміцетів у напівфабрикатах можуть міститися і «дикі дріжджі», які порушують нормальний процес бродіння. У досліджуваних заварках «дикі дріжджі» не виявлені.

Окрім цього проводили проміжний контроль заварки для дослідження динаміки зміни мікрофлори протягом доби (табл. 1.).

Встановлено, що в процесі бродіння найбільш активно збільшення кількості мікрофлори відбувається протягом перших 12 год. Відмічено, що заварки із внесенням хліба є більш обнасінені порівняно з контролем. Вміст сторонньої мікрофлори збільшується зі збільшенням кількості дріжджів, які були внесені до тіста при випіканні хліба

**Таблиця 1**

**Зміна мікрофлори заварки протягом доби**

<b>Свіжевиготовлені заварки</b>			
	<b>Контроль</b>	<b>1,5% дріжджів</b>	<b>3% дріжджів</b>
<b>Лейконостоки</b>	55	$1,3 \times 10^2$	65
<b>МАФАМ</b>	$3 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	$3 \times 10^3$
<b>Дріжджі</b>	-	20	55
<b>Заварки через 12 год</b>			
<b>Лейконостоки</b>	$1,45 \times 10^6$	$1,48 \times 10^6$	$1,28 \times 10^6$
<b>МАФАМ</b>	$3,41 \times 10^7$	$5,49 \times 10^7$	$6,3 \times 10^7$
<b>Дріжджі</b>	-	$4,97 \times 10^3$	$7,3 \times 10^3$
<b>Заварки через 24 год</b>			
<b>Лейконостоки</b>	$4,47 \times 10^6$	$4,84 \times 10^6$	$5,54 \times 10^6$
<b>МАФАМ</b>	$2,9 \times 10^7$	$7,1 \times 10^7$	$1,9 \times 10^8$
<b>Дріжджі</b>	55	$2,7 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$

Визначено, що в м'якушці обох зразків (з додаванням 1,5 % та 3 % дріжджів) при використанні солодового бульйону міститься 1 – 3 КУО/г дріжджів. Це пов'язано з

надзвичайно малою кількістю життєздатних клітин в харчовому продукті та ймовірно недостатнім для їх відновлення проміжком часу.

На наступному етапі досліджень було збільшено тривалість витримування м'якушки у солодовому бульйоні, яка складала 4, 18 та 24 год. Через 4 год відновлених клітин дріжджів на сусло-агарі не виявлено. Аналіз результатів дослідження зразків через 18 год показав, що після висіву 1 мл суспензії з 1 зразку на сусло-агарі виросло 2 КУО, а з другого – 6 КУО. Мікробіологічний контроль досліджуваних об'єктів через 24 год культивування виявив, що кількість дріжджів на чашках Петрі становила відповідно 3 КУО та 8 КУО.

Окрім хліба, випеченому в лабораторних умовах, встановили терморезистентність дріжджів у хлібі, придбаному в торгівельній мережі (рис. 1).

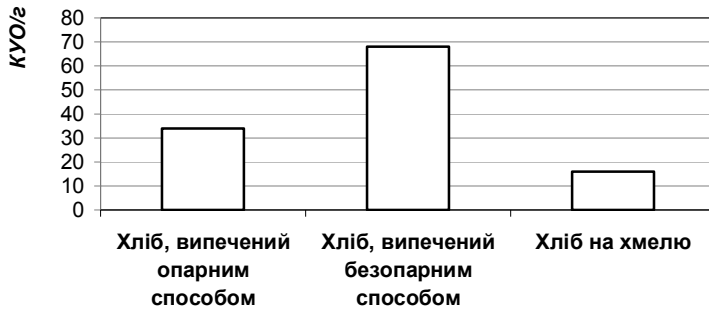


Рис. 1. Вміст дріжджів у хлібі, придбаному в торгівельній мережі

Найбільша кількість дріжджів міститься в хлібі, випеченому безопарним способом, оскільки за рецептурою до нього додається 3 % пресованих дріжджів. При мікроскопуванні дріжджів, що виростили на сусло-агарі виявлено, що вони мають значно менші розміри, ніж звичайні сахароміцети (рис. 2.) Проведені мікробіологічні дослідження хліба промислового виробництва показали, що через 24 год його зберігання життєздатні клітини дріжджів не виявляються.

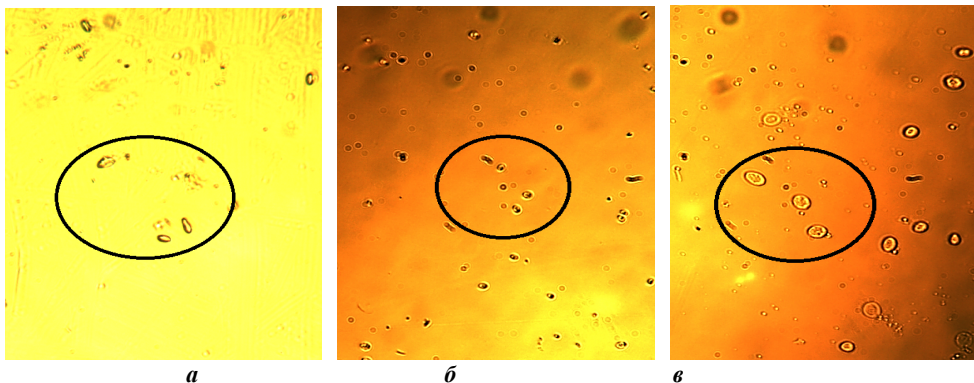


Рис. 2. Порівняння морфології дріжджів :

*а* – з хліба, випеченого безопарним способом, *б* – з хліба, випеченого опарним способом, *в* – *Saccharomyces cerevisiae*

Дріжджі, виділені з хліба на хмелю, відрізнялися за своїми культуральними ознаками, оскільки їх колонії були не білого, а кремового кольору. Проведені дослідження щодо визначення видової приналежності за морфолого-культуральними та фізіолого-біохімічними ознаками по зброджуванню вуглеводів підтвердили, що дані дріжджі належать до виду *Saccharomyces cerevisiae*.

## Висновки

1. Отримані дані свідчать про виживання дріжджів-сахароміцетів у хлібобулочних виробках та їх здатність відновлюватися після отриманих сублетальних пошкоджень.
2. У хлібі містяться як мертві, так і живі клітини хлібопекарських дріжджів, які не виявляють при посіві на агаризоване середовище.
3. Після випікання хліба клітини дріжджів втрачають здатність рости на щільних ацильованих поживних середовищах, проте після культивування у заварках або солодовому бульйоні відновлюють життєздатність.
4. Відновлені клітини сахароміцетів, виділені з хліба, при рості на сусло-агарі мають менші розміри, ніж клітини музейної культури.

## Література

1. Федосеева И.В., Варакина Н.Н., Русалева Т.М., Боровский Г.Б., Рихванов Е.Г., Войников В.К. Эффект ионов кальция на синтез HSP104 и термотолерантность дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / Микробиология, 2010, Т.79, №2. – с.173-179.
2. Калюжин В.А., Терморезистентность у дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* / Журнал общей биологии, 2011, Т.72, №2. – с.140-149.
3. Коновалов С.А. Биохимия дрожжей / Пищепромиздат, 2009, Т.4, № 3. – с. 13–14
4. Janfranko R. Features The presence of yeast-killing features / Canadian magazine of microbiology, 2007, Vol. 29, Is. 10, P. 14–62
5. Dimitra Dimitrellou, Panagiotis Kandyliis, Yiannis Kourkoutas, Athanasios A. Koutinas, Maria Kanellaki. Evaluation of thermally-dried *Kluyveromyces marxianus* as baker's yeast / Food Chemistry. -2009. -Vol. 115, Is. 2. - pp. 691-696.
6. Hassan Ramshini, Azadeh Ebrahim-Habibi. Thermal disaggregation of type B yeast hexokinase by indole derivatives: A mechanistic study / International Journal of Biological Macromolecules. – 2012. – Vol. 50. – Is. 5. – pp. 1260-1266.
7. Mitsutaka Kohno, Makoto Enatsu, Rie Takee, Wataru Kugimiya. Thermal stability of *Rhizopus niveus* lipase expressed in a *kex2* mutant yeast / Journal of Biotechnology. – 2000. –Vol. 81, Is. 2–3. – pp. 141-150.

## References

1. Fedoseeva I.V., Varakina N.N., Rusaleva T.M., Borovskiy G.B., Rikhvanov E.G., Voinikov V.K. (2010), Effekt ionov kal'tsiya na sintez HSP104 i termotolerantnost' drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae*, *Mikrobiologiya*, 79(2), pp. 173-179.
2. Kalyuzhin V.A., (2011), Termorezistentnost' u drozhzhey *Saccharomyces cerevisiae*, *Zhurnal obshchey biologii*, 72(2), pp.140-149.
3. Konovalov S.A. (2009), Biokhimiya drozhzhey, *Pishchepromizdat*, 4(3), pp. 13–14.
4. Janfranko R. (2007), Features The presence of yeast-killing features, *Canadian magazine of microbiology*, 29(10), pp. 14–62.

5. Dimitra Dimitrellou, Panagiotis Kandylis, Yiannis Kourkoutas, Athanasios A. Koutinas, Maria Kanellaki (2009), Evaluation of thermally-dried *Kluyveromyces marxianus* as baker's yeast, *Food Chemistry*, 115(2), pp. 691-696.
6. Hassan Ramshini, Azadeh Ebrahim-Habibi (2012), Thermal disaggregation of type B yeast hexokinase by indole derivatives: *A mechanistic study*, *International Journal of Biological Macromolecules*, 50(5), pp. 1260-1266.
7. Mitsutaka Kohno, Makoto Enatsu, Rie Takee, Wataru Kugimiya (2000), Thermal stability of *Rhizopus niveus* lipase expressed in a kex mutant yeast, *Journal of Biotechnology*, 81 (2-3), pp. 141-150.

## Pre-clinical study of the drug Izatizon

**Nina Mikitenko<sup>1</sup>, Anatoliy Potopalskyi<sup>2</sup>, Leonid Zaika<sup>3</sup>,  
Olga Bolsunova<sup>3</sup>, Oleksandr Karpov<sup>1</sup>**

*1 – National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

*2 – Institute of Health and Rebirth of People of Ukraine*

*3 – Institute of Molecular Biology and Genetics, NAS of Ukraine.*

---

### ABSTRACT

#### **Keywords:**

Izatizon  
Metysazon  
Zeta  
Potential

---

#### **Article history:**

Received 12.09.2013  
Received in revised form  
15.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### **Corresponding author:**

Igor Gaponyuk  
E-mail:  
Ninok15@bigmir.net

---

**Introduction.** In order to expand the range of action of the drug solution was obtained metysazon form – izatizon, the use of which demonstrates the need for further investigation for use in the clinic.

**Materials and methods.** Experimental studies of the drug izatizon were conducted by spectral analysis and the method of dynamic light scattering instrument at SPECORD UA VIS, 90plus S/n Brookhaven Instruments Corporation.

**Results.** It was determined that the drug has the Izatizon peaks 244,0; 274,0; 360,0. The best concentration of drug research is 1 ml/l. The size of particles in water 775,0 nm., And DMSO – 148,0 nm. The value of the zeta potential of the particles of the drug izatizon corresponds to -4,1. The product has two peaks in the UV region of the spectrum, indicating a complex structure and a peak in the visible range – the presence of yellow color. The size and zeta potential drug particles play an important role in the body led them in vivo. The best concentration for research on a spectrophotometer is 1 ml/l.

УДК 615.277.3

## Доклінічне вивчення препарату Ізатізон

**Ніна Микитенко<sup>1</sup>, Анатолій Потопальський<sup>2</sup>, Леонід Заїка<sup>3</sup>,  
Ольга Болсунова<sup>3</sup>, Олександр Карпов<sup>1</sup>**

*1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

*2 – Інститут оздоровлення і відродження народів України,*

*3 – Інститут молекулярної біології і генетики НАН України.*

## Вступ

Спалахи багатьох вірусних хвороб набувають загрозливого характеру і виходять на одне з чільних місць з-поміж захворювань людини та тварин (Покровский В.В. 1996). Для успішної боротьби з інфекційними хворобами необхідні противірусні препарати, які б не зашкоджували життєдіяльності самої клітини і мали, окрім того, імуномодулюючу дію. Попри те, що існуючі противірусні препарати мають низку позитивних властивостей, пошук ефективних хіміотерапевтичних засобів для лікування та профілактики вірусних інфекцій триває у зв'язку з тим, що віруси набувають стійкості до препаратів, що використовуються на практиці. Це актуалізує подальші дослідження різноманітних як природних, так і синтетичних речовин на наявність противірусної активності та імуномодулюючої дії. Як правило, пошуки синтетичних лікарських препаратів противірусної дії проводили серед різноманітних органічних сполук з противірусною активністю (Альберт А., 1971, Перший Г.Н., 1973): це неприродні нуклеозиди, похідні бензимедазолу, циклічні аміни, тіосемикарбазони, карбонільні сполуки та ін. По суті, сучасна хіміотерапія базується на використанні метаболітного ефекту аналогів нуклеозидів та противірусного ефекту похідних адамантину (Поляк Р.Я., 1986).

За останні десятиріччя виконано чимало робіт, присвячених створенню та вивченню нових противірусних препаратів (Hozein Z.A., 1997), Серед них похідні ізатіну, зокрема N-метил-ізатін-р-тіосемикарбазон (ІВТ), або метисазон та його похідні. Згадані сполуки мають широку противірусну дію *in vitro* в дозах, які в 100-1000 разів нижче від токсичних. Вони пригнічують розмноження як ДНК- так і РНК-вмісних вірусів (аденовіруси, герпесвіруси, поксвіруси, параміксовіруси, віруси грипу типів А та В та ін.) і, що дуже важливо, розмноження ретровірусів.

Але препаратів із похідних ізатинтіосемикарбазонів, які б могли застосовуватися у клінічній практиці, бракує, а роботи з їх вивчення, головним чином, були спрямовані на дослідження біохімічних та молекулярних аспектів противірусної та протибактеріальної дії. Дослідження їх впливу на імунну систему майже не проводилися і це пов'язано, на наш погляд, з низькою розчинністю цих речовин воді (Болсунова О. І., 2004).

А.І. Потопальський зі співавторами у 1980 р. одержали розчинну форму метисазону на основі застосування суміші розчинників поліетиленгліколю та диметилсульфоксиду, і розчинна форма препарату одержала назву ізотізону [4].

Ізотізону – це оригінальний комплексний препарат (патент України № 1786, 29.10.93), до складу якого входять препарати, які застосовувались і застосовуються як самостійні засоби в медичній практиці – це метисазон (марборан), ДМСО, ПЕГ (твін) з молекулярною масою 400. Структурна формула ізотізону наведена на рисунку 1.

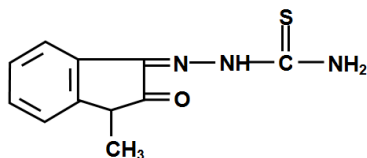


Рис. 1. Структурна формула ізотізону



Ізатизон широко використовується у бджільництві для уникнення вірусних захворювань бджіл, що викликають параліч м'язів ніжок, крил, судоми [2,4], для лікування бджіл використовують також аналоги ізатизону:

*Ізатоній* – лікарська форма ізатизону з широким спектром протівірусної та антибактеріальної дії. Препарат рекомендують для застосування у ветеринарії при змішаній інфекції [4].

*Ізолакт, лактезид* – тверді форми пролонгованої дії з використанням незбираного молока замість білково-вітамінних добавок і носія для N-метил ізатин-бета-тіосемикарбазону та 1,2-етил-біс-амонію дихлориду [4].

Ізатизон знайшов широке використання у тваринництві. Вивчення біологічних, імунологічних, терапевтичних властивостей на кафедрі хірургії Білоцерківського державного аграрного університету під керівництвом док. вет. наук, професора В.Й. Іздеського дало змогу розширити застосування у ветеринарній медицині [5]. На основі результатів такого вивчення було розроблено схеми лікувально-профілактичного застосування препарату, здійснена його клінічна апробація при хірургічній та акушерсько-гінекологічній патології [2], а враховуючи широкий спектр дії ізатизону, Погурський І.Г., Підопригога Г.І., Береза В.І., Потопальский А.І. застосували його при різноманітних захворюваннях тварин [6].

Досліджуваний препарат також використовують у риборівництві [7] та як інгібітор фітовірусних інфекцій [9].

На основі чисельних досліджень і повідомлень працівників заводів і сільськогосподарських підприємств, де застосовували ізатизон, відпрацьовано показання і схеми застосування препарату на добровольцях після неефективного лікування. В роботі почали брати участь спеціалісти певного профілю [3].

На сьогоднішній день відомо, що препарат Ізатизон застосовують не тільки для лікування аскофероза, вірусного паралічу, грибкових захворювань і клішового вароатоза бджіл, але і для лікування людей. Він рекомендований при боротьбі з злоякісними пухлинами, при наявності в організмі радіонуклідів, при неврозах, недокрив'ї, депресії, при лікуванні гепатиту С і т.д. Перелік хвороб, при яких він застосовується, налічує більше 70 найменувань [8].

Отже, багаторічне і ефективне застосування препарату в ветеринарії і на добровольцях в клініці свідчить про необхідність його подальшого дослідження і використання в клініці.

## Матеріали і методи

**Препарати.** Використано препарат Ізатизон, виготовлений на базі лабораторії МСБАР ІМБІГ НАН України.

Даний препарат являє собою маслянисту рідину, темно-жовтого кольору, гіркий на смак із специфічним запахом. Молярна маса 234 г/Моль. Температура застигання – 10 – 15 °С. Він має антисептичні і протизапальні властивості. Не пригнічує кровотворення, не має кумулятивних властивостей. При застосуванні в індуктивну фазу імуногенезу зменшує прояви анафілактичного шоку, має властивість регулювати показники специфічної і неспецифічної резистентності при порушенні імунного статусу організму, впливаючи на підвищення активності систем інтерферону і фагоцитозу. Знижує тонус м'язів тонкої кишки, збільшує чутливість до ацетилхоліну і хлористого барію [2].

**Кількісний аналіз складу препарату.** Експериментальні визначення кількісного аналізу складу препарату найкраще проводити на реєструючому спектрофотометрі

SPECORD UA-VIS, оскільки, всі речовини, атоми яких знаходяться в збудженому стані, випромінюють світлові хвилі, енергія яких певним чином розподілена за довжиною хвиль [10], а даний препарат містить  $\pi$ -електронні системи, які відповідають за поглинання та випромінення в оптичному діапазоні.

**Принцип роботи:** у кюветну камеру поміщають кювету з розчином порівняння і кювету з розчином, що аналізується. Обертаючий барабан довжин хвиль, встановлюють на певну довжину хвилі: спочатку в світловий потік поміщають кювету з розчином порівняння і за допомогою регулятора ширини щілини приводять до нуля стрілку мікроамперметра. Далі в світловий потік поміщають кювету з аналізуючим розчином і приводять вимірювальний прилад до нуля. Розрахунок концентрації розчину за даними оптичної густини одержаної на спектрофотометрі проводять за допомогою калібрувальних графіків чи за законом Ламберта-Бугера-Бера, якщо відома величина молярного поглинання [12].

**Фізико-хімічні параметри препарату.** Дослідження фізико-хімічних параметрів препарату ізатізон (розмір часточок, дзета-потенціал) проводять на приладі 90plus S/n Brookhaven Instruments Corporation за методом динамічного розсіювання світла. Даний метод визначає флуктуації інтенсивності розсіяного світла, які зумовлені дифузією або броунівським рухом частинок незалежно від ефективності, з якою вони розсіюють світло (типова схема установки наведена на рисунку 2) [1]. Дзета-потенціал – це електричний потенціал між краями дифузного шару іонів в рідині, що оточує заряджену колоїдну частку або поверхню макроскопічного твердого тіла. Він виникає в результаті накопичення електричних зарядів на межі розділу твердої і рідкої фаз. В результаті цього на межі фаз утворюється подвійний електричний шар (ПЕШ). На величину дзета-потенціалу впливають властивості поверхні твердої речовини і оточуючої її рідини. Тому його значення є індикатором поверхневого заряду твердої фази і характеристикою поверхні розділу фаз [11, 13].

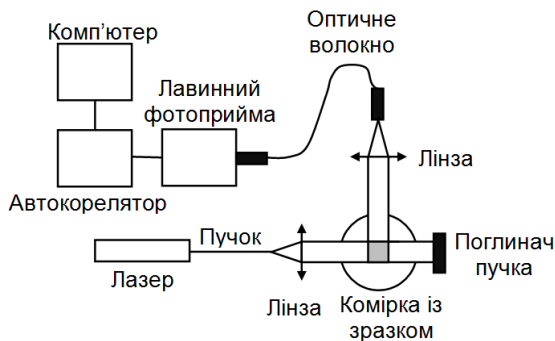


Рис. 2. Схема установки для методу визначення динамічного розсіювання світла

Цей показник визначають на електрокінетичному аналізаторі на кордоні тверде тіло – рідина за допомогою вимірювання фільтраційного потенціалу (фільтраційного струму).

Виміряні значення залежності фільтраційного потенціалу від різного тиску використовуються для обчислення дзета-потенціалу (за рівнянням Смолуховського). Одночасно прилад вимірює провідність електроліту, температуру і значення рН.

## Результати та обговорення

Ізатізон – це препарат, до складу якого входять метисазон (марборан), ДМСО, ПЕГ (твін) з молекулярною масою 400.

При дослідженні препарату було визначено, що кожен із компонентів ізатізону має певні фармакологічні властивості. Метисазон діє протівірусно на пригнічення синтезу білків, із яких будується вірусна оболонка. Диметилсульфоксид (димексид, ДМСО) є добрим розчинником, легко проникає у різні тканини тварин та рослин, використовується як консервант органів тварин, має ряд цінних фармакологічних властивостей, підвищує проникність клітинних мембран та бар'єрів, не пошкоджуючи їх. Він здатний до активного транспорту лікарських речовин, розчинених у ньому. Має широкий діапазон терапевтичного впливу завдяки протизапальній (антигістамінній), бактеріостатичній, фунгістатичній, анальгезуючій, діуретичній, радіо- і криопротекторній, судинорозширюючій дії. Препарат має виражену десенсибілізуючу дію. При застосуванні в індуктивну фазу імуногенезу полегшує перебіг анафілактичного шоку. ДМСО потенціює дію стероїдів, гепарину, інсуліну, цитостатиків, а також підвищує резистентність тканин до гіпоксії [2].

Поліетиленгліколь-400 (поліетиленоксид, ПЕО) використаний як носій лікарських речовин. ПЕО активніший, ніж жирові основи, провідник лікарських компонентів через шкіряний бар'єр, при чому його активність як провідника посилюється в умовах запалення. Йому властива певна бактерицидна дія [2].

Ізатізон при взаємодії з водою випадає в осад, що не дозволяє провести дослідження спектральним методом, тому були зроблені ряд розведень (10, 100 та 1000 разів). Перше та друге розведення не дали належного результату, оскільки препарат випав в осад. При третьому розведенні (у 1000 разів), при концентрації препарату 1 мл/л, було визначено, що препарат Ізатізон має два піки в УФ області спектру (244,0; 274,0) та один пік (360,0) у видимому діапазоні (рис. 3).

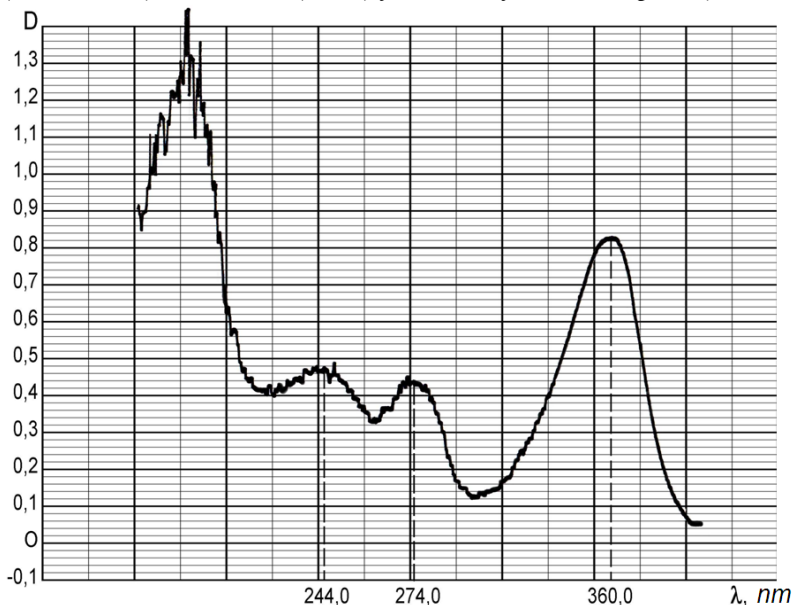


Рис. 3. Спектральний аналіз препарату Ізатізон при розведенні у 1000 раз.  
 $\lambda$  – довжина хвилі,  $D$  – оптична густина.

Наявність піків в УФ області спектру вказує на складність будови і наявність подвійних зв'язків у структурі молекули, пік у видимому діапазоні відповідає за жовте забарвлення препарату.

За допомогою методу динамічного розсіяння світла визначали розмір і форму наночастинок препарату. У воді розмір часточок складав – 775 нм., у ДМСО – 148,0 нм.

Дзета-потенціал наночастинок препарату ізатізону визначали в аналізі на поверхні твердого тіла. Значення дзета-потенціалу наночастинок препарату ізатізону відповідає 4,1.

## Висновки

При поведенні дослідження препарату Ізатізон було визначено, що досліджуваний препарат має два піки в УФ області спектру (244,0; 274,0), що відповідають за будову препарату, і один пік (360,0) у видимому діапазоні, що відповідає за забарвлення. Розмір частинок препарату у воді 775 нм., у ДМСО – 148,0 нм. Дзета-потенціал частинок препарату – -4,1. Розмір та дзета-потенціал частинок препарату відіграють важливу роль при веденні їх в організм *in vivo*. Найкраща концентрація ізатізону для проведення спектральних досліджень на спекорді 1 мл/л.

## Література

1. Бобицький Я., Клімкевич Р. (2007), Порівняльний аналіз оптичних методів вимірювання розмірів мікрочастинок // *Вимірювальна техніка та метрологія*, № 67, С. 48 – 55.
2. Заїка Л. А., Болсунова О. І., Потопальський А. І. (2010), *Противірусні, протипухлинні та імуномодулюючі властивості лікувального препарату Ізатізон: монографія*, Колобід, Київ, 212 с.
3. Лозюк Л. В., Кордис Б. Д., Лісняк О. І. (2006), Перспективи застосування Ізатізону та мікрохвильової рефлексотерапії в клінічній практиці // *Biomedical and Biosocial Anthropology*, №7, С. 198.
4. Лозюк Л. В., Онищук П. Д., Потопальський А. І. та ін. (2005), Застосування Ізатізону, його нових лікарських форм та аналогів для оздоровлення бджіл // *Матеріали міжнародного форуму “Основи молекулярно-генетичного оздоровлення людини і довкілля”*, Колобід, Київ, С. 119 – 122.
5. Лозюк Л. В., Потопальський А. І., Лозюк Р. М. (2003), *Медикаментозна терапія вірусних інфекцій животної*, Норма, Львов, 208 с.
6. Погурський І. Г. Підпригора Г. І., Береза В. І. Потопальський А. І. (2005), Терапевтична ефективність застосування ізатізону в практиці ветеринарної медицини // *Матеріали міжнародного форуму “Основи молекулярно-генетичного оздоровлення людини і довкілля”*, Колобід, Київ, С. 160 – 163.
7. Сич Г. О., Буцацький Л. П., Матвієнко Е. М., Заїка Л. А., Потопальський А. І. (2007), Використання препарату “Ізатізон” у рибориборстві // *Рибогосподарська наука України*, № 2, С. 41 – 46.
8. Суворова Т. (2010), “Дар небес” против рака // *Здоровье: egavownt.ucoz.com/news/dar\_nebes\_protiv\_raka/2013-03-21-79*
9. Харіна А.В., Кот Т.Г., Потопальський А.І. та ін. (2009) Ізатізон як інгібітор фітовірусних інфекцій // *Мікробіологія і біотехнологія*, № 4, С. 58 – 62.

10. Шматов Г.П., Каргаполов А.В., Брянцева В.М (2003), Основные принципы спектроскопии // *Использование спектроскопии в медицине, экологии и фармации*, С. 20 – 49.
11. Hassan P. A. (2008), Particle size analysis of colloidal drug delivery systems by dynamic light scattering, *CRSNewsLetter*, Vol. 1, pp. 13-17.
12. Clark J., Using UV-visible Absorption Spectroscopy, available at: [chemwiki.ucdavis.edu/Under\\_Construction/Chemguide\\_\(Jim\\_Clark\)/Instrumental\\_Analysis/IV\\_UV-Visible\\_Absorption\\_Spectra/F\\_Using\\_UV visible\\_Absorption\\_Spectroscopy](http://chemwiki.ucdavis.edu/Under_Construction/Chemguide_(Jim_Clark)/Instrumental_Analysis/IV_UV-Visible_Absorption_Spectra/F_Using_UV_visible_Absorption_Spectroscopy)
13. Nicholson M. (2013), The DelsaNano Series, available at: [www.dynamiclightscattering.co.uk/](http://www.dynamiclightscattering.co.uk/)

## References

1. Bobytskyi Ya., Klimkevych R. (2007), Porivnialnyi analiz optychnykh metodiv vymiriuvannia rozmiriv mikrochastynok, *Vymiriuvalna tekhnika ta metrolohiia*, 67, pp. 48 – 55.
2. Zaika L. A., Bolsunova O. I., Potopalskyi A. I. (2010), *Protivirusni, protypukhlynni ta imunomoduliuvachi vlastyvoli likovalnoho preparatu Izatizon: monografii*, Kolobih, Kyiv.
3. Loziuk L. V., Kordys B. D., Lisniak O. I. (2006), Perspektyvy zastosuvannia Izatizonu ta mikrokhvylovoi refleksoterapii v klinichnii praktytsi, *Biomedical and Biosocial Anthropology*, 7, p. 198.
4. Loziuk L. V., Onyshchuk P. D., Potopalskyi A. I. (2005), Zastosuvannia Izatizonu, yoho novykh likarskykh form ta analogiv dlia ozdorovlennia bdzhil, *Materialy mizhnarodnoho forumu "Osnovy molekuliarno-henetychnoho ozdorovlennia liudyny i dovkillia"*, Kolobih, Kyiv, pp. 119 – 122.
5. Loziuk L. V., Pohopalskyi A. Y., Loziuk R. M. (2003), *Medykamentoznaia terapiia virusnykh ynfektsii zhivotnykh*, Norma, Lvov.
6. Pohurskyi I. H., Pidopyrhora H. I., Bereza V. I. Potopalskyi A. I. (2005), Terapevtychna efektyvnist zastosuvannia izatizonu v praktytsi veterynarnoi medetsyny, *Materialy mizhnarodnoho forumu "Osnovy molekuliarno-henetychnoho ozdorovlennia liudyny i dovkillia"*, Kolo bih, Kyiv, pp. 160 – 163.
7. Sych H. O., Buchatskyi L. P., Matviienko E. M., Zaika L. A., Potopalskii A. I. (2007), Vykorystannia preparatu "Izatizon" u rybnytstvi, *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, 2, pp. 41 – 46.
8. Suvorova T. (2010), "Dar nebes" protiv raka, *Zdorove*, Available at: [egavownt.ucoz.com/news/dar\\_nebes\\_protiv\\_raka/2013-03-21-79](http://egavownt.ucoz.com/news/dar_nebes_protiv_raka/2013-03-21-79)
9. Kharina A.V., Kot T.H., Potopalskyi A.I. ta in. (2009) Izatizon yak inhibitor fitovirusnykh infektsii, *Mikrobiolohiia i biotekhnolohiia*, 4, pp. 58 – 62.
10. Shmatov G.P., Kargapolov A.V., Bryantseva V.M (2003), *Ispol'zovanie spektroskopii v medetsine, ekologii i farmatsii*, pp. 20 – 49.
11. Hassan P. A. (2008), Particle size analysis of colloidal drug delivery systems by dynamic light scattering, *CRSNewsLetter*, 1, pp. 13-17.
12. Clark J., *Using UV-visible Absorption Spectroscopy*, available at: [chemwiki.ucdavis.edu/Under\\_Construction/Chemguide\\_\(Jim\\_Clark\)/Instrumental\\_Analysis/IV\\_UV-Visible\\_Absorption\\_Spectra/F\\_Using\\_UV visible\\_Absorption\\_Spectroscopy](http://chemwiki.ucdavis.edu/Under_Construction/Chemguide_(Jim_Clark)/Instrumental_Analysis/IV_UV-Visible_Absorption_Spectra/F_Using_UV_visible_Absorption_Spectroscopy)
13. Nicholson M. (2013), *The DelsaNano Series*, available at: [www.dynamiclightscattering.co.uk/](http://www.dynamiclightscattering.co.uk/)

## Microbiological safety of pastille products new compounding

Arina Zhivotovska, Natalia Gregirchak

National University of food technologies, Kyiv, Ukraine

---

### ABSTRACT

#### Keywords:

Microflora  
Souffle  
Sugar  
Substitute  
Security  
Storage

---

#### Article history:

Received 25.09.2013  
Received in revised form  
20.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Natalia Gregirchak  
E-mail:  
G\_natal@ukr.net

**Introduction.** Due to the increasing number of people with diabetes and gastro-intestinal diseases appeared a need to develop new recipes of sweets with sweeteners. For identify of influence of lactulose and fructose on microbiological sweet's parameters of new formulations was analyzed their microbiological safety on case of souffle.

**Materials and methods.** The analysis were carried out by regulatory microbiological parameters. Also, was checked number of disputes-making bacterias ( DMB ). With the goal to create conditions of provocative testing, samples of souffle except of regulated temperature, kept at the temperature of 10 ° C above regulated.

**Results.** Marked difference of all samples to established standards. Investigated the dynamics of changes in total contamination of submitted samples of souffle during storage and the effect of sugars on the microbiological safety of the new candy recipes. Found that fruktoz-contained souffle with somewhat lower microbiological parameters than products of sucrose , which is a component of traditional sweets. Adding of lactulose to recipe of soufflé does not affect their microbiological stability. Raising the temperature to 10° C from the measured norm did not significantly affect the performance of all microbiological samples for regulated product shelf life.

---

УДК 664.656

## Мікробіологічна безпека пастильних виробів нової рецептури

Аріна Животовська, Наталія Грегірчак

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

## Вступ

Ринок кондитерських виробів в Україні активно розвивається, але у зв'язку зі збільшенням кількості людей хворих на цукровий діабет, кишково-шлункові та серцево-судинні захворювання виникла потреба у розробці нових рецептур солодоців функціонального призначення з лікувально-профілактичними властивостями [1].

В усьому різноманітті солодоців, особливе місце займають пастильні вироби, зокрема суфле. Його використовують як самостійно, так і у складі різноманітних цукерок, тістечок та тортів. Для надання продукту функціональних властивостей до складу суфле вводять цукрозамінники: лактулозу, фруктозу, мальтитол, сорбіт, ксиліт [2].

Лактулоза – ізомер лактози, дисахарид, що складається з молекули фруктози і галактози. Вона стимулює загальний імунітет організму, покращує мікрофлору кишково-шлункового тракту, зменшує вміст холестерину в крові і сприяє кращому засвоєнню вітамінів і кальцію в організмі [3].

Для людей, які хворіють на цукровий діабет і не можуть споживати сахарозу (традиційний компонент суфле), у рецептуру продукту вводять фруктозу. Фруктоза, порівняно з іншими природними або штучними цукрозамінниками, має кращі органолептичні, фізико-хімічні та технологічні властивості. Відомо, що серед усіх ди- та моносахаридів найбільшою гігроскопічністю володіє саме фруктоза, яка починає поглинати вологу за відносної вологості повітря 45%. Завдяки цьому, у продуктах з фруктозою довше відбувається процес черствіння, а також спостерігається зменшення мікробіологічних показників в порівнянні з цукровмісними продуктами [1].

Важливо, щоб продукт зі зміненою рецептурою залишався безпечним для вживання і його мікробіологічні показники відповідали нормативам. Точно невідомо як додавання нових цукрів у рецептуру суфле впливатиме на мікробіологічну стабільність готових виробів [4].

Одним з головних факторів, що впливає на якість та мікробіологічну безпечність пастильних виробів є показник активності води ( $a_w$ ). Розвиток мікроорганізмів, тобто швидкість їх росту, залежить від доступності вологи в солодошах. Зниження активності води надає продукту стійкості щодо росту мікроорганізмів, тому додавання в рецептуру суфле цукрів (особливо моносахаридів) є один з способів забезпечення мікробіологічної безпечності кондитерських виробів. Відомо, що більшість патогенних бактерій перестають розвиватись при  $a_w < 0,9$ , дріжджі при  $a_w < 0,88$ , плісняві гриби при  $a_w < 0,7$ . Пастильні вироби належать до продуктів з проміжною вологістю і активністю води 0,65 – 0,95, що свідчить про можливість розвитку дріжджів і пліснявих грибів у даних солодошах [6, 7].

З метою виявлення впливу лактулози та фруктози на мікробіологічні показники суфле нової рецептури необхідно проводити аналіз їх мікробіологічної безпеки.

Дуже часто температура при зберіганні або транспортуванні готових виробів з суфле може бути значно вищою за регламентовану. В наслідок цього, в умовах провокаційного тестування, необхідна перевірка впливу температури зберігання солодоців на швидкість протікання мікробіологічних процесів у продукті [6].

Разом з сировиною до суфле можуть потрапити певні мікроорганізми і невідомо як вони будуть взаємодіяти між собою під час зберігання. Найбільшу загрозу для здоров'я людини становить патогенна мікрофлора, яка робить продукт непридатним для споживання [8]. Тому, окрім кількісного визначення мікроорганізмів у суфле,

важливо визначити які типові мікроорганізми наявні у продукті та простежити їх співвідношення під час зберігання [9].

## Матеріали і методи

Вивчення мікробіологічного складу суфле нової рецептури проводили у відповідності з методиками, затвердженими Міністерством охорони здоров'я України і державними стандартами.

Об'єктом дослідження були 4 дослідні зразки суфле з різним вмістом цукрів – сахароза, фруктоза, сахароза з лактулозою, фруктоза з лактулозою.

До складу рецептури досліджуваних зразків входять: білок яєчний (сухий), цукор – пісок (фруктоза), патока крохмальна, агар, кислота лимонна (0,07 г в 100 г продукту). Вміст лактулози у виробі складає 10 г в 100 г продукту, вміст сухих речовин 71,5%, показник  $a_w=0,86$ . Зразки суфле зберігали при температурі  $+6^{\circ}\text{C}$  та  $+17^{\circ}\text{C}$ .

На кожному етапі досліджень зразків суфле контролювали кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ), наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП) та золотистого стафілококу, кількість дріжджів і пліснявих грибів. Крім того, в зразках перевіряли кількість спороутворювальних бактерій (СУБ), представники яких (*B. cereus*) є небезпечними для споживачів [7].

Дослідження динаміки зміни показників мікробіологічної безпеки і стабільності суфле у процесі зберігання проводили одразу після приготування, на 3 добу, 6, 15, 30, 36. Регламентований термін зберігання продукту 6 діб.

## Результати та обговорення

Аналіз свіжоприготовлених виробів показав, що початкова обнасіненість суфле є невисокою, вона на 2 порядки нижча норми (табл.1), кількість спороутворюваних бактерій також невисока. Причин може бути декілька: низька початкова обнасіненість сировини, тепловий шок мікроорганізмів, оскільки при виготовленні даних виробів застосовувалась дія високих температур, додавання в рецептуру продукту лимонної кислоти, що має консервуючі властивості. Золотистого стафілококу та БГКП у 0,01 г досліджуваних зразків не виявлено. Це свідчить про дотримання усіх належних санітарно-гігієнічних вимог при виготовленні суфле. Кількість дріжджів та пліснявих грибів у всіх зразках не перевищувала межі 50 КУО/г та 100 КУО/г відповідно.

За результатами аналізу встановлено, що незалежно від вмісту цукрів всі зразки суфле протягом регламентованого терміну зберігання відповідали санітарно-мікробіологічним нормам. На шосту добу зберігання, у зразках з фруктозою і лактулозою в порівнянні зі зразками лише з фруктозою показник МАФАНМ менший в 2 рази (рис.1), також у лактулозовмісних зразках інтенсивність розвитку бактерій та грибів дещо менша. Це пояснюється тим, що лактулоза не засвоюється мікроорганізмами характерними для суфле. Підвищення температури на  $10^{\circ}\text{C}$  від встановленого нормативу істотно не впливало на мікробіологічні показники всіх зразків продукту за регламентований термін зберігання. Суфле з фруктозою, в порівнянні з сахарозовмісними виробами, є менш сприятливим середовищем для росту мікроорганізмів, особливо дріжджів та грибів, оскільки фруктоза, як



представник моносахаридів, знижує доступність вологи для мікроорганізмів в солодоцях більш інтенсивно ніж сахароза [1].

Таблиця 1  
Мікробіологічні показники суфле з різним вмістом цукрів

Зразок	Температура зберігання, °С	Свіжовитовлені зразки		6-та доба зберігання	
		МАФАНМ, КУО/г	СУБ, КУО/г	МАФАНМ, КУО/г	СУБ, КУО/г
Фруктоза +лактозуза	+6	$0,5 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$
	+17	$0,5 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$
Сахароза +лактозуза	+6	$0,9 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$	<10
	+17	$0,9 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$
Фруктоза	+6	$0,3 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$
	+17	$0,3 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,1 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$
Сахароза	+6	$0,2 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$	$0,1 \times 10^2$
	+17	$0,2 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$
Норматив		$1 \times 10^4$		$1 \times 10^4$	

До п'ятнадцятої доби зберігання продукту було виявлено, що показник МАФАНМ зменшується (табл. 2). Це пояснюється зниженням рівня вологи у зразках, що могло призвести до затримки росту і розмноження мікроорганізмів, а також викликати їх загибель. Після тридцятого дня зберігання спостерігається стрімке підвищення кількості мікроорганізмів в зразках. У зразках суфле з сахарозою ( $t = +17^\circ\text{C}$ ) та з сахарозою і лактулозою ( $t = +6^\circ\text{C}$ ) кількість грибів та дріжджів перевищує допустимий норматив в 1,5 рази (табл.3), а на 36 добу зберігання тільки зразки з фруктозою відповідають нормативам. Вміст спороутворюючих бактерій у всіх зразках не стабільний, на шосту добу найбільша їх кількість у фруктозовмісних зразках, що зберігались за температури  $+17^\circ\text{C}$ . При подальшому зберіганні у суфле з фруктозою зменшувалась кількість спороутворюючих бактерій, а в зразках з сахарозою навпаки – дещо зростала (табл. 4).

Таблиця 2  
Показник МАФАНМ (КУО/г) в процесі зберігання суфле з різним вмістом цукрів

Дні / Зразок	3	6	15	30	36
Фруктоза $+6^\circ\text{C}$	$0,6 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$
Фруктоза $+17^\circ\text{C}$	$0,7 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$
Фруктоза з лактулозою $+6^\circ\text{C}$	$0,8 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$	$0,1 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$
Фруктоза з лактулозою $+17^\circ\text{C}$	$0,9 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,8 \times 10^2$	$0,7 \times 10^2$
Сахароза $+6^\circ\text{C}$	$0,3 \times 10^2$	$0,1 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$
Сахароза $+17^\circ$	$0,4 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$
Сахароза з лактулозою $+6^\circ\text{C}$	$0,3 \times 10^2$	$0,5 \times 10^2$	$0,1 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,2 \times 10^2$
Сахароза з лактулозою $+17^\circ\text{C}$	$0,2 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,3 \times 10^2$	$0,6 \times 10^2$	$0,4 \times 10^2$

Таблиця 3

Кількість грибів та дріжджів (КУО/г) в процесі зберігання суфле з різним вмістом цукрів

Дні	3	6	15	30	36
<b>Зразок</b>					
Фруктоза +6°C	<10	10	<10	<10	10
Фруктоза +17°C	10	<10	<10	<10	10
Фруктоза з лактулозою +6°C	10	<10	<10	<10	10
Фруктоза з лактулозою +17°C	10	10	10	10	<10
Сахароза +6°C	10	<10	<10	10	10
Сахароза +17°	10	20	10	10	30
Сахароза з лактулозою +6°C	<10	<10	<10	<10	<10
Сахароза з лактулозою +17°C	<10	10	10	10	10

Таблиця 4

Кількість спороутворюючих бактерій (КУО/г) в процесі зберігання суфле з різним вмістом цукрів

Дні	3	6	15	30	36
<b>Зразок</b>					
Фруктоза +6°C	10	10	20	10	30
Фруктоза +17°C	180	100	80	100	120
Фруктоза з лактулозою +6°C	<10	10	10	10	20
Фруктоза з лактулозою +17°C	10	10	20	10	20
Сахароза +6°C	50	40	10	30	50
Сахароза +17°	110	90	80	30	60
Сахароза з лактулозою +6°C	10	10	10	10	20
Сахароза з лактулозою +17°C	30	20	10	20	40

Аналіз морфотипів колоній, виділених з суфле показав, що всі зразки мають декілька спільних видів типових колоній мікроорганізмів. Під час зберігання їх співвідношення змінюється. Спільними для всіх зразків суфле були: бактеріальні білі колонії з нерівними краями та конусоподібним профілем, прозорі круглі колонії, жовті круглі колонії з відблиском та білі круглі колонії (табл.5). Серед типових пліснявих грибів переважають колонії міцеліальних грибів, що утворюють білосніжний міцелій і чорні спори.

Таблиця 5

Характеристика типових морфотипів мікроорганізмів в суфле

Відношення до кисню	Тип колоній	Розмір колоній	Форма клітин
Аеробні	Білі з нерівними краями	Середній	Паличкоподібні, розміщуються поодинокі, спори розміщуються бациларно
Аеробні	Прозорі круглі	Середній	Коки, розміщуються попарно
Аеробні	Круглі, жовті	Малий	Коки, розміщуються ланцюжками з 3 та більше клітин
Аеробні	Круглі, білі	Малий	Коки, розміщуються поодинокі

У свіжоприготовлених зразках суфле переважають білі колонії середнього розміру з нерівними краями та конусоподібним профілем (45%) При подальшому зберіганні у продукті зростає кількість білих круглих блискучих колоній середнього розміру (рис.1). Це пояснюється здатністю мікроорганізмів засвоювати поживні речовини з продукту та міжвидовою конкуренцією за поживні речовини.

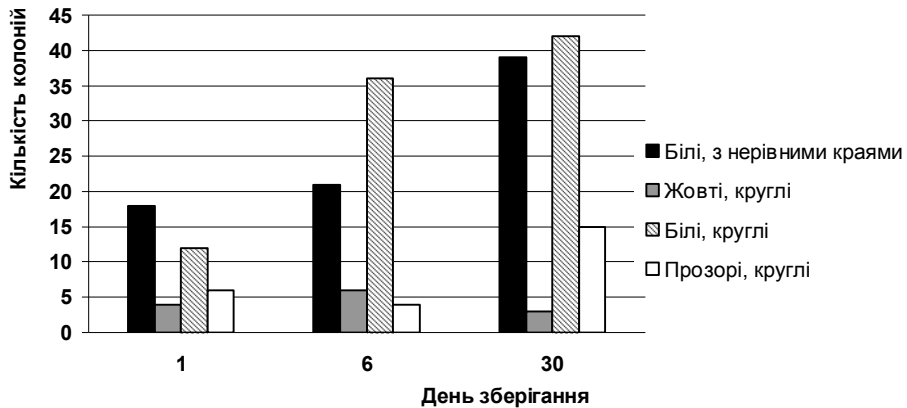


Рис.1. Співвідношення типових мікроорганізмів суфле.

## Висновки

1. Дослідження мікробіологічної безпеки суфле нової рецептури за основними показниками показало, що загальна обнасіненість даних виробів на два порядки нижча за показники встановлені нормативом. На кінець терміну зберігання (6 діб) спостерігається зниження загальної кількості мікроорганізмів.

3. На розвиток мікроорганізмів впливають склад і внутрішні фактори продукту (активність води, наявність лактулози, фруктози).

4. За мікробіологічними дослідженнями зразків встановлено, що суфле нової рецептури можуть зберігатися довше регламентованого терміну без перевищення безпечних нормативів.

5. Вміст мікроорганізмів при зберіганні суфле змінюється внаслідок їх міжвидової конкуренції та здатності засвоювати поживні речовини.

## Література

1. Шатнюк Л.Н., Антипова О.В. Инновационные ингредиенты для снижения калорийности кондитерских изделий / Пищевые ингредиенты – сырье и добавки, 2012, №1. – с. 45-47.
2. Alexander, R. J. Sweeteners in confectionery products // American Association of Cereal Chemists, Vol.12 Issue 2, 2004, Pp. 40-44.
3. Леонидов Д.С. Лактулоза: диапазон использования в пищевой промышленности / Кондитерское и хлебопекарское производство, 2011, №10. – с. 34-35.

4. Калакура М., Данкевич Л., Ніколіна В. Вплив рецептурних компонентів бісквітного напівфабрикату на термін його зберігання / Хлібопекарська і кондитерська промисловість України, 2012, №6 – с. 30-32.
5. Леонова И. Б. Некоторые проблемы пищевой микробиологии на примере
6. кондитерских изделий / Фундаментальные исследования, 2008, №12. – с. 46-47.
7. Дорохович А.Н., Гавва Е. А. Сроки хранения кондитерских изделий, целесообразность и возможность их продления / Продукты & ингредиенты, 2006, №4 – с. 24-28.
8. Braun, P., Flahlahber, K. Predictive modeling of the combined effect of low temperature,  $a_w$ , and pH on the activity of bacterial lipases // *Milchwissenschaft*, Vol.58, 2003, Pp. 260-262.
9. Олексієнко Н., Волощук Г. Мікробіологічні і не мікробіологічні фактори ризику для безпеки кондитерських виробів / Хлібопекарська і кондитерська промисловість України, 2012, №10. – с. 3-5.
10. Кручинин Г. Пищевые токсикоинфекции / Кондитерское и хлебопекарское производство, 2008, №2. – с. 32-34.
11. Рудавська Г. Б. Безпечність нових пастильних виробів оздоровчого спрямування. / Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. праць. – Донецьк. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2011, № 27. –с. 29-35.

## References

1. Shatnyuk L.N., Antipova O.V. (2012), Innovatsionnye ingredienty dlya snizheniya kaloriynosti konditerskikh izdeliy, *Pishchevye ingredienty – syr'e i dobavki*, 1, pp. 45-47.
2. Alexander R. J. (2004), Sweeteners in confectionery products, *American Association of Cereal Chemists*, 12(2), pp. 40-44.
3. Leonidov D.S. (2011), Laktuloza: diapazon ispol'zovaniya v pishchevoy promyshlennosti, *Konditerskoe i khlebopekarskoe proizvodstvo*, 10, pp. 34-35.
4. Kalakura M., Dankevych L., Nikolina V. (2012), Vplyv retsepturnykh komponentiv biskvitnoho napivfabrykatu na termin yoho zberihannia, *Khlibopekarska i kondyterska promyslovist Ukrainy*, 6, pp. 30-32.
5. Leonova I. B. (2008), Nekotorye problemy pishchevoy mikrobiologii na primere konditerskikh izdeliy, *Fundamental'nye issledovaniya*, 12, pp. 46-47.
6. Dorokhovich A.N., Gavva E. A. (2006), Sroki khraneniya konditerskikh izdeliy, tselesoobraznost' i vozmozhnost' ikh prodleniya, *Produkty & ingredienty*, 4, pp. 24-28.
7. Braun, P., Flahlahber, K. (2003), Predictive modeling of the combined effect of low temperature,  $a_w$ , and pH on the activity of bacterial lipases, *Milchwissenschaft*, 58, pp. 260-262.
8. Oleksienko N., Voloshchuk H. (2012), Mikrobiolohichni i ne mikrobiolohichni faktory ryzyku dlia bezpeky kondyterskykh vyrobiv, *Khlibopekarska i kondyterska promyslovist Ukrainy*, 10, pp. 3-5.
9. Kruchinin G. (2008), Pishchevye toksikoinfektsii, *Konditerskoe i khlebopekarskoe proizvodstvo*, №2, pp. 32-34.
10. Rudavska H. B. (2011), Bezpechnist novykh pastylnykh vyrobiv ozdorovchoho spriamuvannia, *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv, temat. zb. nauk. prats*, Donetsk. nats. un-t ekonomiky i torhivli im. M. Tuhana-Baranovskoho, 27, pp. 29-35.

## The protective function of *Nocardia Vaccinii* IMB B-7405 surfactants

**Kateryna Panasiuk**

*National University of food technologies, Kyiv, Ukraine*

---

### ABSTRACT

#### Keywords:

*Nocardia vaccinii*  
IMB B-7405  
Heavy metals  
Protective

---

#### Article history:

Received 05.08.2013  
Received in revised  
form  
18.10.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Kateryna Panasiuk  
E-mail:  
katia.panasyu@mail.ru

**Introduction.** Purpose is investigate the ability of substances of *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 to protect producer's cells from the effects of  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5-2,5 mM),  $\text{Cd}^{2+}$  (0,1-0,5 mM) and  $\text{Pb}^{2+}$  (0,1-0,5 mM).

**Materials and methods.** The cultivation of *N. vaccinii* IMB B-7405 was carried out in liquid mineral medium with glycerol (1,5% volume fraction). To determine the protective properties of surfactants in eppendorf tubes type brought to 1.5 ml of culture broth (cells + surfactants) and the cell suspension without surfactant, was added 0,1-2,5 mM  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Pb}^{2+}$  in a 0,1 M solution salts  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CdSO}_4 \times 8\text{H}_2\text{O}$  and  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \times 3\text{H}_2\text{O}$  and 1 hour of live cells was determined by the method of Koch.

**Results and discussion.** It was found that substances of *N. vaccinii* IMB B-7405 protect cells of producer from the toxic effects of  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5-2,5 mM),  $\text{Cd}^{2+}$  (0,1-0,5 mM) and  $\text{Pb}^{2+}$  (0,1-0,5 mM). Thus, in the presence of 1.5-2.0 mM  $\text{Cu}^{2+}$  cell's survival of the strain IMV B-7405 from the exponential phase was 20-45%, when from the stationary phase was in 1,7-2,0 times lower. By the action of 0,1 mM  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Pb}^{2+}$  on cells of *N. vaccinii* IMB B-7405 from the exponential growth phase in the presence of substances survived in 1,5-1,8 times more cells than without surface-active substances. It is established the protective properties of the surfactant *N. vaccinii* IMB B-7405 from the effect of heavy metals on the producer cells. The results can serve as a basis for environmental technologies for remediation of heavy metal complex of oil pollution.

---

УДК 759.873.088.5:661.185

## Захисні функції поверхнево-активних речовин *Nocardia Vaccinii* IMB B-7405

**Катерина Панасюк**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

### Вступ

Потужне техногенне навантаження на навколишнє середовище упродовж останніх років робить проблему очищення біосфери від ксенобіотиків досить

нагальною. Забруднення важкими металами негативно впливає на довкілля, а також може загрожувати здоров'ю людини [1]. Останнім часом найбільшого поширення набула проблема забруднення металами водних середовищ, серед яких найбільшу небезпеку представляють стічні води, оскільки належного способу їх очищення не розроблено [1].

Традиційні технології обробки забруднених стічних вод (хімічне осадження, коагуляція, іонний обмін, зворотній осмос та екстракція розчинниками) є економічно не вигідними і мають ряд недоліків: швидкий вихід використовуваного обладнання з експлуатації, утворення токсичного мулу тощо.

На сьогоднішній день одними із ефективних методів очищення довкілля від важких металів є біологічні, основані на використанні мікроорганізмів і продуктів їхньої життєдіяльності, зокрема поверхнево-активних речовин (ПАР) [2, 3].

Поверхнево-активні речовини є об'єктом багатьох досліджень, проте їхнє значення для мікроорганізмів-продуцентів (фізіологічна роль ПАР) залишається не достатньо дослідженим [4, 5]. Так відомо, що ПАР емульгують вуглеводні та полегшують їх транспорт у клітину, їм притаманні антимікробні та антиадгезивні властивості, а також беруть участь в утворенні біоплівок. Крім того, вони здатні утворювати стабільні комплекси з важкими металами, захищаючи таким чином клітини продуцента від їх токсичної дії [4, 6].

Нині детально досліджено здатність рамноліпідів, софороліпідів, сурфактину та інших ліпопептидів сприяти ефективному очищенню забруднених металами ґрунтів [7, 8]. Крім того, поверхнево-активні речовини можуть додаватися в промивні води для підвищення сольобілізації та десорбції металів [8].

У попередніх дослідженнях із забрудненого нафтою ґрунту був виділений штам нафтоокислювальних бактерій *Nocardia vaccinii* К-8 [9], депонований у Депозитарії Інституту мікробіології і вірусології НАН України під номером ІМВ В-7405. Встановлено здатність цього штаму синтезувати сполуки з поверхнево-активними і емульгувальними властивостями під час росту на гідрофобних (гексадекан, рідкі парафіни) та гідрофільних (глюкоза, етанол, гліцерин) субстратах [10].

Раніше було встановлено, що поверхнево-активні речовини, синтезовані *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас-5017 і *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241 захищають клітини продуцентів від дії  $\text{Cu}^{2+}$  (0,01–0,5 мМ) та  $\text{Cd}^{2+}$  (0,1 мМ), тоді як за додавання 0,1 мМ  $\text{Pb}^{2+}$  всі клітини гинули навіть за наявності ПАР [11].

Метою даної роботи було дослідження здатності ПАР *N. vaccinii* ІМВ В-7405 захищати клітини продуцентів від впливу  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5–2,5 мМ),  $\text{Cd}^{2+}$  (0,1–0,5 мМ) і  $\text{Pb}^{2+}$  (0,1–0,5 мМ).

## Матеріали та методи

Культивування бактерій здійснювали на середовищі наступного складу (г/л):  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  – 0,1;  $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,1;  $\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$  – 0,1;  $\text{NaNO}_3$  – 0,5. У середовище культивування додатково вносили  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  – 0,001 г/л. Як джерело вуглецю і енергії використовували гліцерин у концентрації 1,5 % (об'ємна частка), додатково вносили дріжджовий автолізат – 0,5 % (об'ємна частка).

Як посівний матеріал використовували культуру із середини експоненційної фази росту (48–60 год), вирощений на середовищі вищенаведеного складу з 0,5 % (об'ємна частка) гліцерину. Кількість інокуляту – 10 % від об'єму поживного середовища. Культивування бактерій здійснювали в колбах об'ємом 750 мл з 100 мл середовища на качалці (320 об/хв) при 30 °С упродовж 72 год.

Визначення ролі ПАР у захисті клітин від дії  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  та  $\text{Pb}^{2+}$  здійснювали так. Культуральну рідину, отриману після культивування штаму ІМВ В-7405 до середини експоненційної фази та стаціонарної фази піддавали ультрацентрифугуванню (10000 g, 5 хв). Для відмивання осаджених клітин від залишків поживного середовища їх суспендували у стерильній водопровідній воді і повторно центрифугували (10000 g, 5 хв), після чого ресуспендували у такому самому об'ємі стерильної водопровідної води (суспензія клітин, вільних від ПАР). Далі у пробірки типу errendorf вносили по 1,5 мл культуральної рідини (клітини + ПАР) і суспензії клітин, позбавлених ПАР; додавали 1,5–2,5 мМ  $\text{Cu}^{2+}$ , 0,1–0,5 мМ  $\text{Cd}^{2+}$  або 0,1–0,5 мМ  $\text{Pb}^{2+}$  у вигляді 0,1 М розчинів солей  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CdSO}_4 \times 8\text{H}_2\text{O}$  і  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \times 3\text{H}_2\text{O}$ , витримували у термостаті при 30 °С упродовж 1 год, після чого визначали кількість живих клітин за методом Коха на глюкозо-картопляному агарі (ГКА).

### Результати та обговорення

Ступінь виживання клітин *N. vaccinii* ІМВ В-7405 залежно від концентрації металів за присутності ПАР і без них наведено у таблиці.

#### Вплив поверхнево-активних речовин на виживання клітин *N. vaccinii* ІМВ В-7405 за присутності $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Cd}^{2+}$ та $\text{Pb}^{2+}$

Фаза росту клітин	Катіони	Концентрація, Мм	Вживання клітин, %	
			За присутності ПАР	Без ПАР
<b>Контроль (без металу)</b>		–	100±5,0	100±5,0
<b>Експоненційна</b>	$\text{Cu}^{2+}$	1,5	45±2,3	29±1,5
		2,0	20±1,0	10±0,5
		2,5	5±0,3	0
	$\text{Cd}^{2+}$	0,1	81±4,1	45±2,3
		0,3	60±3,0	13±0,7
		0,5	19±1,0	0
	$\text{Pb}^{2+}$	0,1	77±3,8	51±2,6
		0,3	45±2,3	39±1,9
		0,5	14±0,7	6±0,3
<b>Стаціонарна</b>	$\text{Cu}^{2+}$	1,5	23±1,2	10±0,5
		2,0	12±0,6	5±0,3
		2,5	4±0,2	0
	$\text{Cd}^{2+}$	0,1	22±1,1	15±0,8
		0,3	10±0,5	0
		0,5	2±0,1	0
	$\text{Pb}^{2+}$	0,1	36±1,8	11±0,6
		0,3	24±1,2	0
		0,5	12±0,6	0

Встановлено, що виживання клітини *N. vaccinii* ІМВ В-7405 при дії катіонів металів залежало від фази росту продуцента. Так, за присутності ПАР і 1,5 мМ  $\text{Cu}^{2+}$ , 0,1–0,3 мМ  $\text{Cd}^{2+}$  і  $\text{Pb}^{2+}$  виживало на 29–89 % більше клітин з експоненційної фази росту, ніж зі стаціонарної.

Показано, що ПАР *N. vaccinii* ІМВ В-7405 захищають клітини продуцента від токсичного впливу катіонів важких металів (таблиця). Так, за внесення 1,5–2,0 мМ  $\text{Cu}^{2+}$  і ПАР виживало на 10–16 % більше клітин штаму ІМВ В-7405, ніж без поверхнево-активних речовин. За додавання 0,1–0,3 мМ  $\text{Cd}^{2+}$  і  $\text{Pb}^{2+}$  в суспензію клітин *N. vaccinii* ІМВ В-7405, що містить ПАР, виживало до 45–81 % клітин, тоді як після видалення ПАР – всього 13–45 %.

Внесення більш високих (0,5 мМ) концентрацій  $\text{Cd}^{2+}$  і  $\text{Pb}^{2+}$  супроводжувалося загибеллю всіх клітин *N. vaccinii* ІМВ В-7405, позбавлених ПАР, тоді як за присутності поверхнево-активних речовин виживало до 19 % клітин.

Зазначимо, що клітини *N. vaccinii* ІМВ В-7405 витримували вищі концентрації  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5–2,5 мМ), ніж клітини *A. calcoaceticus* ІМВ В-7241 (0,5 мМ) і *R. erythropolis* ІМВ Ас-5017 (0,01 мМ) [11, 12].

Вживання клітин *N. vaccinii* ІМВ В-7405 за присутності ПАР після обробки катіонами металами знижувалася в міру збільшення концентрації катіонів міді, кадмію і свинцю. Однак більш стійкими до дії всіх досліджуваних металів виявилися клітини з експоненційної фази росту, що можна пояснити функціонуванням у них інших адаптивних механізмів, крім синтезу ПАР.

Аналогічні дослідження були проведені з ЕПС етаполоном, синтезованим *Acinetobacter* sp. [14]. Показано, що етаполан захищав клітини продуцента від впливу  $\text{Cr}^{3+}$  і  $\text{Pb}^{2+}$ . Так, вживання клітин за присутності етаполану було вищим у 3–10 разів, ніж клітин звільнених від ЕПС [14]. Наприклад, при додаванні в культуральну рідину *Acinetobacter* sp. 3,0 і 5,0 мМ  $\text{Cr}^{3+}$  чи 2,0–5,0 мМ  $\text{Pb}^{2+}$  практично всі клітини залишалися життєздатними. Підвищення концентрації  $\text{Cr}^{3+}$  до 7,0 мМ приводило до загибелі 20 % клітин. Однак після вилучення ЕПС кількість життєздатних клітин за присутності хрому знижувалась на 80–95 %, свинцю – на 55–60 % [14].

Відомо, що поверхнево-активні речовини можуть захищати від токсичного впливу металів не тільки клітини продуцента, але і, наприклад, природну нафтоокиснюючу мікрофлору [15]. Так, раніше було виділено два морфотипа клітин нативної мікрофлори води, які використовували для вивчення захисних функцій ПАР *R. erythropolis* ЕК-1 від токсичного впливу катіонів міді. Встановлено, що вживання клітин обох культур у суспензіях, що містили 0,01 мМ міді та поверхнево-активні речовини досягало 100 %, у суспензіях без ПАР виживало 59 і 4 % клітин типу 1 та 2 відповідно. Внесення 0,05 мМ міді у суспензію культури типу 1 супроводжувалось загибеллю 55 % клітин як у присутності ПАР, так і без них. При додаванні 0,05 мМ міді до суспензії культури типу 2 та поверхнево-активних речовин виживало 76 % клітин, тоді як без ПАР майже усі клітини гинули.

Показано, що препарати ПАР *R. erythropolis* ЕК-1 є ефективними деструкторами нафти у воді (2,6 г/л) за присутності катіонів міді (0,01–0,05 мМ). Один із механізмів біоремедіації комплексних забруднень у воді полягає у захисних функціях поверхнево-активних речовин як по відношенню до клітин-продуцента, так і нативної мікрофлори води [15]. Враховуючи це, а також високу ефективність використання культуральної рідини *N. vaccinii* ІМВ В-7405, що містить ПАР, для деструкції нафти у воді та ґрунті [16], ми припустили можливість застосування ПАР штаму ІМВ В-7405 для розкладання комплексних з важкими металами нафтових забруднень. Вивченню цього питання, а також дослідженню захисних властивостей ПАР *N. vaccinii* ІМВ В-7405 щодо клітин нативної мікрофлори води, будуть присвячені наші подальші дослідження.

В результаті проведених досліджень встановлено, що поверхнево-активні речовини, синтезовані *N. vaccinii* ІМВ В-7405, захищали клітини продуцента від дії



$\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  та  $\text{Pb}^{2+}$ . Слід зазначити, що стійкість клітин до дії катіонів металів залежала від фази росту штаму. Так, виживання клітин штаму ІМВ В-7405 було вищим у експоненційній фазі росту. Раніше [14] аналогічні результати було отримано при дослідженні захисних функцій мікробного екзополісахариду етаполану та поверхнево-активних речовин штаму ЕК-1.

## Висновки

1. Поверхнево-активні речовини, синтезовані *N. vaccinii* ІМВ В-7405, захищають клітини продуцента від токсичного впливу катіонів  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5–2,5мМ) і  $\text{Cd}^{2+}$  або  $\text{Pb}^{2+}$  (0,1–0,5мМ).
2. За присутності ПАР виживання клітин *N. vaccinii* ІМВ В-7405 було на 10 – 47% вищим, ніж без ПАР.

## Література

1. Malik A. (2004), Metal bioremediation through growing cells, *Environ. Int.*, Vol. 30 № 9, P. 261–278.
2. Gadd G.M. (2010), Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation, *Microbiology*. Vol. 156 № 3, P. 609–643.
3. Mulligan C.N., Yong R.N., Gibbs B.F. (2001), Heavy metal removal from sediments by biosurfactants, *J. Hazard. Mater.* Vol. 85 № 1–2, P. 111–120.
4. Ron E. Z. (2001), Natural roles of biosurfactants, *Environ. Microbiol.* V. 3 № 4, P. 229–36.
5. Jayabarath J. (2009), Bioremediation of heavy metals using biosurfactants, *Biotechnol.* V. 1 №2, P. 50–54.
6. Rehman A. (2011), Heavy metals uptake by *Euglena proxima* isolated from tannery effluents and its potential use in wastewater treatment, *J. Environ. Health. Sci. Eng.*, V. 42 №5, P. 44–49.
7. Łodyga-Chruciska E. (2010), Biosorption of heavy metals – modern and cheap method of polluted wastewater treatment, *J. Agric. Food. Chem.*, V. 74 №7, P. 99–106.
8. Franzetti A. (2010), Applications of biological surface active compounds in remediation technologies, *Adv. Exp. Med. Biol.*, V. 672 № 11, P. 121–134.
9. Пирог Т.П. (2005), Использование иммобилизованных на керамзите клеток нефтеокисляющих микроорганизмов для очистки воды от нефти, *Прикл. биохимия и микробиология.*, Т. 41 № 1, С. 58–63.
10. Пирог Т.П. (2011), Оптимизация синтеза поверхностно-активных веществ *Nocardia vaccinii* К-8 при биоконверсии отходов производства биодизеля, *Микробиол. журнал*, Т. 73 № 4, С. 15–24.
11. Пирог Т.П., Конон А. Д., Софилканич А.П., Шевчук Т.А., Парфенюк С.А. (2013), Влияние  $\text{Cu}^{2+}$  на синтез поверхностно-активных веществ *Acinetobacter calcoaceticus* ИМВ В-7241 и *Rhodococcus erythropolis* ИМВ Ас-5017, *Микробиол. журнал.*, Т. 75 № 1, С. 3–13.
12. Філюк І.В., Софилканич А.П., Пирог Т.П. (2012), Захисні функції поверхнево-активних речовин *Rhodococcus erythropolis* ІМВ Ас-5017 і *Acinetobacter calcoaceticus* ІМВ В-7241, *Харчова промисловість.*, Т.2 № 10–11, С.121–126.
13. Ahalya N., Ramachandra T.V. and Kanamadi R.D. (2003), Biosorption of heavy metals, *J. Chemist.*, Vol.7 № 4., P. 36–48.

14. Пирог Т.П. Принципи регуляції складу і фізико-хімічних властивостей екзополісахаридів, синтезованих *Acinetobacter* sp. : автореф. дис. на здобуття ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.20 «Біотехнологія» / Т.П. Пирог. – Київ, 1999. – 36 с.
15. Софілканич А. П. Розробка технології поверхнево-активних речовин *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 з використанням промислових відходів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 03.00.20 «Біотехнологія» / А. П. Софілканич. –К., 2012. – 24 с.
16. Гриценко Н. А. Розробка технології поверхнево-активних речовин *Nocardia vacciniі* К-8: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 03.00.20 «Біотехнологія» / Н. А. Гриценко. –К., 2012. – 24 с.

## References

1. Malik A. (2004), Metal bioremediation through growing cells, *Environ. Int.*, 30(9), pp. 261–278.
2. Gadd G.M. (2010), Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation, *Microbiology*, 156(3), pp. 609–643.
3. Mulligan C.N., Yong R.N., Gibbs B.F. (2001), Heavy metal removal from sediments by biosurfactants, *J. Hazard. Mater.*, 85(1–2), pp. 111–120.
4. Ron E. Z. (2001), Natural roles of biosurfactants, *Environ. Microbiol.*, 3(4), pp. 229–36.
5. Jayabarath J. (2009), Bioremediation of heavy metals using biosurfactants, *Biotechnol.*, 1(2), pp. 50–54.
6. Rehman A. (2011), Heavy metals uptake by *Euglena proxima* isolated from tannery effluents and its potential use in wastewater treatment, *J. Environ. Health. Sci. Eng.*, V. 42(5), pp. 44–49.
7. Łodyga-Chruciska E. (2010), Biosorption of heavy metals – modern and cheap method of polluted wastewater treatment, *J. Agric. Food. Chem.*, 74(7), pp. 99–106.
8. Franzetti A. (2010), Applications of biological surface active compounds in remediation technologies, *Adv. Exp. Med. Biol.*, 672(11), pp. 121–134.
9. Pirog T.P. (2005), Ispol'zovanie immobilizovannykh na keramzite kletok nefteokislyayushchikh mikroorganizmov dlya ochistki vody ot nefi, *Prikl. biokhimiya i mikrobiologiya*, 41(1), pp. 58–63.
10. Pirog T.P. (2011), Optimizatsiya sinteza poverkhnostno-aktivnykh veshchestv *Nocardia vacciniі* К-8 pri biokonversii otkhodov proizvodstva biodizelya, *Mikrobiol. zhurnal*, 73(4), pp. 15–24.
11. Pirog T.P., Konon A. D., Sofilkanych A.P., Shevchuk T.A., Parfenyuk S.A. (2013), Vliyanie Cu<sup>2+</sup> na sintez poverkhnostno-aktivnykh veshchestv *Acinetobacter calcoaceticus* IMV V-7241 i *Rhodococcus erythropolis* IMV As-5017, *Mikrobiol. zhurnal.*, 75(1), pp.3–13.
12. Filiuk I.V., Sofylkanych A.P., Pyroh T.P. (2012), Zakhysni funktsii poverkhnevo-aktyvnykh rechovyh *Rhodococcus erythropolis* IMV As-5017 i *Acinetobacter calcoaceticus* IMV V-7241, *Kharchova promyslovist*, 2(10–11), pp. 121–126.
13. Ahalya N., Ramachandra T.V. and Kanamadi R.D. (2003), Biosorption of heavy metals, *J. Chemist.*, 7(4), pp. 36–48.
14. Pyroh T.P. (1999), Pryntsypy rehuliyatsii skladu i fizyko-khimichnykh vlastyvostei ekzopolisakharydiv, syntezovanykh *Acinetobacter* sp, Phd thesis, Kyiv.
15. Sofilkanych A. P. (2012), Rozrobka tekhnolohii poverkhnevo-aktyvnykh rechovyh *Rhodococcus erythropolis* ЕК-1 z vykorystanniam promyslovykh vidkhodiv, Phd thesis Kyiv.
16. Hrytsenko N. A. (2012), Rozrobka tekhnolohii poverkhnevo-aktyvnykh rechovyh *Nocardia vacciniі* К-8, Phd thesis, Kyiv.

## Filter surface regeneration during whey treatment

Oleg Kravec', Maria Shinkarik

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ukraine*

---

### ABSTRACT

#### Keywords:

Whey  
Protein  
Filter  
Regeneration

---

#### Article history:

Received 15.10.2013  
Received in revised  
form  
30.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Oleg Kravec'  
E-mail:  
kravets\_o@tstu.edu.ua

**Introduction.** The study is aimed at establishing the effective method of filter's surface regeneration during whey cleaning.

**Methods and materials.** The whey obtained during cottage cheese and casein production were the research objects. The study was conducted using the cartridge type filter setting. There was a previously made set that the amount of casein particularities in milk whey is 2-3 kg/m<sup>3</sup>.

**Results.** There has been shown the importance of filtration processes during clearing the milk whey. The appropriateness of whey filtering has been reasoned herewith and influence of rheological features of protein dispersed phase of whey filtering has been analyzed. The peculiarities of whey filtering after regeneration of filter element with brushes and reverse feeding of purified whey have been defined. It is clear that the application of these recovery methods are not sufficient for fully restoration of the filter properties – it does not exceed 75 %. The design of self-cleaning filter element as a compression spring has been suggested and tested. It was defined that self-cleaning filtration element recover 92% of its potential properties during the regeneration process.

**Conclusions.** Based on the results it has been proved that using self-cleaning filter element provides efficient filter operation throughout the whole process of whey treatment.

---

УДК 637.022

## Регенерація фільтрувальної поверхні при очистці молочної сироватки

Олег Кравець, Марія Шинкарик

*Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна*

### Вступ

При виробництві молочних білкових продуктів (сиру, казеїну, сиру кисломолочного) побічним продуктом є молочна сироватка, що є суспензією, яка складається з власне сироватки та білкової дисперсної фази (так званого «сирного

пилу»). На даний час існують різноманітні технології переробки молочної сироватки [1-4]. Проте, незалежно від подальшої обробки, на першому етапі необхідно здійснити очистку сироватки від білкової дисперсної фази. Встановлено, що за рахунок повернення в технологічний процес дисперсних часток білка можна на 0,6 % [5] зменшити затрати на виробництво одиниці продукції. Додатковим ефектом очистки сироватки є зменшення навантаження на очисні споруди.

Протягом останніх років здійснювалися спроби створити обладнання для очистки сироватки [5], проте з причини недостатнього вивчення властивостей об'єкту розділення – суспензії сироватки і білкової дисперсної фази, на сьогодні ще немає ґрунтового підходу до вирішення цієї проблеми.

Відомо, що вміст білкових часток в молочній сироватці залежить від виду основного продукту і становить в межах  $0,74-3,12 \text{ кг/м}^3$ , причому близько 80% [5] від їх загальної маси мають середній розмір понад  $0,5 \text{ мкм}$  [6]. Враховуючи це, очистку сироватки доцільно здійснювати шляхом фільтрування.

При фільтруванні сироватки утворюється стислий осад, питомий опір фільтруванню якого залежать від прикладеного тиску [7]:

$$r = r_0 + A\left(\frac{P}{p^*}\right)^{2,43} \quad (1)$$

де  $r_0$  – значення питомого опору фільтруванню осаду за відсутності навантаження,  $\text{м}^2$ . В залежності від виду основного продукту  $r_0$  знаходиться в межах  $2 \cdot 10^9 - 3 \cdot 10^9 \text{ м}^2$ ,

$A$  – емпіричний коефіцієнт,  $\text{м}^2$ . Становить, в залежності від виду основного продукту, від  $2 \cdot 10^8$  до  $3,7 \cdot 10^9$ ;

$P$  – тиск, Па;

$p^*$  – дослідна константа,  $p^* = 1 \cdot 10^3 \text{ Па}$ .

Необхідно відмітити, що при тиску  $4,0-5,0 \text{ кПа}$  на фільтрувальній поверхні утворюється ущільнений пристінний шар осаду, який унеможливує розділення дисперсної системи. Іншим важливим фактором, який впливає на процес фільтрування, є адгезійні властивості казеїнових часток [8], та закупорювання пор в процесі фільтрування. Внаслідок сильних адгезійних властивостей білкова дисперсна фаза буде налипати на фільтрувальну поверхню. Міцність адгезійного зв'язку також буде залежати від тиску процесу фільтрування. Так для білкової дисперсної фази при виробництві сиру кисломолочного жирністю 9% ця залежність буде мати наступний вигляд (по відношенні до нержавіючої сталі):

$$P_a = 5,91P_k^{0,49} \quad (2)$$

де  $P_k$  – тиск контакту, Па;

Таким чином, для забезпечення ефективності фільтрування протягом тривалого часу потрібно здійснювати регенерацію фільтрувальної поверхні.

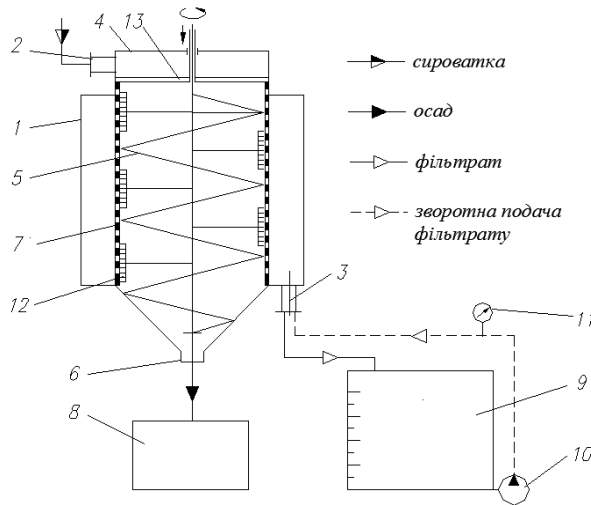
Метою досліджень було встановлення ефективного способу регенерації фільтрувальної поверхні при очистці молочної сироватки.

## Матеріали та методи

Об'єктом досліджень була молочна сироватка одержана при виробництві сиру кисломолочного з масовою часткою жиру 9% (СКЖ 9%), сиру кисломолочного жирністю 2% (СКЖ 2%) і казеїну технічного (КТ).

Серед відомих способів регенерації фільтрувальної поверхні для випробувань було вибрано механічне очищення за допомогою щіток та шляхом періодичної подачі фільтрату у зворотному напрямку (протитечійна регенерація).

Випробування проводили на експериментальній фільтрувальній установці, яка складалася з циліндричного корпусу 1 (рис. 1), патрубків 2 і 3 подачі і відведення сироватки відповідно, напрямого стакану 4 зі шнеком 5, патрубку для відведення осаду 6, фільтрувального елемента 7, ємності 8, мірної ємності 9, відцентрового насоса (НЦС-12-10, тип 36-3ЦЗ.5-10) 10, манометра 11, щіток 12, кільця 13. Матеріал фільтрувального елемента – нержавіюча сталь; діаметр отвору – 0,9 мм, живий переріз – 70%.



**Рис. 1.** Схема експериментальної установки

Сироватку на експериментальну установку подавали під тиском 3,0 кПа. Сироватка через патрубок 2 проходила тангенціально у стакан 4, казеїнові частки утворювали осад на фільтрувальному елементі 7, який транспортувався шнеком 5 в конічну частину корпусу 1, звідки періодично вивантажувалася крізь патрубок 6 в ємність 8. Фільтрат крізь патрубок 3 надходив у мірну ємність 9. Шнек приводився в рух від електродвигуна 15 через редуктор 16 та пасову передачу 17. Частота обертання шнека становила 9 об/хв.

Протягом всього процесу кожні 10 с фіксували об'єм фільтрату та визначали швидкість фільтрування за залежністю:

$$q = \frac{Q}{S \cdot \tau}, \quad (3)$$

де  $Q$  – кількість фільтрату,  $\text{м}^3$ ;

$S$  – площа фільтрувальної поверхні,  $\text{м}^2$ ;

$\tau$  – тривалість процесу, с.

Також визначали вміст казеїнових часток в профільтрованій сироватці. Об'єм отриманого у кожному з дослідів фільтрату – 0,78-0,83  $\text{м}^3$ .

При випробуванні щіткового способу регенерації очистка фільтрувального елемента здійснювалася з допомогою капронових щіток 12, що жорстко кріпилися до валу шнеку.

При протитечійній регенерації фільтрувальної поверхні на 300-ій секундї роботи фільтра припиняли подачу сироватки і вмикали насос 10 (рис. 1), який здійснював зворотну подачу фільтрату із ємності 9 під тиском 0,1 МПа. На 330-ій секундї насос 10 вимикали і відновлювали подачу сироватки.

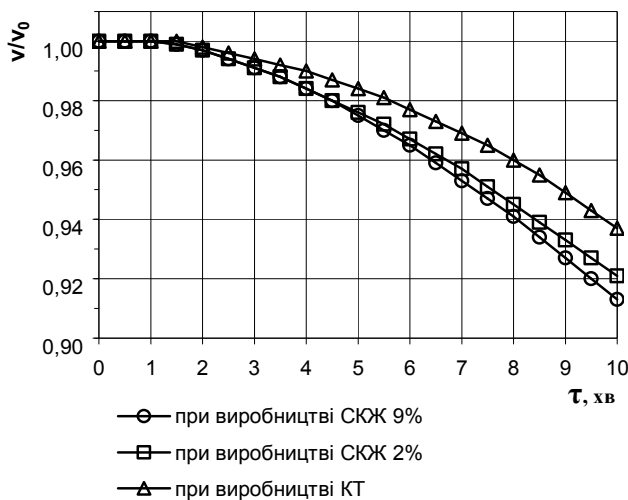
Запропоновано як фільтрувальний елемент фільтра використовувати циліндричну пружину стиску, розмір зазору між витками якої відповідає розміру найменшої частки БДФ, яку потрібно затримати.

Самоочисний фільтрувальний елемент був виконаний у вигляді пружини стиску ST10826 (матеріал: сталь EN10270-1-SM, жорсткість 5,1 Н/мм).

Діаметр і висота пружини відповідали розмірам фільтрувального елемента, а зазор між витками – діаметру фільтрувальних отворів. Також експериментальну установку додатково оснащували кільцем 13 (рис. 1). Регенерація здійснювалася шляхом стиску пружини в результаті переміщення кільця 13 вниз вздовж осі вала 11. Тривалість регенерації становила близько 1 с.

## Результати та обговорення

При контакті щіток безпосередньо з фільтрувальною поверхнею осад практично не утворюється. Незважаючи на це, в процесі роботи фільтра має місце поступове зменшення швидкості фільтрування (рис. 2).



**Рис. 2. Залежність швидкості фільтрування від тривалості процесу при щітковій регенерації фільтрувального елемента.**

Причиною цього є накопичення в порах перегородки певної кількості казеїнових часток. Вони створюють, так зване залишкове забруднення фільтрувального елемента.

Ступінь залишкового забруднення фільтрувальної поверхні залежить від різних факторів, але вирішальний вплив здійснюють властивості осаду, зокрема часткове

його руйнування та здатність до адгезійної взаємодії з фільтрувальною поверхнею. Тому повна регенерація є можливою лише за умови порушення адгезійних зв'язків між частками осаду та стінками отворів фільтрувального елемента.

При протитечійній регенерації спостерігається нерівномірне (часткове) очищення фільтрувальної поверхні в ділянках з шаром осаду з меншою висотою. Властивості фільтрувального елемента відновлюються частково.

Недостатня ефективність протитечійної регенерації пов'язана із тим, що забруднення фільтрувальної поверхні, як правило, не рівномірне по площі, а рідина йде шляхом меншого опору, тобто крізь ділянки, що є менш забрудненими.

Таким чином, протитечійна регенерація не забезпечує повного відновлення властивостей фільтрувального елемента. Крім цього, вона передбачає ускладнення конструкції фільтра, збільшення витрат електроенергії та неможливість одночасної роботи фільтра та регенерації фільтрувальної поверхні.

В процесі випробування самоочисного фільтрувального елемента встановлено, що при стиску пружини 1 (рис. 3.) проходить деформація часток осаду 2, які закупорюють простір між витками. Далі шнек 3 частково відводить осад і пружини відновлюється.

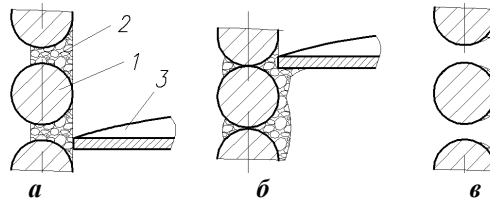


Рис. 3. – Схема роботи самоочисного фільтрувального елемента:  
а - до регенерації; б - під час регенерації; в - після регенерації.

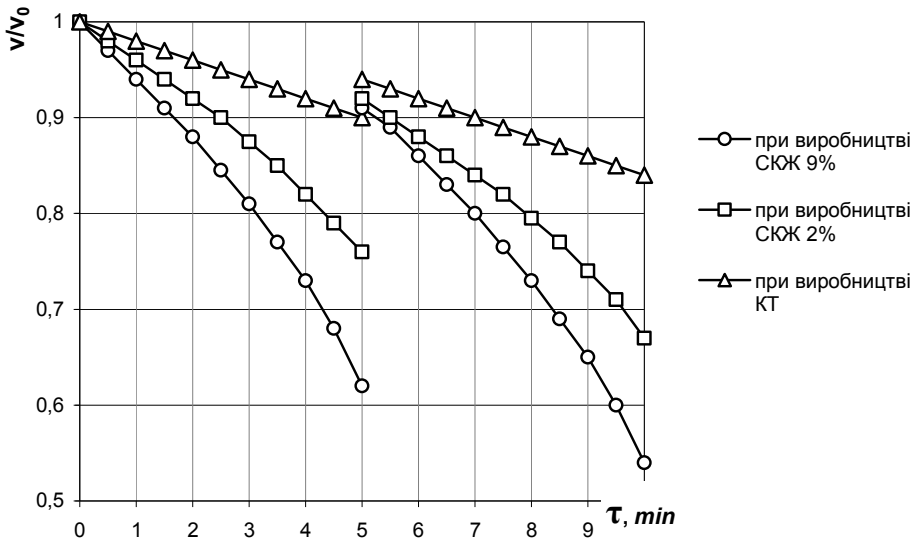


Рис. 4. Залежність швидкості фільтрування від тривалості процесу при випробуванні експериментальної установки з пружним фільтрувальним елементом.

Таким чином забезпечується ефективна регенерація фільтрувального елемента (рис. 4).

## Висновки

Застосування фільтрувального елемента у вигляді пружини, дозволяє здійснювати його повну регенерацію без зупинки процесу фільтрування.

Запропонована конструкція фільтра має техніко-економічні переваги в порівнянні з існуючим обладнанням для очистки сироватки, що полягають у поєднанні в ній ефективності, простоти обслуговування, малої собівартості та можливості використання на підприємствах різної потужності.

## Література

1. Baldasso C. Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration / C. Baldasso, T.C. Barros, I.C. Tessaro // *Desalination*. – 2011. – V. 278, № 3. – P. 381-386.
2. Aider M. Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions / M. Aider, D. Halleux, I. Melnikova // *Food Science & Emerging Technologies*. – 2009. – V. 10, № 3. – P. 334-341.
3. Hinkova A. Potential of membrane Separation Processes in Cheese whey Fractionation and Separation / A. Hinkova, P. Zidova, V. Pour, // *Procedia Engineering*. – 2012. – № 42. – P. 1425-1436
4. Fidaleo M. Electrodialysis Applications in The Food Industry / M. Fidaleo, M. Moresi // *Advances in Food and Nutrition Research*. – 2006. – № 51. – P. 265-360.
5. Приболотный А.В. Первичная обработка сыворотки, или как заработать на ней деньги // *Молочная промышленность*. – 2009. – №6. – С. 23-24.
6. Шинкарик М.М. Аналіз гранулометричного складу білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // *Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій*. – 2011. – Т. 2, № 40. – С. 266-269.
7. Шинкарик М.М. Дослідження компресійно-фільтраційних характеристик білкової дисперсної фази / М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. – 2012. – №1(15). – С.476-484.
8. Шинкарик М.М. Дослідження адгезійних характеристик сирної маси при виробництві сирів із підплавленням / М. М.Шинкарик, Л. В. Радіо, О. А. Савченко // *Наукові праці українського державного університету харчових технологій*. – 2001. – №10 – С.135-136.

## References

1. C. Baldasso, T.C. Barros, I.C. Tessaro (2011), Concentration and purification of whey proteins by ultrafiltration, *Desalination*, 278 (3), pp. 381-386.
2. M. Aider, D. Halleux, I. Melnikova (2009), Skim acidic milk whey cryoconcentration and assessment of its functional properties: Impact of processing conditions, *Food Science & Emerging Technologies*, 10(3), pp. 334-341.



3. A. Hinkova, P. Zidova, V. Pour (2012), Hinkova A. Potential of membrane Separation Processes in Cheese whey Fractionation and Separation, *Procedia Engineering*, 42, pp. 1425-1436
4. M. Fidaleo, M. Moresi (2006), Electrodialysis Applications in The Food Industry, *Advances in Food and Nutrition Research*, 51, pp. 265-360.
5. Pribolotnyy A.V. (2009), Pervichnaya obrabotka syvorotki, ili kak zarabotat' na ney den'gi, *Molochnaya promyshlennost'*, 6. pp. 23-24.
6. Shynkaryk, O.I. Kravets (2011), Analiz hranulometrychnoho skladu bilkovoï dyspersnoi fazy, *Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii*, 2(40), pp. 266-269.
7. M.M. Shynkaryk, O.I. Kravets (2012), Doslidzhennia kompresiino-filtratsiinykh kharakterystyk bilkovoï dyspersnoi fazy, *Prohresyvna tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 1(15), pp. 476-484.
8. M.M. Shynkaryk, L.V. Radio, O.A. Savchenko (2001), Doslidzhennia adheziinykh kharakterystyk syrnoi masy pry vyrobnytstvi syriv iz pidplavleniam, *Naukovi pratsi ukrainskoho derzhavnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii*, 10, pp. 135-136.

## Researches of the process of infra-red heating in thermal device with top and bottom power supply

Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya, Alesya Kirik

Могилевский государственный университет продовольствия,  
Республика Беларусь

---

### ABSTRACT

#### Keywords:

IR  
Heat  
Device  
Mince  
Meat  
Sphere

---

#### Article history:

Received 29.09.2013  
Received in revised  
form  
13.12.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Igor Kirik  
E-mail:  
kirik\_mapp@tut.by

**Introduction.** Pressing question is studying of process of infra-red heating of foodstuff and receiving of the analytical description of change of temperature in the centre of the product processed by infra-red beams.

**Materials and methods.** Researches are spent on experimental installation of thermal device of infra-red heating with top and bottom power supply. The installation represents capacity from stainless steel and consists of the top and bottom cover with galogen quartz radiators, a heatproof screen reflecting heat and a filter from heat-resistant glass. Products of minced meat in the form of a sphere were the object of researches.

**Results.** The experimental installation of thermal device of infra-red heating with top and bottom power supply is designed and constructed. Dependences of time of thermal processing of half-finished products from minced meat in the form of a sphere from pressure in the working chamber of the test apparatus of infra-red heating are received. Results of researches have shown efficiency of application of a new design of the device of infra-red heating. The conducted researches have allowed to receive the equations describing process of heating of products from minced meat which can be used in engineering calculations.

---

УДК 621.384:664

## Исследование процесса инфракрасного нагрева в тепловом аппарате с верхним и нижним энергоподводом

Игорь Кирик, Светлана Василевская, Алеся Кирик

Могилевский государственный университет продовольствия,  
Республика Беларусь

## **Введение**

Инфракрасное излучение нашло достаточно широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности: мясной, молочной, хлебопекарной и т.д. (обжарка, варка, запекание, дезинфекция и пр.)

Этот метод нагревания продуктов по сравнению с традиционными способами тепловой обработки значительно сокращает продолжительность процесса термообработки изделий, способствует повышению качества готовых изделий (лучше сохраняются витамины, минеральные и питательные вещества), снижает расход энергии (т.е. способствует повышению КПД) и увеличивает производительность. Это связано с тем, что инфракрасные лучи способны проникать в обрабатываемые изделия на некоторую глубину, воздействовать на молекулярную структуру изделий, благодаря чему быстро возрастает температура не только на поверхности, но и на некоторой их глубине.

В настоящей работе предложено изучить процесс тепловой обработки пищевых продуктов инфракрасным излучением, а также сделана попытка получить аналитическое описание изменения температуры в центре изделия, подвергаемого обжарке инфракрасными лучами, на основе обработки экспериментальных измерений с использованием теории подобия.

## **Материалы и методы**

В настоящей работе объектом исследований являлись изделия из мясного фарша, имеющие форму шара (как, например, тефтели, фрикадельки), поскольку данные изделия занимают существенное место в меню общественного питания.

Исследования проводили на разработанном нами экспериментальном аппарате, схема которого представлена на рисунке 1.

Исследуемый инфракрасный аппарат представляет собой емкость из нержавеющей стали и состоит из верхней и нижней крышки, в которые встроены галогеновые кварцевые излучатели, отражающий теплоизолирующий экран и защитный экран из термостойкого стекла. Для размещения продукта в аппарате имеется специальная емкость из термостойкого стекла и решетка. С помощью кварцевых излучателей можно создавать высокие плотности энергии до 60 кВт/м<sup>2</sup>. По длине излучателя удельная мощность составляет 3,0-4,0 кВт/м.

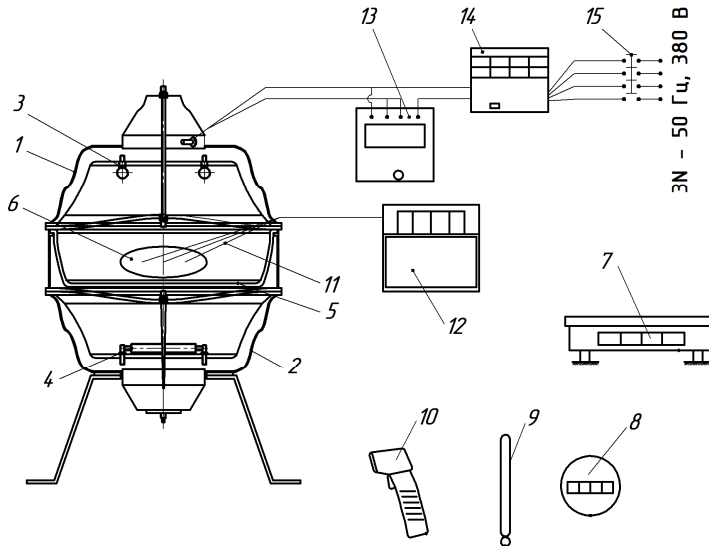
Наличие верхних и нижних излучателей в данном аппарате позволяет осуществлять обработку изделий со всех сторон и получить кулинарные изделия с высокими органолептическими показателями.

За 5 минут до начала эксперимента аппарат инфракрасного нагрева включается в электрическую сеть с помощью магнитного пускателя 15 с целью прогревания. С помощью лабораторного автотрансформатора устанавливается требуемое электрическое напряжение на инфракрасных излучателях.

Заготовка требуемой формы и массы (начальная масса контролируется с помощью весов электронных лабораторных 7, а размер замеряется штангенциркулем) укладывается в аппарат для тепловой обработки. В центр тела заготовки 6 вводится преобразователь термоэлектрический ТХА 11, подключенный к измерителю-регулятору «Сосна-004» 12. После этого одновременно включается инфракрасный аппарат и счетчик-секундомер 9 для контроля времени обработки и интервалов измерения температур в теле заготовки.

Измерение температур в различных точках обрабатываемого пищевого продукта 6, контроль за температурным режимом в рабочей камере аппарата осуществляется с помощью термоэлектрических преобразователей 11 с диаметром термоэлектродов 0,5 мм в кремнеземной оплетке, подключенных к измерителю-регулятору «Сосна-004» 12.

Температура наружной поверхности обрабатываемой заготовки 6 в установленных временных интервалах определяется с помощью пирометра 10, при этом верхняя крышка корпуса 1 инфракрасного аппарата открывается на короткий промежуток времени (2-3 с), а луч лазерного указателя прибора направляется на заготовку.



**Рис. 1. Схема инфракрасного аппарата:**

1 – верхний корпус инфракрасного аппарата; 2 – нижний корпус инфракрасного аппарата; 3, 4 – инфракрасные излучатели; 5 – емкость для продукта; 6 – обрабатываемый продукт; 7 – весы электронные ВТНт-15; 8 – счетчик-секундомер; 9 – термометр ртутный ТТ; 10 – пирометр Centr-350; 11 – преобразователь термоэлектрический ТХА-11992; 12 – измеритель-регулятор «Сосна-004»; 13 – ваттметр Д5004; 14 – счетчик трехфазный ЦЭ6803Ш; 15 – пускатель магнитный ПМЕ

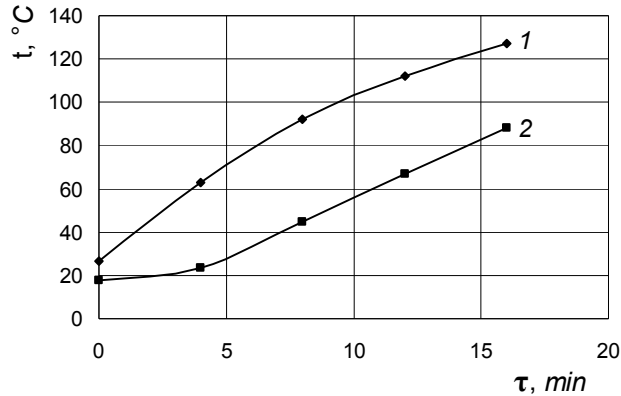
## Результаты и обсуждение

Для изучения процесса нагрева изделий из мясного фарша инфракрасными лучами были проведены экспериментальные исследования в инфракрасном аппарате с верхним и нижним энергоподводом при напряжении аппарата 140 В, 160 В и 190 В.

Подобные исследования проводились ранее в бытовом ИК-аппарате с верхними излучателями [1]. Как показали исследования, тепловая обработка изделий из мясного фарша в изучаемом инфракрасном аппарате имеет аналогичный характер с предыдущими исследованиями и представляет собой нестационарный тепловой процесс, включающий теплопроводность, перенос влаги с изменением ее агрегатного состояния и различные физические, биохимические, микробиологические, коллоидные и другие процессы. Так как изменение температурного поля изменяет

все остальные процессы, то за базовый процесс, происходящий при нагреве мясной заготовки инфракрасными лучами, примем нестационарную теплопроводность.

Характер изменения температурных кривых поверхности и центра изделия показан на рисунке 2.



**Рис. 2. График зависимости температуры изделия из мясного фарша от продолжительности тепловой обработки:**

1 – температура поверхности

2 – температура в центре

На начальной стадии нагрева температура поверхности мясной заготовки (или температура корки) резко возрастает, со временем скорость возрастания ее температуры уменьшается, и температура приближается к температуре греющей среды. В центре изделия на первоначальной стадии температура остается неизменной, пока идет процесс прогрева заготовки. Через некоторое время температура в центре заготовки начинает расти сначала быстро, а затем все медленнее, также приближаясь к некоторой предельной температуре (рис. 2).

Таким образом, изменение температуры во времени в каждой точке тела при его нагревании можно определить бесконечным рядом [3]:

$$\Theta = \sum_{n=1}^{\infty} D_n \cdot e^{-\mu_n^2 \cdot Fo}, \quad (1)$$

где  $\Theta$  - безразмерная температура, определяемая как

$$\Theta = \frac{t_{i\delta} - t}{t_{i\delta} - t_0}, \quad (2)$$

$t_0$  - начальная температура заготовки, °C;

$Fo$  - число Фурье, определяемое как

$$Fo = \frac{a \cdot \tau}{l^2}, \quad (3)$$

$a$  - коэффициент температуропроводности,  $m^2/c$ ;

$\tau$  - время, с;

$l$  - характерный геометрический размер заготовки, м;

$D_n$  - некоторая функция, зависящая от граничных условий, координат, формы тела и т.п.;

$\mu_n$  - корни характеристического уравнения, получаемого при решении задачи.

На первом этапе тепловой обработки, называемом неупорядоченным режимом в теории нестационарной теплопроводности, наблюдается сложный характер изменения температуры в теле заготовки, различный в разных точках, и для определения температуры требуется много членов ряда (1). Со временем с ростом числа Фурье ряд (1) сходится все быстрее, и для определения значений температуры требуется все меньшее число членов ряда. После определенных значений числа Фурье ряд сходится настолько быстро, что для математического описания процесса достаточно первого члена ряда:

$$\theta = D_1 \cdot e^{-\mu_1^2 \cdot F_0} \quad (4)$$

Этот режим называют регулярным режимом нагревания тел в классической теории нестационарной теплопроводности. Изменение температуры при этом во всех точках тела имеет аналогичный характер.

При традиционных поверхностных способах тепловой обработки (жарки, выпечки) для бесконечного цилиндра и шара такой режим наступает при  $F_0 \geq 0,25$  (при определяющем размере, равном радиусу цилиндра или шара, т.е. при  $l=r$ , где  $r$  – радиус, м).

Как известно, процесс прогрева мясной заготовки ввиду множества сопутствующих и усложняющих процессов и факторов нельзя считать чистой теплопроводностью (диффузия влаги в изделии, теплофизические свойства продукта и др.). Поэтому, данный процесс можно рассматривать как эквивалентную теплопроводность, а уравнение (4) – как приближенное решение, пригодное для инженерных расчетов. Данное уравнение является уравнением подобия или критериальным уравнением.

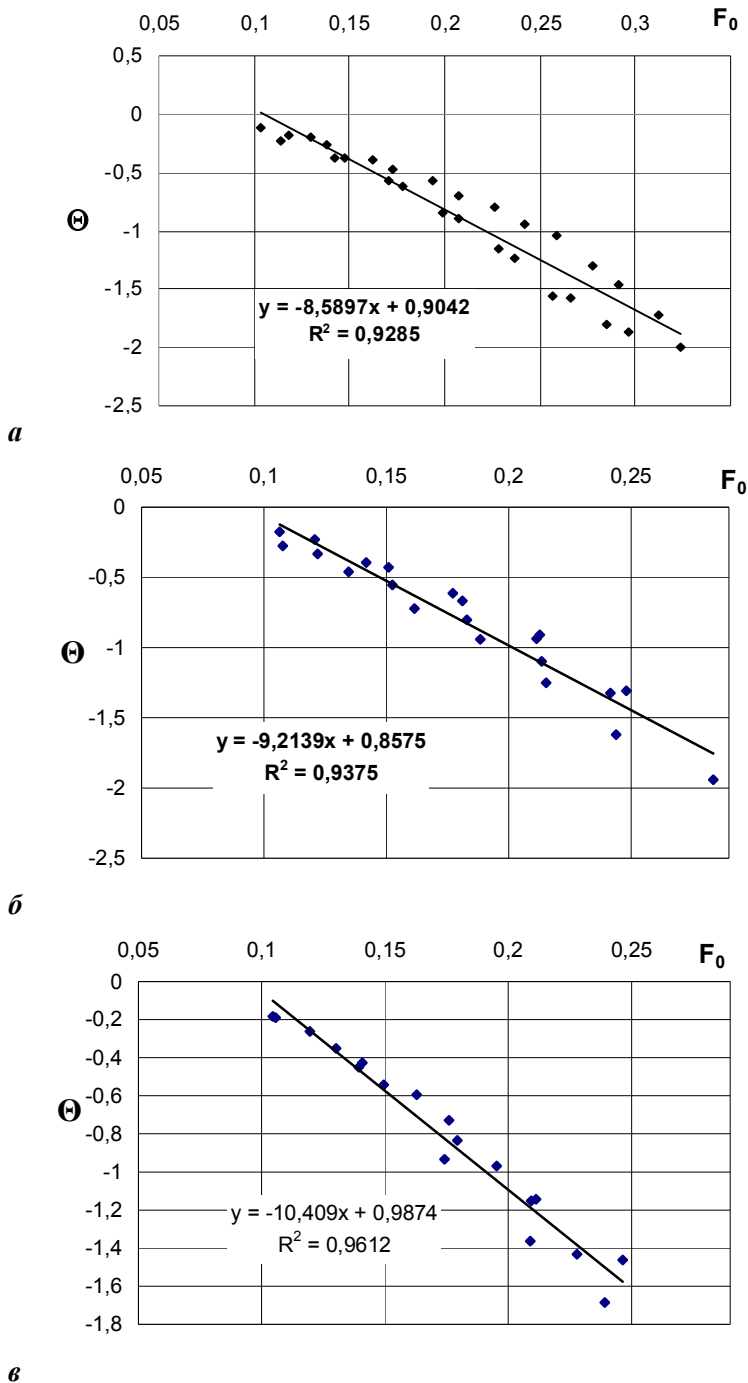
Аппроксимация экспериментальных исследований уравнением (4) дает возможность обобщить опытные данные, прогнозировать изменения температуры во времени в процессе тепловой обработки заготовок и получить расчетные уравнения. В этом случае, коэффициенты  $D_1$  и  $\mu_1$  получаются эмпирически.

Изделие из мясного фарша в качестве одного из основных компонентов содержит воду в жидком состоянии, и количество влаги, испарившейся за время тепловой обработки, значительно меньше ее количества, остающейся в изделии. Следовательно, на протяжении всего процесса тепловой обработки изделие прогревается до температуры, близкой к  $100^\circ\text{C}$ , оставаясь влажным телом. При атмосферном давлении температура  $100^\circ\text{C}$  – это температура насыщения водяного пара и вода в жидком состоянии не может иметь температуру выше этого значения.

Таким образом, на внешней границе влажной заготовки с сухой коркой соблюдается условие  $t = 100^\circ\text{C} = \text{const} = t_i$ . Поэтому для температурного поля внутри заготовки в качестве температуры окружающей среды (или предельной температуры) целесообразно принимать  $t_{i\delta} = t_i = 100^\circ\text{C}$  при атмосферном давлении. Тогда безразмерная температура будет определяться выражением

$$\Theta = \frac{100 - t}{100 - t_o} \quad (5)$$

На рисунке 3 представлены результаты экспериментальных исследований процесса нагрева изделий из мясного фарша в форме шара в опытном инфракрасном аппарате при номинальном напряжении питания аппарата 140 В, 160 В и 190 В.



**Рис. 3.** Зависимость безразмерной температуры от числа Фурье при тепловой обработке изделий из мясного фарша при напряжении питания исследуемого ИК-аппарата: а) 140 В; б) 160 В; в) 190 В

В результате аппроксимации экспериментальных исследований были получены уравнения, описывающие процесс нагрева изделий из мясного фарша массой 50..95 г. на его второй стадии (регулярный режим) в ИК-аппарате с верхним и нижним энергоподводом. Данные представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Результаты обработки экспериментальных данных**

Напряжение аппарата, В	Расчетная формула
140	$\theta = 2,46 \cdot \dot{a}^{-8,6 \cdot Fo}$
160	$\theta = 2,36 \cdot \dot{a}^{-9,2 \cdot Fo}$
190	$\theta = 2,68 \cdot \dot{a}^{-10,4 \cdot Fo}$

Полученные уравнения справедливы при  $F_0 \geq 0.1$  и рекомендуются для инженерных расчетов при определении температуры в центре изделий из мясного фарша по истечении определенного времени или расчета необходимого времени до достижения заданной температуры в центре обрабатываемой мясной заготовки в форме шара.

### **Выводы**

Аппарат инфракрасного нагрева с двусторонним облучением изделий обеспечивает равномерный обогрев изделий со всех сторон. Это позволяет получить кулинарные изделия высокого качества, сократить время тепловой обработки изделий и снизить энергоемкость теплового процесса.

Изделия, обрабатываемые инфракрасными лучами с двух сторон, равномерно обжарены и имеют хрустящую румяную корочку, как и изделия, обрабатываемые традиционными способами тепловой обработки (например, при жарке).

Применение новой конструкции аппарата является более эффективным по сравнению с бытовым аппаратом, в котором продукт подвергается обжарке ИК-лучами с одной стороны (как правило, сверху). Кроме того, были получены уравнения, описывающие процесс нагрева изделий из мясного фарша в форме шара, которые могут быть рекомендованы для инженерных расчетов при определении температуры в центре изделий по истечении определенного времени или при определении необходимого времени до достижения заданной температуры в центре обрабатываемой мясной заготовки.

### **Литература**

1. И. М. Кирик, С. И. Василевская. Результаты исследований процесса инфракрасного нагрева изделий из мясного фарша / Наукові здобутки молоді – вирішення проблем харчування людства у ХХІ столітті: матеріали 79 Междунар. научн. конф. молодых ученых, аспирантов и студентов.– Киев, 2013. – Ч. 2. – С. 23-25.
2. Плаксин, Ю. М. Основы теории инфракрасного нагрева / Ю. М. Плаксин, В. В. Филатов и др. Монография: под общ. ред. Филатова В.В. – М.: МГУПП. – 2007. – 168 с.
3. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4 т. / А.В. Клименко; под общ. ред. А.В. Клименко и М.В. Зорина. – 4-е изд. – М: Издательский дом МЭИ, 2007. – Т.2:



- Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: справочник. – 564 с.
4. Filatov, V. V., Azizov, R. R., Elkin, N. V. The technological infra-red equipment for the food-processing industry/ V. V. Filatov, R. R. Azizov, N. V. Elkin // Proceedings of chemical and process engineering (CHISA 2008), Czech Republic, Prague. – 2008. – P. 1625.
  5. Pradeep Bansal, Edward Vineyard, Omar Abdelaziz. Advances in household appliances / Applied Thermal Engineering. – 2011. – Vol. 31. – Is. 17-18. – Pp. 3748-3760.
  6. Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya. Results of experimental researches of the process of infra-red heating in thermal household devices / Ukrainian Food Journal. – 2013. – V.1. – I.1. – pp. 86-93.

## References

1. I. M. Kirik, S. I. Vasilevskaya (2013), Rezul'taty issledovaniy protsessa infrakrasnogo nagreva izdeliy iz myasnogo farsha, *materialy 79 Mezhdunar. nauchn. konf. molodykh uchenykh, aspirantov i studentov*, Kyiv, 2, pp. 23-25.
2. Yu. M. Plaksin, V. V. Filatov i dr (2007), *Osnovy teorii infrakrasnogo nagreva, Monografiya*, MGUPP, Moskva.
3. A.V. Klimenko, M.V. Zorin (2007), *Teploenergetika i teplotekhnika*, Izdatel'skiy dom MEI, Moskva.
4. Filatov V. V., Azizov R. R., Elkin N. V. (2008), The technological infra-red equipment for the food-processing industry, *Proceedings of chemical and process engineering (CHISA 2008)*, Czech Republic, Prague.
5. Pradeep Bansal, Edward Vineyard, Omar Abdelaziz (2011), Advances in household appliances, *Applied Thermal Engineering*, 31(17-18), pp. 3748-3760.
6. Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya (2013), Results of experimental researches of the process of infra-red heating in thermal household devices, *Ukrainian Food Journal*, 1(1), pp. 86-93.

## The influence of the smoothness of interpolating trigonometric splines on interpolation error

**Volodymyr Denysiuk, Elena Negodenko**

*National Aviation University, Kyiv, Ukraine*

---

### ABSTRACT

#### **Keywords:**

Interpolation  
Trigonometric  
Spline  
Smoothness  
Gibbs

**Introduction.** The theory of algebraic interpolated polynomials has some drawbacks: the older members of polynomials rapidly increase with the degree of polynomials used; they rarely leads to any reasonable physical interpretation of the obtained approximations. When modeling it is acute to apply polynomial spline functions or simple splines.

**Materials and methods.** To identify the impact of smoothness of interpolated trigonometric splines to the interpolation error there are applied theoretical study and mathematical modeling in software package MathCAD.

**Results.** The influence of differential properties of trigonometric interpolated splines to the interpolation error was determined. There was also defined the impact of spline smoothness properties to the interpolation error at both ends and in the middle of a segment in test cases; there was found that with the increase of spline order the interpolation error increases. It is explained by the fact that with the increase of spline order the harmful effects of the Gibbs phenomenon reinforce.

---

#### **Article history:**

Received 21.08.2013  
Received in revised form  
13.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### **Corresponding author:**

Vitaliy Shutuyuk  
E-mail:  
schutyuk@i.ua

---

УДК 519.62

## Вплив гладкості інтерполяційних тригонометричних сплайнів на похибку інтерполяції

**Володимир Денисюк, Олена Негоденко**

*Національний авіаційний університет, Київ, Україна*

### **Вступ**

Під час проведення досліджень у галузі процесів та технологій харчових виробництв виникає необхідність подальшої аналітичної обробки здобутих експериментальних закономірностей.

Найчастіше експериментальні дані мають вигляд таблиць чи графіків, які отримані з допомогою певного експериментального обладнання. Для подальшої математичної обробки з метою більш детального дослідження їх, як правило,

представляють у вигляді відповідних формул, які дозволять розраховувати значення дослідженої функції у будь-якій точці дослідженого інтервалу, використовувати аналітичні операції диференціювання, інтегрування та ін.

Для моделювання традиційно застосовують алгебраїчні многочлени. Теорія алгебраїчних інтерполяційних многочленів є простою і добре розвинутою, а використання цих многочленів на практиці часто призводить до задовільних результатів. Разом з тим, алгебраїчні інтерполяційні многочлени мають ряд серйозних недоліків. Так, наприклад, старші члени многочленів швидко зростають із збільшенням степеня використовуваних многочленів. Далі, алгебраїчні інтерполяційні многочлени, побудовані на рівномірних сітках, не завжди збігаються навіть до достатньо простих функцій. Нарешті, використання алгебраїчних інтерполяційних многочленів рідко призводить до будь-якої розумної фізичної інтерпретації отримуваних наближень. Ці та деякі інші вади алгебраїчних інтерполяційних многочленів призводять до доцільності розробки різних модифікацій многочленної інтерпретації, найвдалішою з яких є модифікація, що отримала назву поліноміальних сплайн-функцій або просто сплайнів.

Останнім часом сплайни знаходять все більше застосування у різних галузях науки та техніки. Найчастіше вони використовуються для опису залежностей складного виду, у комп'ютерній графіці тощо [4]. Також сплайни відомі як хорошими наближуваними властивостями так і простотою і ефективністю розрахунків.

Класи поліноміальних сплайнів набули широкого розповсюдження як апарат наближення функцій.

Проте поліноміальні сплайни мають ряд недоліків, які певною мірою стримують їх застосування у різних задачах науки і техніки. До таких недоліків слід віднести складність побудови сплайнів високих степенів. Тому особливу зацікавленість у теперішній час становлять нові класи функцій, які мають переваги поліноміальних сплайнів і є вільними від недоліків поліноміальних сплайнів. До таких нових класів функцій слід віднести класи тригонометричних сплайнів.

## Матеріали і методи

Для виявлення впливу гладкості інтерполяційних тригонометричних сплайнів на похибку інтерполяції застосовано теоретичне дослідження та математичне моделювання в програмному пакеті Mathcad. Задавали  $N$  вузлів інтерполяції,

$N = 2n + 1$ , де  $n = 1, 2, \dots$ , крок рівномірної сітки  $h = 2\pi \frac{i-1}{N}$ , де  $i = 1, 2, \dots, N$ . Задавали

функцію  $f(t)$  на  $[0, 2\pi]$ . Обчислювали значення функції у вузлах інтерполяції. По цих вузлах будували тригонометричний інтерполяційний сплайн і при різному значенні параметра  $r$  обчислювали похибку інтерполяції.

## Результати та обговорення

В даній роботі досліджується вплив диференціальних властивостей тригонометричних інтерполяційних сплайнів [1] на похибку інтерполяції.

Розглянемо функцію  $f(t)$  на  $[0, 2\pi]$ . Задамо  $N$  вузлів інтерполяції,  $N = 2n + 1$ , де  $n = 1, 2, \dots$ , крок рівномірної сітки  $h = 2\pi \frac{i-1}{N}$ , де  $i = 1, 2, \dots, N$ .

Обчислюємо значення функції у вузлах інтерполяції. Будуємо тригонометричний інтерполяційний сплайн [1], який має вигляд (1).

Параметр  $r$  визначає гладкість сплайнів, оскільки тригонометричні сплайни  $r$ -ого порядку мають абсолютно неперервну похідну ( $r-1$ -ого порядку ( $r = 1, 2, \dots$ )).

Тому при практичному використанні цих сплайнів постає задача про вибір порядку сплайна і його вплив на похибку інтерполяції.

$$S_r(f, \Delta_N, t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n \alpha_k(r, N) \left[ a_k^* \Phi_k^c(r, N, t) + b_k^* \Psi_k^s(r, N, t) \right],$$

$$\text{де } \Phi_k^c(r, N, t) = \frac{\cos kt}{k^{r+1}} + \sum_{m=1}^{\infty} \left[ \frac{\cos(mN+k)t}{(mN+k)^{r+1}} + \frac{\cos(mN-k)t}{(mN-k)^{r+1}} \right] \quad (1)$$

$$\Psi_k^s(r, N, t) = \frac{\sin kt}{k^{r+1}} + \sum_{m=1}^{\infty} \left[ \frac{\sin(mN+k)t}{(mN+k)^{r+1}} - \frac{\sin(mN-k)t}{(mN-k)^{r+1}} \right],$$

$$[\alpha_k(r, N)]^{-1} = \frac{1}{k^{r+1}} + \sum_{m=1}^{\infty} \left[ \frac{1}{(mN+k)^{r+1}} + \frac{1}{(mN-k)^{r+1}} \right],$$

$$a_0 = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i), \quad a_k^* = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i) \cos kt_i,$$

$$b_k^* = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^N f(t_i) \sin kt_i,$$

де  $k = 1, 2, \dots, n$ ,  $r$  - степінь сплайна.

Розглянемо випадок, коли в ролі наближеної функції вибиралась функція  $f(t) = \sin \frac{3}{4}t$ ,  $t \in [0, 2\pi]$ . На відрізку  $[0, 2\pi]$  задавали 9 вузлів інтерполяції і знаходили значення функції в цих вузлах. По цих вузлах будували тригонометричний інтерполяційний сплайн і при різному значенні параметра  $r$  обчислювали похибку інтерполяції (рис.1, 2). В результаті порівняння цих похибок виявилось, що із збільшенням порядку сплайна похибка інтерполяції збільшувалась (Таблиця 1).

Це пояснюється тим, що при застосуванні тригонометричних сплайнів для наближення функцій в загальному випадку на кінцях відрізка інтерполяції спостерігається відоме явище Гіббса, яке суттєво впливає на точність наближення.

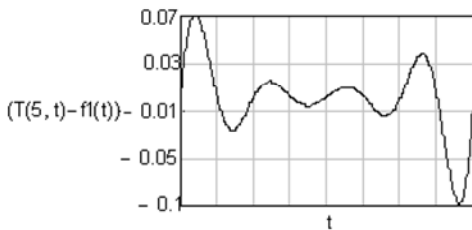


Рис. 1 Похибка інтерполяції при  $r = 5$  для функції  $f(t) = \sin \frac{3}{4}t$

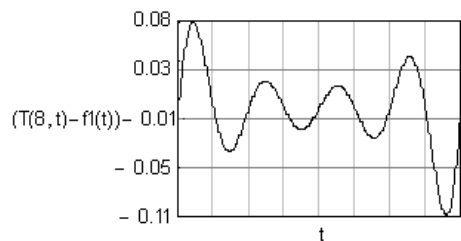


Рис. 2 Похибка інтерполяції при  $r = 8$  для функції  $f(t) = \sin \frac{3}{4}t$

В іншому прикладі розглядалась функція  $f(t) = t + 1$ ,  $t \in [0, 2\pi]$ . Як і раніше на відріжку  $[0, 2\pi]$  задавали 9 вузлів інтерполяції і знаходили значення функції в цих вузлах. По цих вузлах будували тригонометричний інтерполяційний сплайн і в залежності від порядку сплайна знаходили похибку інтерполяції (рис.3, рис.4). Як і в попередньому прикладі, в результаті порівняння цих похибок виявилось, що із збільшенням порядку сплайна похибка інтерполяції також збільшувалась (Таблиця 1).

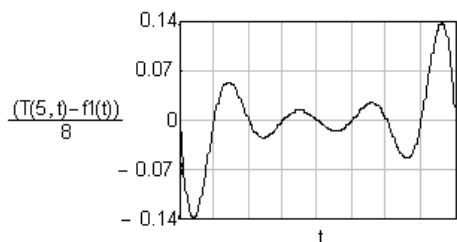


Рис. 3 Похибка інтерполяції при  $r = 5$  для функції  $f(t) = t + 1$

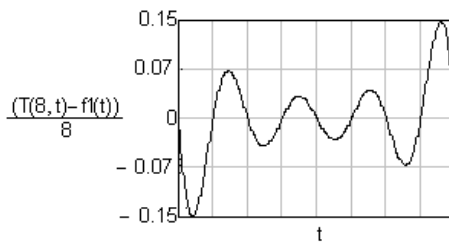


Рис. 4 Похибка інтерполяції при  $r = 8$  для функції  $f(t) = t + 1$

Якщо ж розглядати середню частину відрізка, то можна спостерігати посилення впливу явища Гіббса на середину відрізка інтерполяції (Таблиця 1).

Таблиця 1

Залежність похибки інтерполяції від порядку сплайна

Функція	Порядок сплайна, $r$	Похибка інтерполяції на кінцях відрізка	Похибка інтерполяції в середині відрізка
$f(t) = \sin \frac{3}{4}t$	3	0,086	0,023
	5	0,1	0,039
	8	0,105	0,052
	10	0,107	0,053
$f(t) = t + 1$	3	0,125	0,035
	5	0,145	0,048
	8	0,155	0,072
	10	0,165	0,083

## Висновки

Розглянуто задачу інтерполяції, коли в ролі наближуючої функції використовуються тригонометричні сплайни [1]; досліджено вплив властивостей гладкості сплайнів на похибку інтерполяції як на кінцях так і на середині відрізка на тестових прикладах і встановлено, що із збільшенням порядку сплайна похибка інтерполяції збільшується. Це пояснюється тим, що із збільшенням порядку сплайну посилюється шкідливий вплив явища Гіббса.

## Література

1. Денисюк В.П. Сплайни та сигнали. – К: ЗАТ «ВІПОЛ», 2007. – 228 с.
2. Р.В. Хемминг. Численные методы. – М. - 1998 г. – 400 с.
3. В.П. Денисюк «Про деякі методи покращення збіжності рядів Фур'є та інтерполяційних тригонометричних многочленів». Проблеми інформатизації та управління: Зб. наук. праць. – К: НАУ, 2012. – Випуск 3(39). – С. 39-43.
4. Tom Lyche, Larry L. Schumaker, Sonya Stanley. Quasi-interpolants Based on Trigonometric Splines *Journal of Approximation Theory*. - Vol. 95. - Is. 2. – 1998. - Pp. 280-309.
5. Роджерс Д.,Адамс Дж. Математические основы машинной графики (вид. другое). Москва: Мир. – 2001. – 604 с.
6. Lanlan Yan, Jiongfeng Liang. A class of algebraic–trigonometric blended splines / *Journal of Computational and Applied Mathematics*. – 2011. – Vol. 235. – Is. 6. pp. 1713-1729
7. Benyue Su, Liping Zou. Manipulator Trajectory Planning Based on the Algebraic-Trigonometric Hermite Blended Interpolation Spline / *Procedia Engineering*. -2012. – Vol. 29. – pp. 2093-2097.
8. Alexandru Mihai Bica, Constantin Popescu. Fuzzy spline interpolation with optimal property in parametric form / 2013. - *Information Sciences*. – Vol. 236. – pp. 138-155.

## References

1. Denysiuk V.P. (2007), *Splainsy ta syhnaly*, VIPOL, Kyiv.
2. R.V. Khemming (1998), *Chislennyye metody*, Moskva.
3. V.P. Denysiuk (2012), Pro deiaki metody pokrashchennia zbizhnosti riadiv Furie ta interpoliatsiinykh tryhonometrychnykh mnohochleniv, *Problemy informatyzatsii ta upravlinnia: Zbirnyk nauk. prats*, 3(39), pp. 39-43.
4. Tom Lyche, Larry L. Schumaker, Sonya Stanley (1998), Quasi-interpolants Based on Trigonometric Splines, *Journal of Approximation Theory*, 95(2), pp. 280-309.
5. Rodzhers D., Adams Dzh. (2001), *Matematicheskie osnovy mashinnoy grafiki*, Mir, Moskva.
6. Lanlan Yan, Jiongfeng Liang (2011), A class of algebraic–trigonometric blended splines, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 235(6)б pp. 1713-1729
7. Benyue Su, Liping Zou (2012), Manipulator Trajectory Planning Based on the Algebraic-Trigonometric Hermite Blended Interpolation Spline, *Procedia Engineering*, 29, pp. 2093-2097.
8. Alexandru Mihai Bica, Constantin Popescu (2013), Fuzzy spline interpolation with optimal property in parametric form, *Information Sciences*, 236, pp. 138-155.

## The operational reliability of complex energy facilities

Valerii Samsonov, Olga Hlobystova,  
Olga Mazurenko, Andrii Taran

National university of food technologies, Kyiv, Ukraine

---

### ABSTRACT

#### Keywords:

Diagnosis  
Prognosis  
Turbine  
Generator  
Compressor  
Defect

---

#### Article history:

Received 19.09.2013  
Received in revised form  
18.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Olga Mazurenko  
E-mail:  
gravitation@list.ru

**Introduction.** The most effective methods to keep working of complex technical facilities, independently of the presence of these defects, are of technical diagnostics and forecasting.

**Materials and methods.** It was used diagnosis and prediction model, based on statistical data and analytical processes of change dependency properties of concrete materials. It was defined individual reliability indices based on technical parameters for each of them.

**Results and discussion.** Each company has its own individual combination of factors chaotically changing operational and reliability characteristics of the object and makes unpredictable chain of causality development of the same defect in the same objects. Account of individual reliability indices based on technical parameters in existing models diagnosing and forecasting and implementation of a comprehensive health evaluation facility will increase calculation occurrence of defects in the early stages of their development and improve the schematics for their prevention and elimination of each individual object.

**Conclusions.** Personalisation methods of technical diagnostics and technical forecasting can increase improve anticipation of defects in the early stages of their development and allow better decisions to eliminate them for each individual object.

---

УДК 663.126

## Експлуатаційна надійність складних енергетичних об'єктів

Валерій Самсонов, Ольга Хлобистова,  
Ольга Мазуренко, Андрій Таран

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

## **Introduction**

Complex technical and energy facilities, which depends on the efficiency of implementation of the most important and dangerous enterprise production functions used in any branch of human activity. Loss of efficiency of these facilities may entail large economic losses in addition to fires, explosions, contamination territory harmful substances, accidents with fatalities.

Complex energy and technology objects are usually designed for prolonged use, so they are subject to stringent requirements for reliability, according to which they must be in working condition only a certain period of time. Because of structural complexity of these objects, consisting of thousands of individual elements to support their continued operability pretty difficult. Furthermore these objects are usually operated by a designated period longer because due to their high cost they have a specific number of units of the consumer units. And the increase in the operational period in turn leads to an increase in the likelihood of the causes of major industrial accidents or disasters.

Complex technical and energy facilities usually are elements of the entire production system and have complex relationships with upstream and downstream of its levels, which also affect their performance.

Since these objects are mostly automated, we can not exclude the impact of their performance of the human factor. Decision to terminate the operation of complex technical and energy facilities to decommissioning or repair work is taken by the operator. This means that the timely termination of operation of the facility in order to prevent accidents it affects both the completeness and accuracy of the information about the state of the object components, and operational competence of the staff. Therefore, one of the most important ways to increase the reliability of complex technical and energy facilities are of technical diagnostics and forecasting , allowing to anticipate the problem and provide the most complete information exploiting the staff.

## **Materials and methods**

Modern systems of technical diagnostics and forecasting are narrowly focused or complex automated software and hardware, organizing science-based operation of complex technical and energy facilities in the face of uncertainty associated with limited information because of the large number of factors affecting their performance.

Evaluate the effectiveness of the forecasting process the following indicators: reliability prediction, forecast time algorithm implementations, the cost of implementing these algorithms , as well as the forecast cycle, which refers to the period of time for which the forecast has practical meaning. You can select the following cycles forecasting:

- period of obsolescence of equipment (industry level forecast);
- periods decision to stop, for transfer to the reserve and organization equipment repairs (planned, current);
- maintenance periods.

Evaluated the effectiveness of diagnosing the following indicators:

- the accuracy of the diagnosis, is a measure of certainty of decisions on the state of the object;
- volume diagnosis, which refers to a list of parameters to be monitored;
- completeness of diagnosis, characterizing the degree of coverage of all parameters;



- time of diagnosis, depth diagnosis, meaning the accuracy of determining the place of the defect;
- cost of diagnosis;
- degree of automation of the diagnosis.

Information received from the diagnostic systems, makes it possible to assess the actual state of a complex object and predict its possible changes. It is important to keep up with forecasts of information to a specific moment of the decision.

Today there are many software and hardware systems, which are based include the following diagnostic prediction model:

- model using the theory of similarity;
- probabilistic diagnostic models: diagnostic model of disorder, functioning model diagnostics tools based on usage modes;
- spending pattern of the resource;
- forecasting model equipment condition: analytical prediction model, probabilistic forecasting model, using classification methods for predicting the lifetime of the equipment.

All these models are based on statistical data, which are small and censored sampling and analytical processes of change dependency properties of specific materials (corrosion, wear, fatigue, fracture, etc.). Statistics provides summary data just about the most unreliable elements and nodes structure, while analytical ignore combination action of internal and external factors affecting the changes in the properties of materials. This means that these methods initially incorporated error, and it is impossible to put a fairly accurate diagnosis in determining and predicting performance of a specific object.

Virtually every complex technical and energy to work in special environments. Therefore, the definition of individual reliability indices based on technical parameters (design characteristics, forms of dynamics occurring in the object workflow, his regime parameters, characteristics of the working fluid, the selected configuration of the measurement and control process parameters, relationships with adjacent objects, etc.) for each of them will significantly reduce this uncertainty and increase the ability of these methods to anticipate trouble in the early stages of their development.

## **Results and discussion**

One example of a complex technical and energy facilities are refrigerator-compressor units, which are widely used in enterprises of meat and dairy and fish industries because of compliance technology cooling, freezing and storage of products and semi-finished products in these enterprises depends on presentation, quality and quantity losses during manufacture of the product itself, as well as the safety of the state depends on food stocks.

Compressor unit (compressor, built maslorazdelitel, oil cooler, oil pump, economizer control board) compresses a refrigerant and pumps it into the condenser. The controller displays the data from pressure sensors installed on the suction and discharge piping, performs management and regulatory capacity of the discharge piston lubrication system controls. Compressor units are equipped with shut off valves and check valves and suction and filter by suction. On the discharge pipeline built pilot pressure regulator that acts as a pressure control condensation in winter.

Same one of the most dangerous causes of failure of the compressor of the refrigeration unit is its operation mode to "wet steam". In this mode, the suction side of the compressor are not fed dry or superheated steam, and the steam vapor in the form of a mixture with

liquid droplets. Since the liquid has almost completely compressed, its presence can lead to water hammer in the compressor cylinder, and in the presence of erosion-corrosion wear or fatigue compressor—even to its depressurization and destruction. Level of material wear of the compressor is only an individual characteristic, due to differences in operating conditions. This means that the prediction of its performance shall be solely based on the results of technical diagnosis is considered compressor [1].

One of the conditions to ensure the smooth operation of refrigeration and compressor plants is a continuous supply of electricity, which in turn depends on the reliability of operation of generators. The main part of the electricity comes from heavy duty generators operating under variable load curve sharply modern power systems, so reliability indices for each of the power purely individual.

But since each company has its own, individual combination of factors affecting the performance parameters of the basic units and construction elements and chain development defects, and the chain of causality development of the same defect in the same objects can be changed.

By analyzing statistical data about failures identified the main components and design elements for each type of complex technical and energy facility, from which performance depends largely on performance of the entire object and which accounts for most of the defects, as well as the chain of causality development most defects.

The main components are generators rotor and stator cooling system performance depends on the following parameters: the current in the stator windings and rotor bars heating temperature, flow and temperature at the inlet and outlet of the supply unit, etc. Since interruptions in their work are not allowed to prevent sudden stops, they, like any complex technical and energy facilities are designed so that they are dominated by mostly developing defects, which are complex in their development and the flow time which is determined by the actual characteristics of the object and conditions of its exploitation.

Difficulties in the development of these defects is one defect that entails the emergence and development of another or several other defects due to many factors chaotically changing operational and reliability characteristics of the object and contributing unpredictable chain of development. Therefore anticipate defects in the early stages of their development and make the right decisions for their elimination is not possible without the use of technical diagnostics and forecasting.

Modern systems of technical diagnostics and forecasting is an automated software and hardware , allowing to organize evidence-based operation of complex technical and energy facilities in the face of uncertainty associated with limited information. Today there are software and hardware as "Neva-ASKDG" and "Vidas" allow generators anticipate defects in the early stages of their development and predict the development of adverse events over time.

But the above complexes provide diagnosis and prognosis of only vibration or thermal parameters, due to the fact that most of the defects is connected directly to the flow of these processes. But their combined effect on the object they allow more efficient use of power generators and significantly improve their operational reliability by reducing the amount of vibration and thermal defects during his direct exploitation through their prevention. The principle of prevention of the defect in all modern technical diagnosis and prediction based on a comparison of the diagnostic parameters obtained with the standard, they received the same time testing the technical documentation or the manufacturer, and the slightest discrepancy which, subject to approval, said of the birth defect. And as they predict the remaining time to failure of the object as a whole , taking into account the defect has arisen and, while maintaining the specified operating parameters.

But, according to [(6)] technical evaluation of generators using compartmentalized modern systems of technical diagnostics and prediction is not accurate. This is due to the fact that the construction of the standard by holding them the same tests and the determination of the technical state during operation of power generators can easily be mistaken in identifying the least weak node or element due to negligence and the undercount of all available at the time of inspection defects. Therefore, the evaluation should be comprehensive, and this requires preparation and accumulation of complete and accurate diagnostic information over a long period of its operation and increase the diagnostic procedures for the determination and prediction of technical condition of the power and determination of its actual residual life .

Developed and developing new methods of technical diagnostics and forecasting performance generators limited amount available to them because of diagnosed parameters reliability characteristics of the object itself, which clearly limit the number and location embedded in the structure. On this basis, for the implementation of more refined diagnostic procedures and systems of testing, with the primary information systems technical diagnostics and forecasting.

As a first approximation for the solution of prediction methods is desirable to use online analytical processing OLAP. However, it should be noted that the methodology OLAP operates averages and only allows you to check in advance formulated hypotheses . To build a comprehensive and , most importantly, an individual assessment of the forecast should use other technologies, such as one of the technologies Data Mining - Data-driven, to automatically build a model of behavior based on the information about the normal behavior of the system . Combination of developed and develop [2, 3, 4] allows us to find methods different sets of anomalies, since they have the following number of advantages:

- do not require a priori knowledge given about the system;
- allow you to set and monitor the relationship between the large number of parameters;
- capable of detecting the collective and contextual anomalies [1];
- able to process the data in real time and react very quickly to the appearance of anomalies, etc.

## **Conclusions**

Schematics for the prevention and elimination of defects in developing each individual object must be unique. And for this purpose with a view to making the right decision about when and how to address emerging defects must be a sufficient amount of information about the health of the objects themselves, which should provide a system of technical diagnostics and technical forecasting.

Personalisation methods of technical diagnostics and technical forecasting a specific object can significantly improve the diagnosis and prediction of performance of complex technical and energy facilities by preventing the emergence of defects in the early stages of their development. A cancer also allow better decisions to eliminate them for each individual object due to customize circuit solutions.

## References

1. A.V. Abzalov (2007), Problema identifikatsii predavariynykh situatsiy ammiachnoy kholodil'noy ustanovki i podkhod k ee resheniyu, *Vestnik AGTU*, 2(3).
2. T. Yairi, Y. Kato, K. Hori (2001), Fault Detection by Mining Association Rules from House-keeping Data, *Proc. of International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation in Space*.
3. D. L. Iverson, R. Martin, M. Schwabacher (2009), General Purpose Data-Driven System Monitoring for Space Operations, *AIAA Infotech@Aerospace Conference*.
4. D. L. Iverson (2004), Inductive System Health Monitoring, *Proceedings of The 2004 International Conference on Artificial Intelligence (IC-AI'04)*, CSREA Press, Las Vegas.
5. Du Lin, Lei Jiang, Fuqi Li, Deheng Zhu, Kexiong Tan, Chengqi Wu, Xianhe Jin, Changchang Wang, T.C. Cheng (2005), On-Line Partial Discharge Monitoring and Diagnostic System for Power Transformer, *Tsinghua Science & Technology*, 10(5), pp. 598-604.
6. Anatolij Grigor'ev, Vadim Osotov (2007), Turbogeneratory. Kompleksnoe obsledovanie dlja prodlenija sroka sluzhby, *Novosti Jelektrotehniki*, 1.
7. N. Hr. Bozukov (2013), Application of information technology assessment of energy savings in industry, *Journal of Food and Packaging Science, Technique and Technologies*, 2(2), pp. 226-228.

## Mathematical model of management of spray drying apparatus

**Natalia Shiyanova, Alina Ostapenko, Konstantin Kolyazov**

*Moscow state university of technology and management "K.G. Razumovsky",  
branch in Meleuz.*

---

### ABSTRACT

**Keywords:**

Drying  
Spray  
Humidity  
Milk  
Dairy

---

**Article history:**

Received 01.10.2013  
Received in revised form  
02.12.2013  
Accepted 25.12.2013

---

**Corresponding author:**

Natalia Shiyanova  
E-mail:  
shianova58@mail.ru

**Introduction.** Mathematical model of the drying process of dairy products, which takes into account static and dynamic characteristics of the drying process, it is necessary for the automated control system of spray dryers.

**Materials and methods.** Universal programming languages and specialized algorithmic languages for situational descriptions of objects and modeling algorithms for compiling simulation models was used.

**Result.** A mathematical model based on the equations of material and thermal balance, taking into account the static and dynamic characteristics of the process of drying of milk and dairy products. During the development of process automated control system of drying of milk and dairy products in spray dryers, you must provide the desired humidity of the product and output of the installation. For a choice of optimum structure of inhomogeneous and non-stationary flow of materials in technological system of milk production should use a complex simulation model of production, reproducing the various alternatives on a computer for evaluation of their optimality on yield and quality of finished products, rational use of raw materials and optimization of technological regimes.

---

УДК 664

## Математическая модель управления распылительными сушильными установками

**Наталья Шиянова, Алина Остапенко, Константин Колязов**

*Московский государственный университет технологии и управления  
имени К.Г. Разумовского, филиал в г. Мелеузе*

## **Введение**

С помощью средств вычислительной техники можно создавать модели самых разнообразных систем, описание которых может быть не связано с алгебраическими или дифференциальными уравнениями и сводится к машинной имитации их функционирования в алгоритмической форме.

При разработке автоматизированной системы управления процессом сушки молока и молочных продуктов в распылительных сушильных установках необходимо обеспечить заданную влажность продукта и производительность установки. При автоматизированном управлении сушильной установкой можно выделить два основных регулируемых параметра: влажность готового продукта на выходе из сушильной башни и температуру горячего воздуха на выходе из калорифера.

Целью настоящей работы явилось создание математической модели на основе уравнений материального и теплового баланса, учитывающая статические и динамические характеристики процесса сушки молока и молочных продуктов.

## **Материалы и методы**

Использовано имитационное моделирование, заключающееся в воспроизведении на ЭВМ поведения управляемой производственной системы, сложных технологических комплексов и процессов, не поддающихся прямому экспериментальному исследованию или аналитическому решению. Для составления имитационных моделей наряду с универсальными языками программирования применяют специализированные алгоритмические языки для ситуационного описания объектов и алгоритмов моделирования.

## **Результаты и обсуждение**

В процессе производства сухих молочных продуктов значения параметров технологического процесса могут изменяться, вызывая отклонения от нормального режима (регламента). Поддержание параметров технологического процесса в диапазоне заданных значений выполняет система автоматического регулирования (САР). В нашем случае объектом управления является сушильная установка, которая состоит из сушильной башни и калорифера для подогрева воздуха.

Явление высушивания влажных предметов широко распространено в природе и в быту. Обычным носителем процесса сушки является воздух. Чем выше температура воздуха и его скорость, тем сушка протекает интенсивнее.

В молочной промышленности для сушки применяется чистый воздух. В отличие от выпаривания, которое осуществляется под вакуумом, сушка ведется большей частью при атмосферном давлении. Влага при сушке поглощается и уносится воздухом. Количество поглощенной воздухом влаги зависит от свойств воздуха и его способности растворять водяные пары.

При конвективной сушке воздух не только поглощает и уносит влагу, но и одновременно является источником тепла, которое необходимо для того, чтобы превратить воду в пар. Эта двойственная роль воздуха в качестве влагопоглотителя и теплоносителя предопределяет построение математической модели объекта управления [Горбатюк В.И. (1999), *Процессы и аппараты пищевых производств*, Москва, Колос], [ 3].

Для выбора оптимальной структуры неоднородных и нестационарных материальных потоков в технологической системе молочного производства следует использовать комплексную имитационную модель производства, воспроизводящую различные альтернативные варианты на ЭВМ для оценки их оптимальности по выходу и качеству готовой продукции, рациональности использования сырья и оптимизации технологических режимов.

Создание математической модели производственной деятельности предприятия с воспроизведением различных технологических ситуаций, возникающих в процессе комплексной переработки сырья в заданный ассортимент продукции, базируется на следующих основных принципах:

- адекватное отражение структуры свойств и особенностей комплекса технологических процессов с возможностью варьирования параметров воспроизводимых процессов в исследуемой области;

- максимальное использование априорной информации об объекте, обеспечивающее возможную на этапе моделирования информационную разгрузку оператора в процессе принятия решения с оптимальным распределением функций между человеком и машиной;

- гибкость и самоорганизация модели с возможностью обновления, дополнения и усложнения выполняемых функций;

- реализация модели на ЭВМ с помощью пакета или системы прикладных программ с многоуровневой, иерархической модульной структурой управления совокупностью модулей, каждый из которых осуществляет законченное преобразование информации [2].

Процесс сушки молока и молочных продуктов осуществляется в сушильной установке следующим образом.

Очищенный свежий воздух с температурой  $t_0$  и влажностью  $d_0$  подается вентилятором 1 в калорифер 2, где при постоянном влажностном содержании подогрывается до температуры  $t_1$  и затем снизу поступает в сушильную башню 3, внутри которой сверху на вращающийся распылительный диск 4 падает сгущенное молоко. Отработавший воздух выходит из сушильной башни с параметрами  $t_2$  и  $d_2$ .

Составим уравнение материального баланса процесса сушки:

$$G_H = G_K + U, \quad (1)$$

где  $G_H$  – количество влажного материала, подаваемого в сушилку с начальной влажностью  $W_H(\%)$ , кг/с;

$G_K$  – количество сухого материала, выходящего из сушилки с конечной влажностью  $W_K(\%)$ , кг/с;

$U$  – количество удаленной из материала влаги, кг/с.

Другое уравнение материального баланса можно написать, воспользовавшись тем, что количество сухого вещества в материале во время сушки не изменяется.

$$G_H \left( 1 - \frac{W_H}{100} \right) = G_K \left( 1 - \frac{W_K}{100} \right) \quad (2)$$

Комбинируя (1) и (2), получим количество удаляемой влаги

$$U = G_H \frac{W_H - W_K}{100 - W_K},$$

или

$$U = G_K \frac{W_H - W_K}{100 - W_H} \quad (3)$$

Составим таблицу материального баланса сушильной установки, полагая, что на сушку подается  $L$  кг/с сухого воздуха.

**Таблица 1**  
**Материальный баланс сушильной установки при  $L$  кг/с сухого воздуха**

Приход, кг/с	Расход, кг/с
Сухой воздух $L$	Сухой воздух $L$
Влага, содержащаяся в свежем воздухе, $Ld_0 \cdot 10^{-3}$	Влага, содержащаяся в отработавшем воздухе, $Ld_2 \cdot 10^{-3}$
Влажный материал $G_H$	Высушенный материал $G_K$

Сложив входящие и выходящие количества, получим

$$L + Ld_0 \cdot 10^{-3} + G_H = L + Ld_2 \cdot 10^{-3} + G_K, \quad (4)$$

или

$$G_H - G_K = L(d_2 - d_0) \cdot 10^{-3}$$

Откуда с учетом количество удаляемой влаги равно:

$$U = L \frac{d_2 - d_0}{1000}, \quad (5)$$

а количество расходуемого воздуха равно

$$L = U \frac{1000}{d_2 - d_0} \quad (6)$$

Поделив последнее уравнение на  $U$ , получим

$$l = \frac{1000}{d_2 - d_0}, \quad (7)$$

здесь  $l = \frac{L}{U}$  - удельный расход воздуха в сушильной башне – количество сухого воздуха, расходуемого на удаление из материала 1 кг влаги.

Сделаем следующие допущения:

1. Сушильную башню будем рассматривать как объект с сосредоточенными параметрами.

2. Изменение температуры воздуха от  $T_1$  на входе в сушильную башню до  $T_2$  на выходе из нее происходит по линейному закону.

3. Сгущенное молоко превращается в сухое молоко в течение 1,5-2 секунд.

Составим модель статики технологического процесса сушки молока на основе уравнения теплового баланса, причем можно пренебречь потерями тепла в окружающую среду через стены сушильной башни, так как они покрыты слоем теплозащитной изоляции [3]:

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 + Q_4, \quad (8)$$

где:

$Q_1$  – количество теплоты, отдаваемое поступающим в сушильную башню воздухом,



$Q_2$  - количество теплоты, отдаваемое поступающим в сушильную башню сгущенным молоком,

$Q_3$  - количество теплоты, получаемое сухим молоком в сушильной башне,

$Q_4$  - количество теплоты, уносимое отработавшим воздухом.

Причем,

$$Q_1 = LI_1 \quad (9)$$

$$Q_2 = G_H c_2 T_2 \quad (10)$$

$$Q_3 = G_K c_3 T_3 \quad (11)$$

$$Q_4 = LI_2, \quad (12)$$

где:  $c_2$  и  $c_3$  - соответственно удельная теплоемкость сгущенного и сухого молока (Дж/кг),

$I_1$  и  $I_2$  - соответственно удельная энтальпия входящего и уходящего воздуха (Дж/(кг °С)),

$T_2$  и  $T_3$  - соответственно температура входящего и уходящего воздуха.

Основная задача сушки - удаление влаги из материала, чему предшествует предварительное превращение этой влаги в пар. На это расходуется значительная часть теплоты воздуха, что в уравнении теплового баланса отражения не нашло. Образовавшийся пар, несущий в себе все количество теплоты, затраченной на его образование, поглощается воздухом и теплосодержание воздуха в этом процессе не изменяется.

Таким образом, уравнение теплового баланса примет вид:

$$LI_1 + G_H c_2 T_2 = G_K c_3 T_3 + LI_2 \quad (13)$$

Разрешая уравнение (2.2.13) относительно  $T_3$ , получаем уравнение статики технологического процесса сушки молока

$$T_3 = \frac{L(I_2 - I_1)}{G_K c_3} - \frac{G_H c_2}{G_K c_3} \cdot T_2 \quad (14)$$

Далее задавая значениями теплофизических параметров и варьируя ими в допустимых пределах, в частности расход сгущенного молока может изменяться от 450 до 1150 кг/ч, можно построить семейство статических характеристик, описывающих различные установившиеся режимы сушильной башни.

В настоящее время хорошо изучены динамические характеристики объектов регулирования применительно к широко используемым сушильным установкам «Нема - 500», включающим в себя сушильную башню и калорифер, по каналам:

- «расход сгущенного молока - температура воздуха на выходе из сушильной башни»;

- «давление греющего пара на входе в калорифер (паровой) - температура воздуха на выходе из калорифера».

Практически не изученными являются динамические характеристики сушильной башни как объекта регулирования и управления по каналам:

- «расход воздуха на входе в сушильную башню - температура воздуха на выходе из сушильной башни»;

- «температура воздуха на входе в сушильную башню - температура воздуха на выходе из сушильной башни»;

- «влажность сгущенного молока - температура воздуха на выходе»;

- «температура сгущенного молока - температура воздуха на выходе».

Поэтому проводились исследования на реально действующем объекте - сушильной установке «Нема-500» ЗАО «Мелеузовский молочно-консервный комбинат», в результате получены переходные характеристики объекта

регулирования по различным каналам (рис. 1-4), которые использовались в дальнейшем для настройки параметров типовых регуляторов.

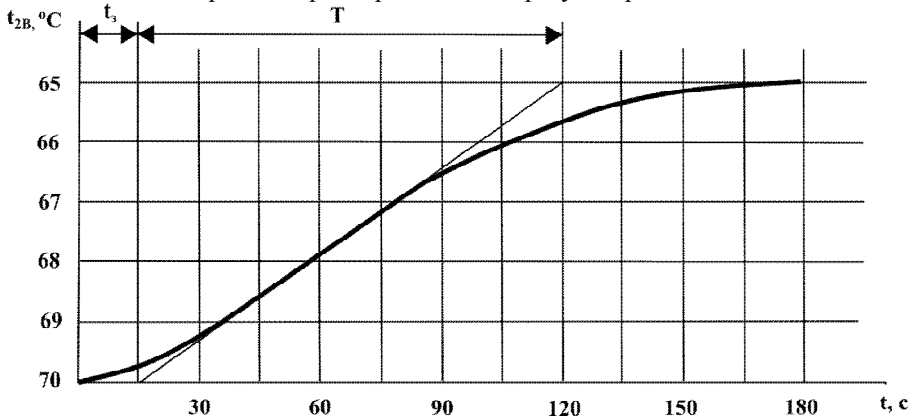


Рис. 1. Переходная функция сушильной башни по каналу «расход сгущенного молока – температура воздуха на выходе из сушильной башни»

Из графика на рисунке 1 видно, что время запаздывания для сушильной башни по данному каналу  $\tau_3=15$  с, постоянная времени  $T=105$  с.

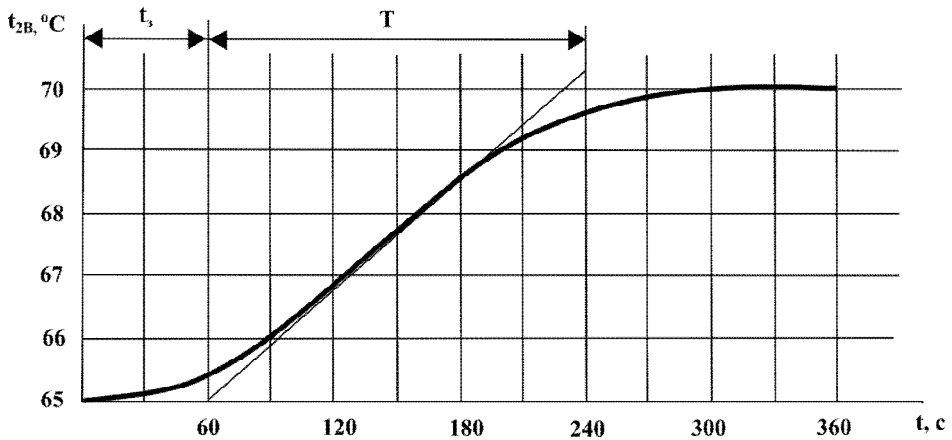
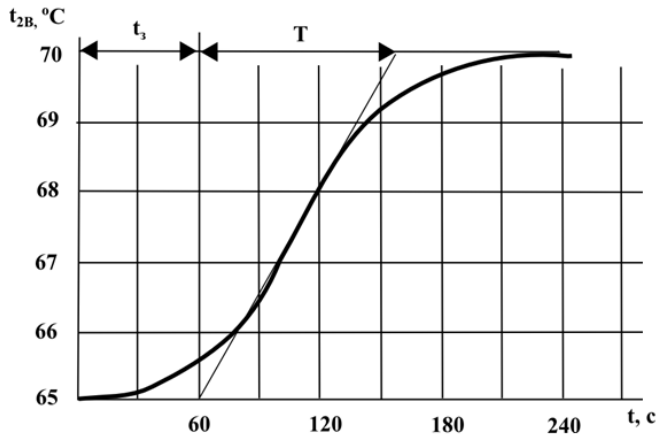


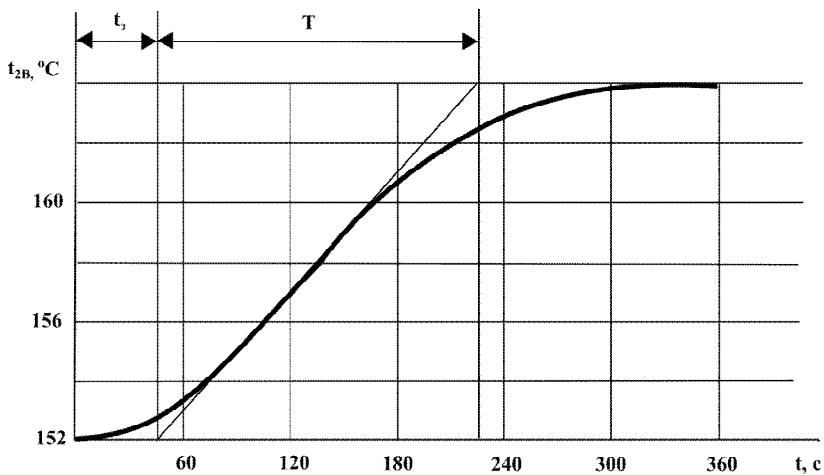
Рис. 2. Переходная функция сушильной башни по каналу «расход воздуха на входе в сушильную башню – температура на выходе из сушильной башни»

Из графика на рисунке 2 видно, что время запаздывания для сушильной башни по данному каналу  $\tau_3=60$  с, постоянная времени  $T=192$  с.



**Рис. 3. Переходная функция сушильной башни по каналу «температура воздуха на входе в сушильную башню – температура на выходе из сушильной башни»**

Из графика на рисунке 3 видно, что время запаздывания для сушильной башни по данному каналу  $\tau_3=65$  с, постоянная времени  $T=90$  с.



**Рис. 4. Переходная функция калорифера по каналу «Давление греющего пара на входе в калорифер – температура воздуха на выходе из калорифера»**

Из графика рисунок 4 видно, что время запаздывания для сушильной башни по данному каналу  $\tau_3=40$  с, постоянная времени  $T=180$  с.

На данном этапе нет практической возможности проводить исследования по каналам «влажность сгущенного молока – температура воздуха на выходе» и «температура сгущенного молока – температура воздуха на выходе», так как воздействовать на параметры влажность и температуру сгущенного молока весьма затруднительно.

Для разработки динамической модели сушильной башни представим уравнение

теплого баланса в виде:

$$\frac{dQ(t)}{dt} = Q_{\text{в}}(t) - Q_{\text{от}}(t - \tau), \quad (15)$$

где  $\frac{dQ(t)}{dt} = V \rho c \frac{dT_3(t)}{dt}$  – изменение количества тепла в объеме сушильной башни,

причем

$V$  – объем сушильной башни, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность смеси внутри сушильной башни, кг/м<sup>3</sup>;

$c$  – удельная теплоемкость смеси внутри сушильной башни, Дж/кг;

$\tau$  – постоянная времени транспортного запаздывания, в секундах (с).

Раскрывая правую часть уравнения, получим дифференциальное уравнение первого порядка

$$V \rho c \frac{dT_3(t)}{dt} + G_k c_3 T_3(t) = L(I_1 - I_2) + G_H c_2 T_2(t - \tau) \quad (16)$$

Обозначив  $V \rho c$  через  $k_1$ ,  $G_k c_3 - k_2$ ,  $G_H c_2 - k_3$ ,  $L(I_1 - I_2) - k_0$ , представим уравнение (16) в виде

$$k_1 \frac{dT_3(t)}{dt} + k_2 T_3(t) = k_0 + k_3 T_2(t - \tau) \quad (17)$$

Уравнение (17) представляет собой динамическую модель сушильной башни.

Приведем уравнение (17) к стандартному виду, для чего воспользуемся следующими обозначениями:

$$T = k_1 / k_2; \quad K_{i\dot{a}} = k_3 / k_2 \quad (18)$$

$$y(t) = T_3(t) - k_0 / k_2; \quad u(t - \tau) = T_2(t - \tau) \quad (19)$$

С учетом обозначений (18) и (19) уравнение объекта (17) принимает вид

$$T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = K_{i\dot{a}} u(t - \tau) \quad (20)$$

На основании уравнения (20), устанавливающего взаимосвязь между входным  $u(t)$  и выходным  $y(t)$  сигналами объекта, получим выражение передаточной функции объекта (сушильной башни) по каналу управления

$$W_{i\dot{a}}(s) = K_{i\dot{a}} \frac{e^{-\tau s}}{1 + Ts} \quad (21)$$

## Выводы

Разработана математическая модель на основе уравнений материального и теплового баланса, учитывающая статические и динамические характеристики процесса сушки молока и молочных продуктов. Модель может быть использована при разработке автоматизированной системы управления распылительных сушильных установок для молочных продуктов.

## Литература

1. E. Refstrup, J. Bonke. Plant and Equipment | Milk Dryers: Drying Principles. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition). – 2011. - Pp. 208-215
2. Долинский А. А., Шелиманов В. А. К вопросу расчета температуры материала в первом периоде конвективной сушки нагретым воздухом // *Промышленная теплотехника*. 2000. - Т. 22. - №4. - С. 40-45.
3. Снежкин Ю. Ф., Хавин А. А. Оценка тепловой эффективности сушилок, работающих на материалах с различной начальной влажностью // *Промышленная теплотехника*. 1996. - Т. 18. - №4. - С. 30-32.
4. Формалев В. В., Колесник С. А., Чипашвили А. А. Численное моделирование теплопереноса в анизотропных телах с разрывными характеристиками // *Математическое моделирование*. 2004. - Т. 16. - №5. - С. 94-102.
5. Pierre Schuck, Anne Dolivet, Serge Méjean, Peng Zhu, Eric Blanchard, Romain Jeantet. Drying by desorption: A tool to determine spray drying parameters / *Journal of Food Engineering*. - Vol. 94. - Is. 2. - 2009, Pp. 199-204.
6. R. Paéz, L. Lavari, G. Vinderola, G. Audero, A. Cuatrin, N. Zaritzky, J. Reinheimer. Effect of heat treatment and spray drying on lactobacilli viability and resistance to simulated gastrointestinal digestion / *Food Research International*. – Vol. 48. - Is. 2. – 2012. – Pp. 748-754.

## References

1. E. Refstrup, J. Bonke (2011), Plant and Equipment | Milk Dryers: Drying Principles. *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition), pp. 208-215
2. Dolinskij A. A., Shelimanov V. A. (2000), K voprosu rascheta temperatury materiala v pervom periode konvektivnoj sushki nagretym vozduhom, *Promyshlennaja teplotehnika*, 22(4), pp. 40-45.
3. Snezhkin Ju. F., Havin A. A. (1996), Ocenka teplovoj jeffektivnosti sushilok, rabotajushhijh na materialah s razlichnoj nachal'noj vlazhnost'ju, *Promyshlennaja teplotehnika*, 18(4), pp. 30-32.
4. Formalev V. V., Kolesnik S. A., Chipashvili A. A. (2004), Chislennoe modelirovanie teploperenosa v anizotropnyh telah s razryvnymi harakteristikami, *Matematicheskoe modelirovanie*, 16(5), pp. 94-102.
5. Pierre Schuck, Anne Dolivet, Serge Méjean, Peng Zhu, Eric Blanchard, Romain Jeantet (2009), Drying by desorption: A tool to determine spray drying parameters, *Journal of Food Engineering*, 94(2), pp. 199-204.
6. R. Paéz, L. Lavari, G. Vinderola, G. Audero, A. Cuatrin, N. Zaritzky, J. Reinheimer (2012), Effect of heat treatment and spray drying on lactobacilli viability and resistance to simulated gastrointestinal digestion, *Food Research International*, 48(2), pp. 748-754.

## The subsystem of technological monitoring based on the methods of fuzzy logic

**Nataliia Mosiichuk**

*National University of food technologies, Kyiv, Ukraine*

---

### ABSTRACT

**Keywords:**

Monitoring  
Distillation  
Identification  
Fuzzy  
Logic

---

**Article history:**

Received 27.09.2013  
Received in revised form  
20.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

**Corresponding author:**

Nataliia Mosiichuk  
E-mail:  
nataliia.mos@gmail.com

**Introduction.** The subsystem of technological monitoring is introduced to improve the efficiency of the control system of distiller. This subsystem conducts operational analysis of information, helps in making control decisions and makes predictions of the control object.

**Materials and methods.** To solve the problem of structural identification we consider intellectual control methods with modern technological systems of food production, such as methods of fuzzy logic and linguistic approximation.

**Results.** As a result of structural identification of the system were formulated the rules of fuzzy knowledge base and the resulting model of the technological process, that corresponds to the real object.

**Conclusion.** We formulated rules of fuzzy knowledge base and the resulting model of technological process that corresponds to the real object. This allows to increase the efficiency of the control systems in the food industry and to reduce the amount of not properly adopted decisions by the control of complex technological systems, which are include certain uncertainly and nonlinearity. Implementation of structural model process identification allows us to come much more closer to the real conditions of the object, to determine its current condition and to take effective solutions in control.

---

УДК 658.5.012.7:663.52:007.5

## Підсистема технологічного моніторингу на основі методів нечіткої логіки

**Наталія Мосійчук**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

## **Introduction**

The researching object is a distillation unit, which has an extremely complex system of interaction between the components and phases, and refers to the complex multiphase, multi-component, multi-objective and multi-dimensional nonlinear control objects.

The demand for special studies is connected with the growth of information in all fields of human activity, complexity of structure and significant growth of volumes of collected data and the necessity to take into account the "human factor", which leads to subjective decision in control.

The operational analysis of the information obtained in the operation of control systems should be conducted in order to increase efficiency of control of complex technological systems of food production. That is the main function of the subsystem of monitoring process [1]. Furthermore, the subsystem of technological monitoring conducts the rapid processing of input-output data, forecasts the evolution of the control object, analyzes the status of the process, conducts the structural and the parametric identification of the model process, structures and stores the information.

The subsystem of technological monitoring belongs to the systems of decision support process that are designed to support decision-making processes and creation of the necessary conditions to improve the process of decision making in control. Thus, the development of algorithms and models of the subsystem of technological monitoring process using modern methods of analysis of the information is topical scientific and technical task.

## **Materials and methods**

The main characteristic of subsystems of decision-making support is that they are different for each automated system and therefore the composition of the system is determined by the tasks for each system. The subsystems of decision-making support use methods of decision-making, neural networks, fuzzy logic and expert systems.

The mathematical methods of decision-making related to the solution of practical problems in which it is impossible to describe the object as functional or function with finding one extreme value. These methods are generally real for the objects that take into consideration physical (a size, a weight), economic (a cost, a resource intensity), technical (the functions) and other aspects.

The methods used for solving the problems use the intellectual (linguistic) data processing methods, the fuzzy sets, the neural network theory, the complex systems theory, the chaos theory, the time series analysis and the methods of system analysis.

The effective analysis of monitoring data is possible when creating the tools of intellectual data mining, that allows to reveal the internal structure of operational monitoring parameters. The creation of such "intellectual" monitoring systems and automated analysis of monitoring data tools improves the effectiveness of the monitoring system and promotes the increase of the effectiveness in control of the technological object.

## **Results and discussions**

A single generalized system of monitoring is required to increase the efficiency in control of technological process. This system includes the subsystem of displaying of technological data on the objects and data presentation subsystem with analytical tasks of monitoring the state of the process. This subsystem selects the amount of technical data

from initial technological information required to solve the corresponding problem and on the situation analysis stage presents the results of processing original data in an optimal form for the decision. This allows to present for the staff the most important information more compactly and systematically on specific manufacturing tasks. At the same time, the simple and straightforward ultimate representation is a complex, multi-stage processing of incoming technological information and by automating this phase the effectiveness of controlling of monitoring process repeatedly increases [2].

The industrial SCADA-system solves tasks of typical subsystems. It is displaying data according to a set of videograms of automation objects. To solving the tasks of the second type requires the system with another functionality and architecture, that is integrated with standard SCADA-system. To evaluate the effectiveness of control decisions and to analyze the production situations in general in the course of work we created an algorithm of the subsystem of technological monitoring (fig.1).

Methods of fuzzy logic are fundamental in cases of synthesis of mathematical models on the basis of expert linguistic rules "IF - THEN". The use of these linguistic rules can significantly reduce the amount of experimental data required for the qualitative identification [3].

The method of identification of nonlinear dependences using fuzzy knowledge base consists of two stadiums. The first phase is structural identification. It is a formation of fuzzy knowledge base, that crudely displays the relationship between input and output using linguistic rules «IF-THEN», which can significantly reduce the amount of experimental data required for good quality of identification. Linguistic rules are generated by the expert or by the result of fuzzy knowledge extraction from the experimental data. The second phase is the parametric identification of the investigated dependence by finding such of the parameters of the fuzzy knowledge base that minimize the deviation of the model and experimental results [4].

In the course of solving the task of structural identification by using fuzzy logic we use two types of fuzzy models: a Mamdani type of fuzzy model and a Sugeno type of fuzzy model. During the work we found that for solving problems, where accuracy is more important in the identification, is the most appropriate the use of the Sugeno type of fuzzy models, and for those tasks, where more important is the explanation or justification of the decision, we recommend to use the Mamdani type of fuzzy models [5].

The fuzzy model of time series constructed with the assistance of fuzzy expert assessments and fuzzy systems is a basis for methods of Time Series Data Mining. This model is fundamentally being rougher, however, allows to describe behaviour of the time series as qualitative assessments of changes and fuzzy trends, so in this sense the same set of time series in different subject areas will have different fuzzy models [6].

In the simulation of fuzzy time series is necessary to determine a carrier, an object of research and solving tasks. The carrier of fuzzy time series serves original time series. The object of study is the model of fuzzy time series.

The Mamdani type of model is considered the object of type  $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  with  $n$ -inputs  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  and an one output  $y$ . The nonlinear dependence "Inputs-Output" is described with such fuzzy knowledge base:

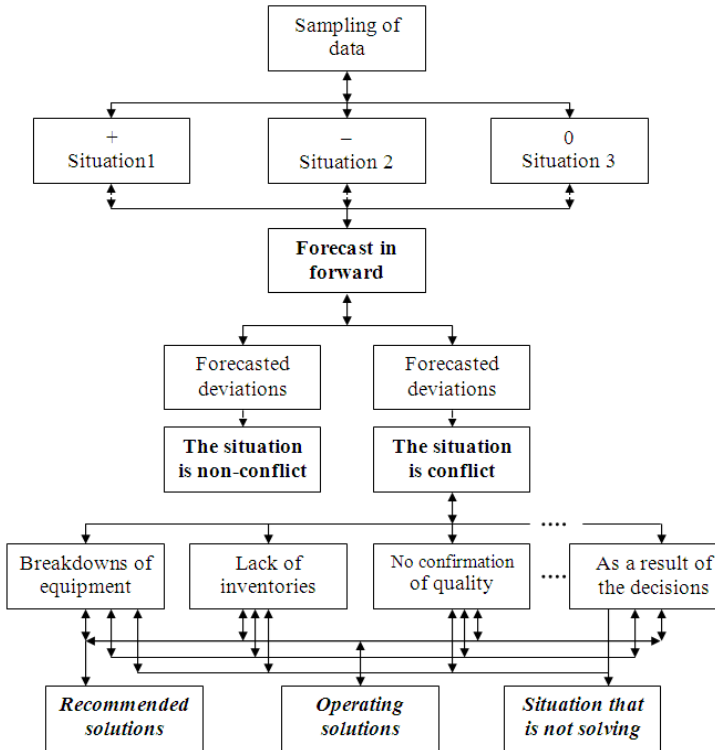
$$\begin{aligned}
 & \mathbf{IF} (x_1=a_{1,j1}) \mathbf{AND} (x_2=a_{2,j1}) \mathbf{AND} \dots \mathbf{AND} (x_n=a_{n,j1}) \\
 & \mathbf{OR} (x_1=a_{1,j2}) \mathbf{AND} (x_2=a_{2,j2}) \mathbf{AND} \dots \mathbf{AND} (x_n=a_{n,j2}) \\
 & \dots \\
 & \mathbf{OR} (x_1=a_{1,jk}) \mathbf{AND} (x_2=a_{2,jk}) \mathbf{AND} \dots \mathbf{AND} (x_n=a_{n,jk}) \\
 & \mathbf{THEN} y=d_j, i = \overline{1, m} \quad ,
 \end{aligned} \tag{1}$$



where  $a_{i,jp}$  – a linguistic term, which is estimating the variable  $x_i$  in a row with number  $jp(p = \overline{1, k_j})$ ;

$k_j$  – an amount of row of conjunctions in which an output  $y$  is estimated by linguistic term  $d_j$ ;

$m$  – an amount of terms, that are used to assessment the linguistic output variable  $y$ .



**Fig.1.** An algorithm of the subsystem of technological monitoring *Mamdani type of fuzzy model*.

**Sugeno type of fuzzy model.** In Sugeno type of model the dependence between inputs  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  and output  $y$  is defined by fuzzy knowledge base in the form:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \bigcap_{i=1}^n (x_i = a_{i,jp}) \rightarrow y = b_{j,0} + b_{j,1}x_1 + b_{j,2}x_2 + \dots + b_{j,n}x_n, j = \overline{1, m}, \quad (2)$$

where  $b_{j,i}$  – certain numbers.

The identification of the system is reduced to determining the structure and parameters of the model by the observed data (input and output of the object) and available a priori information [7].

We make the assumption, that the non-linear dependence which is identified, is presented by the following sample of data "inputs-output":

$$(X_r, y_r), r = \overline{1, M}, \quad (3)$$

where  $X_r$ - a vector of inputs,

$y_r$  - an output in r-pair and  $M$  – a sample size.

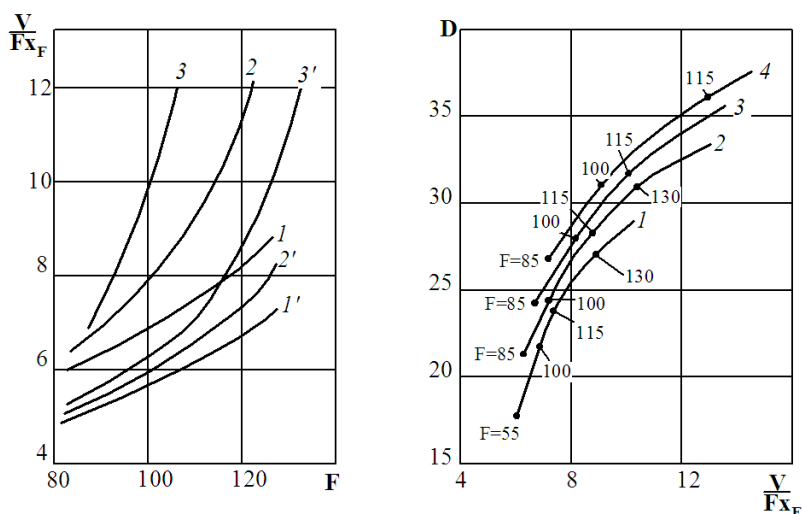
We take appropriate static characteristics of the distillation column as the source of data for further processing and construction of linguistic rules. Inputs and outputs of the model we consider as linguistic variables, whose values are chosen from the following term-sets: {«Low», «Medium», «High»} for  $X_F$  and  $\frac{V}{FX_F}$ , and {«Low», «Under Medium», «Medium», «Over Medium», «High»} for output. A formalization of terms we do by using a symmetric Gaussian membership function (*gaussmf*):

$$\mu(x) = e^{-\frac{(x-h)^2}{2c^2}} \quad (4)$$

where  $x$  – an element of the universal set;  $h$  – the parameter of membership function (a coordinate of maximum);  $c$  – the parameter of membership function (concentration factor).

We construct, for example, a fuzzy model, that identifies dependence of the flow of steam from consumption of wash distillate in spectrum  $X_F \in [0.18, 0.24], \frac{V}{FX_F} \in [4, 14]$ .

The initial data is a graph (fig.2) and training sample (1.3).



**Fig. 2. The static characteristics of the rectification column:**

**a** – a dependence of steam flow from flow of wash distillate: 1 –  $X_F=0.24, X_0=500 \cdot 10^{-6}$ ; 1<sup>1</sup> –  $X_F=0.18, X_0=500 \cdot 10^{-6}$ ; 2 –  $X_F=0.24, X_0=47 \cdot 10^{-6}$ ; 2<sup>1</sup> –  $X_F=0.18, X_0=47 \cdot 10^{-6}$ ; 3 –  $X_F=0.24, X_0=10 \cdot 10^{-6}$ ; 3<sup>1</sup> –  $X_F=0.18, X_0=10 \cdot 10^{-6}$ ;

**b** – a dependence of the selection of rectified spirit from steam flow for different  $F$ : 1 –  $X_F=0.18$ , 2 –  $X_F=0.21$ , 3 –  $X_F=0.24$ , 4 –  $X_F=0.27$ .

The choice of this type of membership function is causing by its simplicity and sufficient flexibility, as it is defined by only two parameters, which can reduce the dimension of the optimization task, that arises at the phase of parametric identification.

As a result of visual observation of a graph of identified dependence we formulate seven rules of fuzzy knowledge base (table 1). That is the end of structural identification phase.

Table 1

$X_F$	$V/FX_F$	$y$
Low	Low	Low
Low	Medium	Under Medium
Low	High	Over Medium
Medium	Low	Under Medium
Medium	Medium	Medium
Medium	High	Over Medium
High	Low	Over Medium
High	Medium	Over Medium
High	High	Over Medium

Dependence between inputs and output in the Mamdani type of model is carried by using fuzzy knowledge base of such type:

**IF** (steam flow «Low») **AND** (substantiality of wash distillate « Low ») **THEN** (wash distillate flow «Low»)

**IF** (steam flow « Low») **AND** (substantiality of wash distillate « Medium ») **THEN** (wash distillate flow «Under Medium»)

**IF** (steam flow « Low ») **AND** (substantiality of wash distillate «High») **THEN** (wash distillate flow «Over Medium»)

**IF** (steam flow «Medium») **AND** (substantiality of wash distillate «Low») **THEN** (wash distillate flow « Under Medium »)

**IF** (steam flow « Medium ») **AND** (substantiality of wash distillate « Medium ») **THEN** (wash distillate flow « Medium »)

**IF** (steam flow « Medium ») **AND** (substantiality of wash distillate «High») **THEN** (wash distillate flow «Over Medium»)

**IF** (steam flow «High») **AND** (substantiality of wash distillate «Low») **THEN** (wash distillate flow «Over Medium»)

**IF** (steam flow «High») **AND** (substantiality of wash distillate « Medium ») **THEN** (wash distillate flow « Medium »)

**IF** (steam flow «High») **AND** (substantiality of wash distillate «High») **THEN** (wash distillate flow «Over Medium»)

The fuzzy model is constructed by using fuzzy knowledge base and production (linguistic) rules (Fig. 3).

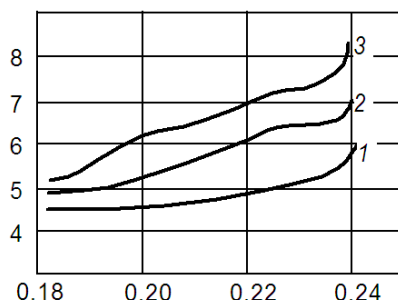


Fig. 3. Mamdani type of fuzzy model

## Conclusions

The subsystem of technological monitoring is one of the subsystems of decision-making support that helps a decision-making person (DM) to solve the uncertain situation and to make the right decision based on the already established database of rules and recommendations for the occurrence of a situation or provide solutions that were taken in a similar situation in the past.

Fuzzy models and algorithms for processing information allow to structure the data and to forecast the behaviour of the object in the future (for a certain period of time).

The structural identification of the model of process that we conducted allows to approximate as close as possible to the real conditions of the object operations, to determine its current state and to take effective solutions in control.

Identification using fuzzy logic conclusion is one of the most effective methods for constructing models of nonlinear dependencies.

As the result of research we found that the use of linguistic information in the form of expert rules "IF-THEN" can significantly reduce an amount of required training set for fuzzy identification. The identification using Sugeno type of model usually provides more correctness for large size of sample of the experimental data. However, there are difficulties in the interpretation of the content of parameters of fuzzy model and in explanation of inference. There is no such difficulty with the Mamdani model type. Its options after training content are easily interpretable and intuitive for customers of fuzzy model (DM).

*Acknowledgments.* Author thanks to Doctor of Technological Sciences, professor Kyshenko Vasil.

## References

1. Kyshenko V.D. (2006), Zadachi tekhnolohichnoho monitorynhu v systemakh keruvannia vyrobnychymy protsesamy tekhnolohichnykh kompleksiv, Avtomatyzatsiia vyrobnychych protsesiv, 2(23), pp.48–52.
2. Kovardakov A.V. (2007), Razrabotka metodov postroenija i realizacija analiticheskoy informacionnoj sistemy tehnologicheskogo monitoringa slozhnyh promyshlennyh ob'ektov, PhD tethis, Moscow.
3. Shtovba S.D. (2003), Identifikacija nelinejnyh zavisimostej s pomoshh'ju nechetkogo logicheskogo vyvoda v sisteme MATLAB [Tekst], Matematika v prilozenijah, 2(2), p.9.
4. N.G. Jarushkina, T.V. Afanas'eva, I.G. Perfil'eva (2010), Intel'ektual'nyj analiz vremennyh rjadov [Tekst]: UGTU, Ul'janovsk.
5. Sugeno M. (1999), On stability of fuzzy systems expressed by fuzzy rules with singleton consequents [Text], *IEEE Trans. Fuzzy Systems*, 7, pp. 201–224.
6. J. Casillas O. Cordon F. Herrera (2001), Learning Fuzzy Rules Using Ant Colony Optimization Algorithm [Text], *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B*, 26(1), pp. 1-13.
7. Karabutov N.N. (2008), Strukturnaja identifikacija sistem: analiz dinamicheskikh struktur [Tekst], MGIU, Moscow.

## Applying of the innovative intelligent control technology in the hotel industry

Iuliia Myts, Vita Tsyruhnikova

National university of food technologies, Kyiv, Ukraine

---

### ABSTRACT

#### Keywords:

Hotel  
Intelligens  
Systems  
Energy  
Conservation  
Management

---

#### Article history:

Received 08.09.2013  
Received in revised form  
28.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Iuliia Myts  
E-mail:  
Julia.mits@gmail.com

**Introduction.** Topicality of this article is focuses on the introduction of smart technologies in the hotels. The main feature is saving energy and system implementation guest wishes, when he stays in the hotel room.

**Materials and methods.** Analysis of modern scientific works of Ukrainian and foreign areas: automated systems of monitoring and control, security, energy and resource saving, providing comfort. Analyzed the legislation of Ukraine and normative acts.

**Results.** The structure and the taxonomy of the intelligent control technology at a hotel and a hotel rooms, and as well as reasonably economical implementation. The introduction of smart technology management at the hotel industry is justified by reasonable, the system pays for itself in an average of 3 years and in the future carries a profit. Savings when using the system is characterized by the ability to reduce the cost of operation and maintenance of equipment during the entire life cycle of a building by reducing the impact of human factors and the laying of control functions for the automation of the building, as well as through the use of energy-efficient equipment and management systems engineering annual utility bills down 15 -30 %.

---

УДК 640.412:004.89

## Використання інноваційної інтелектуальної технології управління в готельному господарстві

Юлія Миць, Віта Цирульнікова

Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

## Вступ

Проблема створення штучного інтелекту цікавить науковців декілька десятиліть. Однак, тільки в останні роки окреслились області конкретного застосування та реальні можливості інтелектуальних технологій.

Всі сучасні технології будівництва пов'язані з популяризацією так званих «зелених технологій», тобто дозволяють раціонально використовувати воду, економити електроенергію та тепло, мінімізувати вплив на навколишнє середовище протягом всього терміну експлуатації будівлі. Серед різноманіття «зелених» технологій найперспективнішими є інтелектуальні системи управління будівлями. Під поняттям «інтелектуальної будівлі» розуміють інтеграцію різних інженерних систем з єдиною автоматизованою системою управління. У сучасних будівлях, насичених інженерним обладнанням, системи автоматизації і управління виконують функції забезпечення інженерної безпеки експлуатації будівлі та визначають рівень стійкості функціонування всього об'єкта.

В Україні найпопулярнішими об'єктами для впровадження інтелектуальних технологій є офісні будівлі, банки, торгові центри, готелі, ресторани, а також об'єкти домашньої автоматизації.

За оцінками компанії YORK International, у 2010 році обсяг ринку систем інтелектуальної будівлі в Україні склав 200...250 млн. доларів в цінах для кінцевого користувача, з щорічним зростанням у 20...25%. Попит буде посилюватися у міру усвідомлення інвесторами об'єктивної доцільності впровадження таких проектів.

В умовах глобалізації та розвитку технічного прогресу інтелектуальні системи управління необхідні для диференціації закладів готельно-ресторанного господарства. У готельному бізнесі ці системи дозволяють оптимізувати такі процеси, як бухгалтерський та складський облік, управління службою прийому і розміщення, службою покоївок, номерним фондом, електронними замками і т.д. У рестораний справі використання інтелектуальних систем дозволяє не тільки підвищити зручність ведення справ, але й допомагає більш оперативно проводити розрахунок з відвідувачами, черговість обслуговування, забезпеченість запропонованого меню закладу всіма необхідними інгредієнтами.

Впровадження інтелектуальних систем управління в закладах готельно-ресторанного господарства зумовлює не тільки економію ресурсів до 30 %, а і отримання значного прибутку.

## Матеріали і методи

Виконано аналіз сучасних наукових праць (статей) як українських так і закордонних по напрямкам: автоматизовані системи моніторингу та управління, забезпечення безпеки, енерго-і ресурсозбереження, забезпечення комфорту. Проаналізовано законодавство України та нормативні акти:

- ДСТУ-Н Б В.2.5-37:2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Настанова з проектування, монтування та експлуатації автоматизованих систем моніторингу та управління будівлями і спорудами»;
- Р 50-080-99 «Метрологія. Система вимірів інформаційна. Метрологічне забезпечення. Основні положення»;
- РД 50-34.698-90 «Комплекс стандартів і керівних документів на автоматизовані системи. Вимоги до змісту документів»;

- ГОСТ 24.701-86 «Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Надежность автоматизированных систем управления. Основные положения»;
- ДСТУ рrEN 54-13:2004 «Системы обнаружения огня и пожарной сигнализации»;
- ДСТУ 2155-93 «Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню»;
- ДСТУ 2339-94 «Енергозбереження. Основні положення»;
- ДСТУ 2420-94 «Енергозбереження. Терміни та визначення».

## Результати

Проблема автоматизації управління сучасними готельними комплексами вирішується багатьма зарубіжними та вітчизняними вченими.

Інтелектуальні технології вже знайшли масштабне застосування в єдиних системах диспетчеризації, автоматизації та безпеки великих об'єктів. Рентабельність і зручність експлуатації таких будівель неодноразово були відзначені інвесторами.

Автоматизована система управління будівлею повинна відповідати як міжнародним стандартам організації ISO в рамках стандарту ISO 16484, так і вітчизняним. Згідно вимог стандартів будівля повинна бути спроектована так, щоб усі її підсистеми управління могли інтегруватися одна з одною з мінімальними витратами, а їх обслуговування було б ефективно з точки зору організації управління. Проектування подібних систем повинно враховувати можливість масштабування і видозміни підсистем, встановлених у інтелектуальній будівлі у великій кількості. Системи, які пропонуються на ринку, повинні бути відкритими, підтримувати більшість сучасних комунікаційних протоколів та інтегруватися з системами інших виробників.

Сучасна інтелектуальна будівля готелю - це комплекс інженерно-технічних рішень, спрямованих на створення високоефективної системи управління, яка забезпечувала б максимальний комфорт гостей і економічну вигоду її власникам. [1,6]

Окремі елементи інтелектуальної будівлі вже зараз користуються великим попитом і присутні практично у всіх готелях: відеокамери, контроль доступу, керування вентиляцією та кондиціонуванням, інформаційні системи. Однак, всі вони спроектовані незалежно один від одного.

Запропонована компанією HDL (Height Dedicated Leading) інтелектуальна система управління та диспетчеризації «Інтелектуальний готель» – багаторівневий розподілений автоматизований комплекс управління системами безпеки, життєзабезпечення та інформаційних сервісів, що забезпечує контроль стану і управління обладнанням готелю, виведення даних на екрани операторів пультів. В основі інтелектуальних систем HDL будівлі лежить інтегрований підхід, плюси якого не тільки в зручності централізованого управління, що виключає збої систем, але й суттєва економія коштів.

Система автоматизації готельного комплексу HDL, крім зниження експлуатаційних витрат і підвищення безпеки, забезпечує найбільш комфортні умови перебування гостей. Такі рішення можна умовно розділити на дві частини - рішення для гостьових номерів і єдина автоматизована система управління та диспетчеризації всього готельного комплексу.

Система автоматизації гостьових номерів HDL забезпечує індивідуальне управління, як в самому номері, так і управління безпосередньо з зони реєстрації (RECEPTION). Ключовий елемент системи - спеціальний контролер з інтегрованими функціями (контроль доступу, регулювання і підтримка необхідної температури в приміщенні, управління енергоспоживанням, освітленням, жалюзі), який підтримує зв'язок з усім периферійним обладнанням, а також підтримує номерний і сервіс - менеджмент [5].

Готельний номер будь-якого класу може бути обладнаний такою системою, це спростить життя відпочиваючих, зробить його ще більш безтурботним. Можливості даної системи - автоматичне включення світла під час приходу гостя в номер, автоматичне відкриття віконних рам, регуляція мікроклімату в приміщення, провітрювання та багато іншого.

В номерному фонді система управління «Інтелектуальний готель» забезпечує:

- контроль безпеки - доступ в готельні номери здійснюється за допомогою карт із магнітною смугою або безконтактних проксіміні-карт;
- температурний контроль - після того, як картка вставлена у картотримач в готельному номері автоматично вмикається система кондиціонування повітря, що переходить з економічного режиму в комфортний. При цьому гість може регулювати температуру повітря та інші режими кондиціонера згідно індивідуальних потреб;
- енергозбереження - після того, як гість виймає картку, подача енергії в номер знижується - кондиціонер починає працювати в економічному режимі, світло та прилади вимикаються.

В готельному комплексі в цілому система управління «Інтелектуальний готель» виконує такі функції:

- контроль і управління системами безпеки (пожежна безпека, охорона, відеоспостереження на території, контроль доступу в службові та технічні приміщення, оповіщення та забезпечення евакуації та ін);
- забезпечення економічних витрат енергоресурсів (електроенергії, тепла, води);
- автоматичний облік енергоресурсів (електроенергія, тепло, вода) як в цілому комплексі, так і по окремих об'єктах;
- контроль кліматичного комфорту та екологічних параметрів в приміщеннях (температура, вологість повітря, загазованість на закритій автостоянці тощо);
- контроль стану інженерних систем і безперервне постачання ресурсів, виявлення аварій і передаварійних ситуацій (тиск в системах опалення, водопостачання, наявність і якість електроенергії, контроль протікань, затоплень, збоїв обладнання тощо) [9];
- автоматичне управління освітленням (внутрішнім, фасадним, ландшафтним, автостоянок, паркінгів) і всіма інженерними системами;
- надання гостям готелю комплексного інформаційного середовища (доступ до зовнішніх комунікацій, інформаційний обмін, ТБ, аудіо-відео сервіс);
- автоматичне планування технічного обслуговування інженерних систем і контроль дій технічного персоналу [3,7].

Готельні номери при впровадженні інтелектуальної системи управління «Інтелектуальний готель» потребують спеціального обладнання.

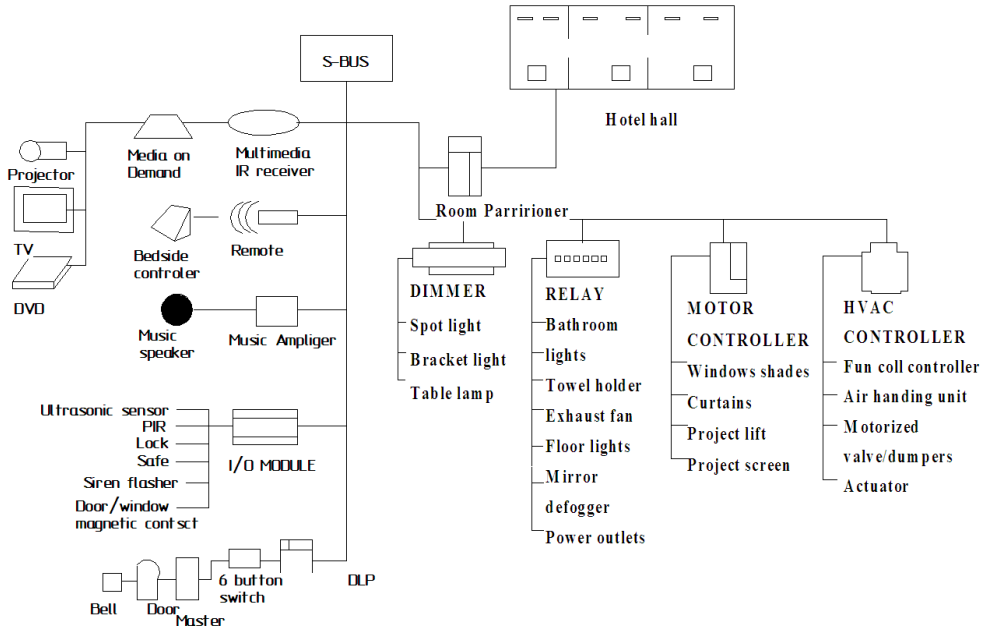
При вході в готельний номер монтується багатофункціональний модуль з функціями – «Номер з підсвічуванням», «Дзвінок у номер», індикацією - «Не турбувати», «Прибрати номер», «Попрасувати білизну» [4].

Для облаштування стандартного готельного номера необхідно наступне обладнання: два FDP ливарних протоколи для управління; MIX контролер для



управління всіма системами, які відповідають за певні дії в готельному номері; дверний дзвінок Smart - Bus; тримач магнітного ключа Smart - Bus; приліжкова панель управління Smart - Bus, два PIR сенсори; сенсор 5 в одному, управління магнетичним контактом для вікон і дверей; сенсор 9 в одному; моторизована завіса; інтелектуальна новинка - дзеркальний телевизор, система блокування дверей; дзеркало із запобіганням накопичення пари; акустична система. Вартість впровадження в стандартний номер коштуватиме 2500 дол. США.

На рис. 1. представлено інтелектуальне рішення для готелю.



**Рис. 1. Інтелектуальне рішення для готелю**

Для управління готельним номером використовуються багатфункціональні панелі - вбудовані, настільні, переносні та бездротові.

Для індикації стану готельного номера і управління ним використовуються спеціалізовані вбудовані в стіну (або в центральний пульта управління) програмовані панелі. Для зв'язку з керованим пристроєм може використовуватися радіоканал.

Настільні сенсорні панелі різних розмірів з активним екраном дозволяють дотиком до нього здійснювати необхідні команди (touch screen). Ці пристрої можуть показувати відео з камер спостереження або телевізійні сигнали.

Мобільні переносні бездротові панелі з сенсорним екраном - аналогічні настільним, але без прив'язки до конкретного місця, або у вигляді пульта дистанційного керування з використанням радіосигналу або інфрачервоного сигналу.

Додатковий спосіб управління інтелектуальною системою – управління через Інтернет. Всі контрольовані об'єкти в номері під'єднуються до загального комп'ютера і їх стан відображається на Інтернет-сервері. Таке управління здійснюється дистанційно.

«Інтелектуальний готель» може автоматично управляти готелем без втручання гостей по запрограмованим алгоритмам - аварійне відключення живлення, перекриття газу, закручування вентиля подачі води при будь-якому режимі управління [2].

При побудові інтелектуальних систем HDL існує два підходи: децентралізований, з великою кількістю малопотужних контролерів (EIB, LonWorks), і централізований, з одним або декількома потужними контролерами (AMX, Crestron). Одна з основних відмінностей між ними полягає в способі підключення пристроїв. У децентралізованій системі всі вони підключаються безпосередньо до шини, що вимагає наявності спеціальних інтерфейсів і звужує область вибору, а також тягне за собою подорожчання обладнання. У централізованій системі пристрої підключаються до контролерів, які обмінюються між собою даними.

Стандарт EIB (European Installation Bus - Європейська інсталяційна шина) розроблений асоціацією EIBA для автоматизації житла і малих об'єктів. Основним виробником лінійки пристроїв EIB виступає компанія HDL. Один двожильний кабель - шина eib - об'єднує всі електричні пристрої будівлі, які обмінюються сигналами («телеграма») один з одним, тому система відрізняється високою гнучкістю і надійністю. До недоліків даної технології слід віднести відсутність наочних засобів візуалізації, а також дорожнечу при побудові систем автоматизації великих об'єктів.

Наступний стандарт LonWorks підтримується асоціацією EIBG (European Intelligent Building Group), в яку входять компанії HDL, TAC, Andover Controls, Honeywell, Johnson Controls. Перевагою стандарту є можливість побудови мережі за принципом вільної топології, в якій застосовується протокол LonTalk, що дозволяє організовувати сегменти мережі з використанням різного фізичного середовища передачі.[5, 10]

Зарубіжна статистика, де інтелектуальні системи HDL вже давно повсякденна реальність, свідчить про вигоду інвестицій та їх швидке повернення. Власник готельного комплексу отримує зниження:

- експлуатаційних витрат – на 30%;
- платежів за електроенергію – до 30%;
- платежів за воду – до 41%;
- платежів за тепло – до 50%;
- викидів CO<sub>2</sub> – на 30%;
- пільг по страхуванню ризиків – до 60 %.

## **Висновки**

Перевагою системи управління HDL є максимальна адаптованість під українське законодавство, причому завдяки її побудові з окремих модулів, подібно конструктору Lego, вона постійно розширюється і адаптується не тільки під вимоги нових українських законів, але і під потреби менеджерів та гостей.

Основними технічними перевагами впровадження комплексної системи автоматизації і диспетчеризації будівлі HDL в порівнянні з автономними інженерно-технічними системами є:

- можливість врахувати в ті енергетичні обмеження, які можуть пред'являти власнику муніципальні служби міста, та виключити на етапі будівництва витрати на додаткові електричні підстанції. Така ситуація особливо актуальна, коли готель будується в центральній частині великих міст;

- можливість значного скорочення витрат на експлуатацію і ремонт устаткування протягом усього життєвого циклу будівлі за рахунок зниження впливу людського фактора та покладання контрольних функцій на автоматику будівлі, виключення серйозного ремонту або заміни зламаного устаткування. На ремонт і відновлення працездатності дорогого устаткування може йти 10...20% від його первісної вартості;
- за рахунок застосування енергозберігаючого обладнання та інтелектуальних систем керування інженерією щорічні комунальні платежі знижуються на 15...30% [8].

Отже, доцільно впровадити інтелектуальні систем управління. Термін окупності вкладених інвестицій в проєкт складає 2 роки, що показує подальшу економічну вигоду.

Необхідність економити ресурси і мінімізувати витрати на утримання будівель формує однозначну перспективу: прогресивні інтелектуальні будівельні технології в Україні напередодні буму.

### Література

1. Долгопятов В., Основные отличия между "интеллектуальным зданием" и "умным домом" / Безопасность и строительство – 2008. – №7(11).
2. Тесля Е. "Умный дом" своими руками. Строим интеллектуальную цифровую систему в своей квартире. – СПб.: Питер, 2008. - 370 с.
3. Harper Richard. (2003). Inside the Smart Home.
4. Mann William C. (2005). Smart technology for aging, disability and independence : the state of the science. John Wiley and Sons. – 2007.- 120 p.
5. HDL BUS. Сайт компанії HDL. Режим доступу - <http://www.hdlukraine.com.ua/>
6. Xinhong Zhao, Congyu Ma, Pingdao Gu. Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel / Energy Procedia. – Vol. 14. – 2012. - Pp. 1523-1527.
7. Marianna Sigala. Integrating customer relationship management in hotel operations: managerial and operational implications / International Journal of Hospitality Management, Vol. 24. -Is. 3. – 2005. - Pp. 391-413.
8. Hamid Khayyam, Jemal Abawajy, Bahman Javadi, Andrzej Goscinski, Alex Stojceviski, Alireza Bab-Hadiashar. Intelligent battery energy management and control for vehicle-to-grid via cloud computing network / Applied Energy. – Vol. 111. – 2013. - Pp. 971-981.
9. Hamid Khayyam, Jemal Abawajy, Reza N. Jazar Intelligent energy management control of vehicle air conditioning system coupled with engine / Applied Thermal Engineering, Vol. 48. - 2012. - Pp. 211-224.
10. R.M. Silva, J. Arakaki, F. Junqueira, D.J. Santos Filho, P.E. Miyagi Modeling of active holonic control systems for intelligent buildings / Automation in Construction, Vol. 25. - 2012. - Pp. 20-33.

### References

1. Dolgopjatov V. (2008), Osnovnye otlichija mezhdru "intellektual'nym zdaniem" i "umnym domom", Bezopasnost' i stroitel'stvo,7(11).
2. Teslja E. (2008), "Umnyj dom" svoimi rukami. Stroim intellektual'nuju cifrovuju sistemv v svoej kvartire, Piter, Sankt-Peterburg.
3. Harper Richard. (2003). *Inside the Smart Home*.

4. Mann William C. (2005). *Smart technology for aging, disability and independence: the state of the science*, John Wiley and Sons.
5. HDL BUS. *Сайт компанії HDL*. Available at: <http://www.hdlukraine.com.ua/>
6. Xinhong Zhao, Congyu Ma, Pingdao Gu (2012), Energy Saving Methods and Results Analysis in the Hotel, *Energy Procedia*, 14, pp. 1523-1527.
7. Marianna Sigala (2005), Integrating customer relationship management in hotel operations: managerial and operational implications, *International Journal of Hospitality Management*, 24(3), pp. 391-413.
8. Hamid Khayyam, Jemal Abawajy, Bahman Javadi, Andrzej Goscinski, Alex Stojcevski, Alireza Bab-Hadiashar (2013), Intelligent battery energy management and control for vehicle-to-grid via cloud computing network, *Applied Energy*, 111, pp. 971-981.
9. Hamid Khayyam, Jemal Abawajy, Reza N. Jazar (2012), Intelligent energy management control of vehicle air conditioning system coupled with engine, *Applied Thermal Engineering*, 48, pp. 211-224.
10. R.M. Silva, J. Arakaki, F. Junqueira, D.J. Santos Filho, P.E. Miyagi (2012), Modeling of active holonic control systems for intelligent buildings, *Automation in Construction*, 25, pp. 20-33.

## The labor protection in the meat processing industry of Ukraine

**Olga Evtushenko, Sergii Kovalenko**

*National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

---

### ABSTRACT

**Keywords:**

Safety  
Work  
Injuries  
Risk  
Forecast  
Accident

---

**Article history:**

Received 23.09.2013  
Received in revised form  
29.10.2013  
Accepted 25.12.2013

---

**Corresponding author:**

Olga Evtushenko  
E-mail:  
bigevtushenko@bigmir.net

**Introduction.** Analyzing causes of injury on meat processing plants give an opportunity to create reasonable and effective ways of prevention and decreasing risks of workers injuries.

**Materials and methods.** Methods of univariate correlation and regression analysis and retrospective prediction were used. Retrospective prognostication was used in order to predict danger. Analysis was done on the basis of statistics of occupational injuries.

**Results.** The causes of injuries were determined. The most traumatic professions on meat processing plant are butcher, loader, locksmith, handler of brawn. Dynamics of butcher injuries which is described by exponential function is increasing. Dynamics of loader injuries is described by third-degree polynomial. Dynamics of handler of brawn injuries is changing with acceleration and is described by fifth-degree polynomial. Dynamics of locksmith injuries is described by the fourth-degree polynomial. Comparative estimation of prediction results for 2012 with statistics of occupational injuries for 2012 showed that average authenticity of prediction is 85,37%. Results of research can be used in improving management decisions projects that can provide safe working conditions on meat processing plants.

---

УДК 331.46:614.82

## Стан охорони праці на підприємствах м'ясопереробної промисловості України

**Ольга Євтушенко, Сергій Коваленко**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

### Вступ

Сучасний стан охорони праці в аграрному секторі економіки України, не зважаючи на збільшення фінансування працезахоронних заходів та покращання наглядової діяльності, не можна вважати задовільним.

За кількістю нещасних випадків на виробництві аграрний сектор поступається лише вугільній промисловості, а щодо смертельного травматизму займає перше місце серед усіх галузей виробництва [1–2].

Через порушення цілісності організаційної структури сільськогосподарських підприємств було порушено структуру забезпечення безпеки праці. Таке становище перешкоджає цілеспрямовано проводити роботу з охорони праці, як на самому підприємстві, так і в його структурних підрозділах, своєчасно виявляти небезпеки від його господарської діяльності, аналізувати їх, вживати запобіжних заходів щодо зниження імовірності виникнення нещасних випадків, не допускати виникнення ситуацій, що можуть призвести до травмування працюючих [3].

Незадовільним є й наукове обґрунтування та на його основі забезпечення заходів з охорони праці в м'ясопереробній галузі [4].

Такий стан охорони праці великою мірою зумовлено наявністю значної кількості виробничих небезпек, ліквідацією служб охорони праці на підприємствах, у районних і обласних управліннях агропромислового розвитку державних адміністрацій, слабкою дієздатністю галузевої системи управління охороною праці, відсутністю належного аналізу виробничого травматизму. Ці причини доповнюються недостатністю запобіжних заходів, безвідповідальністю роботодавців, котрі нехтують вимогами Закону України “Про охорону праці” та нормативно-правових актів з охорони праці, а також малою кількістю наукових досліджень щодо розробки способів і засобів усунення виробничих небезпек.

Вивчення причин та обставин травмування на підприємствах м'ясопереробної галузі АПК дозволить розробити обґрунтовані і ефективні шляхи профілактики і зниження ризику травмування працівників галузі. Завдяки цьому стане можливим у сільськогосподарському виробництві на галузевому, регіональному та виробничому рівнях управління охороною праці визначати напрями та рекомендації запобігання нещасним випадкам. Це є актуальним науковим завданням, пов'язаним, у першу чергу, з вирішенням соціальних проблем.

*Метою роботи є дослідження показників виробничого травматизму на м'ясопереробних підприємствах АПК.*

*Об'єктом дослідження є явище виробничого травматизму на м'ясопереробних підприємствах АПК за період 2001...2011 рр.*

## **Матеріали і методи**

Аналіз нещасних випадків проведено на основі статистичних даних щодо виробничого травматизму (Кошіль О. Г., Костровенко Л. Н. Статистичний бюлетень. Травматизм на виробництві у 2003-2009 роках; Калачова І. Статистичний бюлетень. Травматизм на виробництві у 2010-2012 роках). Для прогнозування ризику використано методи ретроспективного прогнозування. Математично-статистичну обробку результатів експерименту проведено методом однофакторного кореляційно-регресійного.

## **Результати та обговорення**

Дослідження стану охорони праці на м'ясопереробних підприємствах України проводилось за період 2001 - 2011 роки із застосуванням удосконаленого методу однофакторного кореляційно-регресійного аналізу [5-6].

За результатами обліку та аналізу був здійснений вибір значущих показників виробничого травматизму, які використовувалися як початкова база даних для аналізу та прогнозування виробничого травматизму та здійснено попереднє аналітичне згладжування. Одержана послідовність згладжених значень через однакові інтервали часу (1 рік) сприймається як часовий ряд, який використовується для дослідження закону зміни середнього значення з побудовою математичної моделі тренду та прогнозом на цій основі майбутньої поведінки часового ряду. Для зручності виконання розрахунків приймемо за факторну ознаку ( $x$ ) – числове значення року ( $t$ ) зменшене на 2000:  $x = t - 2000$ ; за результативну ознаку ( $y$ ) – кількість нещасних випадків. Аналіз тренду виконується методом процедури простої регресії. У ході аналізу одержані наступні результати: із декількох математичних моделей вибрані ті, які з більшою точністю описують експериментальну залежність; побудовано прогноз на майбутнє на основі вибраної моделі з 95% довірчим інтервалом.

При аналізі нещасних випадків на м'ясопереробних підприємствах встановлено, що 31% всіх нещасних випадків від загального їх числа відбувається у цеху забою та первинної переробки худоби. Аналіз динаміки травмованих у цеху первинної переробки худоби відображає приблизно рівний ріст показника за рівні проміжки часу і описується зростаючою лінійною залежністю.

На сировинній ділянці відбувається обвалка, жиловка, та рубка м'яса. Аналіз динаміки травмованих на сировинній ділянці показав, що зміна рівнів динамічних рядів відбувається прискорено і описується параболою 4-го ступеня. Аналіз динаміки травмованих на ділянці витоплення харчових жирів показав, що зміна рівнів динамічних рядів відбувається прискорено і описується поліномом 4-го ступеня.

У термічному відділенні здійснюється обсмаження м'ясної продукції в печах характерне виникнення відхилень технологічних параметрів процесу, що може спричинити нещасні випадки. Аналіз динаміки травмованих у термічному відділенні показав, що зміна рівнів динамічних рядів відбувається прискорено і описується поліномом 5-го ступеня.

Досліджено, що найбільш небезпечними на м'ясопереробному підприємстві у цеху первинної обробки худоби є професії: забійника худоби, вантажника, слюсаря-ремонтника та оброблювача туш.

Динаміка травмування в останні роки забійника худоби має тенденцію до зростання. Найбільш адекватно такий характер динаміки описує експоненціальна функція. Динаміка травмування вантажника описується поліномом 3-го ступеня. Динаміка травмування оброблювача туш змінюються з постійним прискоренням і описуються поліномом 5-го ступеня. Динаміка травмування слюсарів-ремонтників описується поліномом 4-го ступеня.

На рис. 3 зображені графіки динаміки кількості травмованих за видами подій. Динамічні ряди кількості травмованих працівників під час дії предметів, що рухаються, обертаються, розлітаються мають тенденцію до зниження.

Найбільш адекватно такий характер динаміки описує поліном 4-го ступеня. Динамічні ряди кількості травмованих працівників внаслідок їх падіння, динамічні ряди кількості травмованих під час дії шкідливих речовин та динамічні ряди кількості травмованих під час падіння, обрушення, обвалів предметів, матеріалів мають тенденцію до зростання та описуються поліноміальною залежністю.

— Life safety —

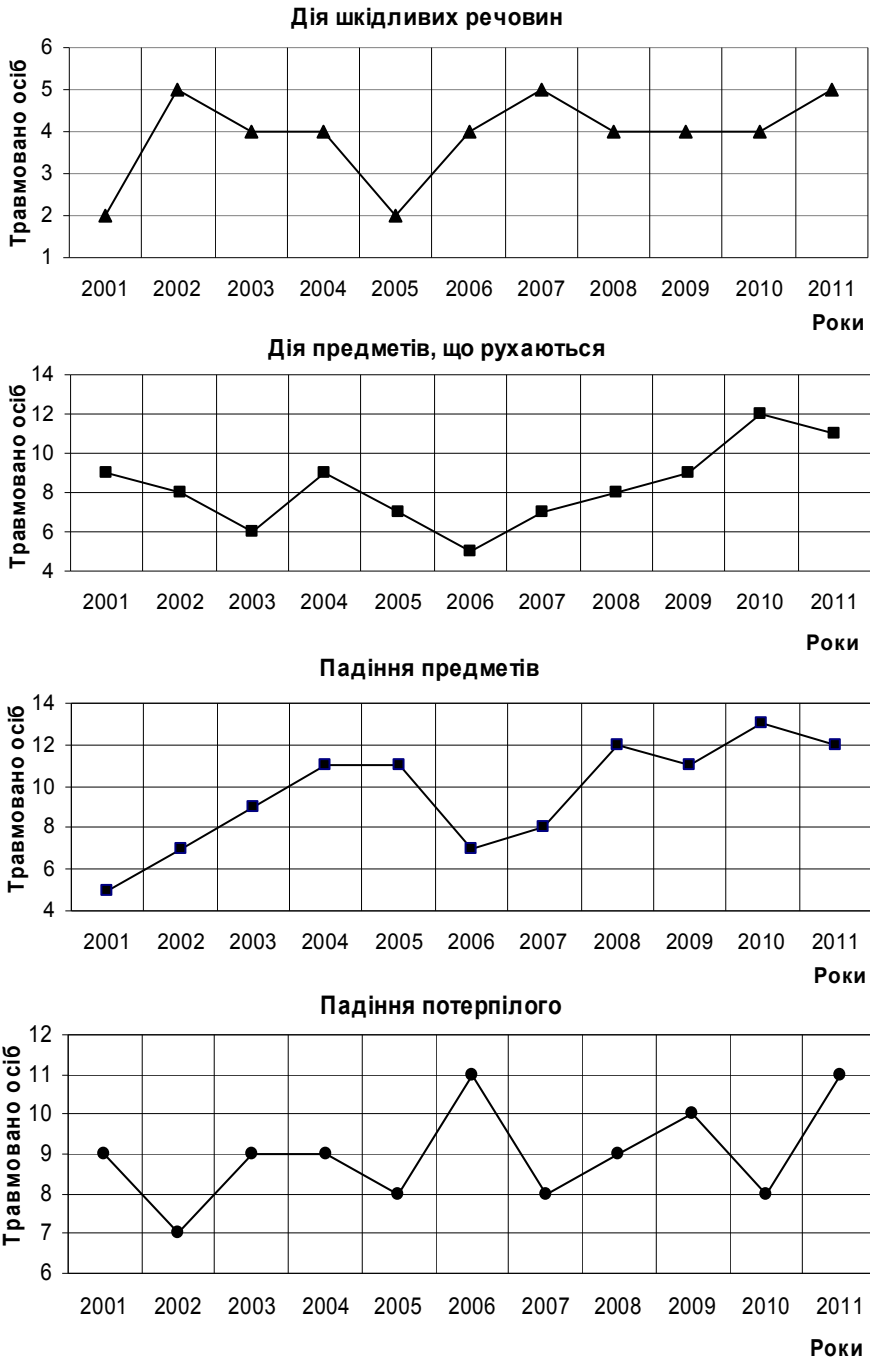


Рис. 3. Динаміка кількості травмованих за видами подій



Результати прогнозування показників травматизму на 2012 рік подані в табл. 1.

Похибка прогнозу “-” означає погіршення соціально-економічних умов і не проведення профілактичних заходів, а “+” реагування і проведення запобіжних заходів з охорони праці за визначеними показниками.

Порівняльна оцінка результатів прогнозу на 2012 рік з результатами аналізу показників виробничого травматизму за 2012 рік показала, що достовірність прогнозу в середньому за всіма показниками склала 91,26 %. За шкалою оцінок достовірності це добрий результат. При контролі подій, характерних для профілактики травматизму, користь прогнозу особливо велика, хоча ступінь його достовірності перевірити складно. Причина цього полягає в “самоанулюванні” прогнозу, який стає недостовірним тільки тому, що він був зроблений. Усе це свідчить, про те, що якість прогнозу не може вимірюватися тільки його достовірністю. Наприклад, одержавши прогноз обставин травмування керівники структурних підрозділів діятимуть так, щоб попередити нещасні випадки. Тому показником цінності прогнозу є не тільки його достовірність, а й користь для спеціалістів, які приймають рішення.

**Таблиця 1**

**Результати прогнозування показників загального травматизму**

Назва показників	2012		
	Початкові дані	Прогноз	Похибка прогнозу, %
<b>1. Місце, де трапився нещасний випадок:</b>			
цех забою та первинної переробки худоби	14	13,2	-6,06
сировинна ділянка	8	7,1	-12,68
ділянка витоПЛення харчових жирів	6	7	14,29
термічне відділення	11	11,8	6,78
<b>2. Професія потерпілого:</b>			
забійник худоби;	10	9,5	-5,26
слюсар-ремонтник;	14	14,3	2,10
вантажник;	9	9,4	4,26
оброблювач туш	6	6	0,00
<b>3. Види подій:</b>			
падіння потерпілого	10	10,8	7,41
падіння, обрушення, обвали предметів, матеріалів	13	13,7	5,11
дія шкідливих та токсичних речовин	6	5,9	-1,69
дія предметів, що рухаються, обертаються, розлітаються	10	11	9,09

## **Висновки**

Проведене експериментальне комплексне дослідження показників виробничого травматизму на прикладі м'ясопереробних підприємств України дозволило визначити найбільш важливі фактори виникнення травм. Визначено, що найбільш небезпечними на м'ясопереробному підприємстві є професії: забійника худоби, вантажника, слюсаря-ремонтника та оброблювача туш. Так, в останні роки динаміка травмування забійника худоби, яка описується експоненціальною функцією, має тенденцію до зростання. Динаміка травмування вантажника описується поліномом 3-

го ступеня. Динаміка травмування оброблювача туш змінюються з прискоренням і описуються поліномом 5-го ступеня. Динаміка травмування слюсарів-ремонтників описується поліномом 4-го ступеня.

Найбільш доцільним методом прогнозу ризику травматизму є ретроспективний прогноз. Порівняльна оцінка результатів прогнозу на 2012 рік зі статистикою виробничого травматизму за 2012 рік показала, що середня достовірність прогнозу склала 85,37%. Водночас, при перспективному прогнозуванні ризиків виробничого травматизму достатньо складно перевірити ступінь його достовірності, оскільки, при наявності прогнозу, дії керівництва підприємства, як правило, спрямовані на ліквідацію причин травматизму.

## Література

1. Кошіль О. Г. Статистичний бюлетень. Травматизм на виробництві у 2003-2009 роках / Кошіль О. Г., Костровенко Л. Н. – К.: Держкомстат України., 2004-2010.
2. Калачова І. Статистичний бюлетень. Травматизм на виробництві у 2010-2012 роках / Калачова І. – К.: Держкомстат України., 2011-2012.
3. Войналович О.В. Аналіз причин травмування працівників АПК на механізованих та транспортних роботах / О. В. Войналович, І. М. Подобєд, М.М. Мотрич // Проблеми охорони праці в Україні. – 2012. – Вип. 24. – С.38 – 49.
4. Гуць В.С. Причини, джерела і обставини виробничого травматизму в м'ясній промисловості України / В. С. Гуць, О. В. Євтушенко // Харчова промисловість. – 2012. – Вип. 13. – С.158 – 164.
5. Гурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. – М.: Высшая школа, 9-е изд., 2004. – 404 с.
6. Шапошникова С. В. Удосконалення методів аналізу, прогнозу та попередження виробничого травматизму на металургійних підприємствах: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.26.01 "Охорона праці" / С. В. Шапошникова. – К., 2008. – 25 с.
7. Evtushenko O. Exploration of occupational injuries in food industry of Ukraine / O. Evtushenko, I. Klepikov // Ukrainian journal of food science. - 2013. - Vol. 1. - Is. 1. - Pp. 49-55.
8. Todd D. Smith, David M. DeJoy Occupational Injury in America: An analysis of risk factors using data from the General Social Survey (GSS) Original Research Article /Journal of Safety Research. - 2012. - Vol. 43. - Is. 1. - Pp. 67-74.
9. Beatriz Fernández-Muñiz, José Manuel Montes-Peón, Camilo José Vázquez-Ordás. Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: analysis of perceptions and attitudes of certified firms. Journal of Cleaner Production, 2012. -Vol. 24. - Pp. 36-47.

## References

1. Koshil O. H., Kostrovenco L. N. (2010), *Statystychnyi biuletен. Travmatyzm na vyrobnytstvi u 2003-2009 rokakh*, Derzhkomstat Ukrainy, Kyiv.
2. Kalachova I. (2012), *Statystychnyi biuletен. Travmatyzm na vyrobnytstvi u 2010-2012 rokakh*, Derzhkomstat Ukrainy, Kyiv.

3. O. V. Voinalovych, I. M. Podobied, M.M. Motrych (2012), Analiz prychnyn travmuvannia pratsivnykiv APK na mekhanizovanykh ta transportnykh robotakh, *Problemy okhorony pratsi v Ukraini*, 24, pp. 38 – 49.
4. V. S. Huts, O. V. Yevtushenko (2012), Prychyny, dzherela i obstavyny vyrobnychoho travmatyzmu v miasnii promyslovosti Ukrainy, *Kharchova promyslovist*, 13, pp.158 - 164.
5. Gurman V. E. (2004), *Rukovodstvo k resheniju zadach po teorii verojatnostej i matematicheskoy statistike*, Vysshaja shkola, Moscow
6. Shaposhnikova S. V. (2008), *Udoskonalennia metodiv analizu, prohnozu ta poperedzhennia vyrobnychoho travmatyzmu na metalurhiinykh pidpriemstvakh*, PhD thesis, Kyiv.
7. O. Evtushenko, I. Klepikov (2013), Exploration of occupational injuries in food industry of Ukraine, *Ukrainian journal of food science*, 1(1), pp. 49-55.
8. Todd D. Smith, David M. DeJoy (2012), Occupational Injury in America: An analysis of risk factors using data from the General Social Survey (GSS), *Journal of Safety Research*, 43(1), pp. 67-74.
9. Beatriz Fernández-Muñiz, José Manuel Montes-Peón, Camilo José Vázquez-Ordás (2012), Occupational risk management under the OHSAS 18001 standard: analysis of perceptions and attitudes of certified firms, *Journal of Cleaner Production*, pp. 36-47.

## Rational assortment portfolio in accordance to the food security

**Nataliia Skopenko, Anastasiia Tikhonova**

*National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine*

---

### ABSTRACT

**Keywords:**

Nutrition  
Assortment  
Portfolio  
Rational  
Safety

---

**Article history:**

Received 21.09.2013  
Received in revised form  
19.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

**Corresponding author:**

Anastasiia Tikhonova  
E-mail:  
juzik\_n@mail.ru

**Introduction.** The aim of the article is consideration of the process of assortment portfolio forming in the context of ensuring of food security of the country, with further allocation of main types of assortment portfolios.

**Methods.** To confirm the hypothesis, authors used inductive method and groupings, deductive method, methods of analysis, monographic, abstract logical and graphic methods.

**Results.** Authors concentrate on the following issues. Separation of definitions rational, optimal and balanced portfolio assortment. Forming of rational assortment portfolio of enterprise and its effective management in accordance with the principles of food security. Exploring of the internal and external factors, which influence on the formation of assortment portfolio. Analyzing of the consumption standards of main food products by the population of Ukraine. Connections between the rational and balanced assortment portfolio are characterized.

**Conclusion.** The necessity of forming of rational assortment portfolio is proved in the context of ensuring of food safety of the country.

---

УДК 338.33: 338.439.6

## Раціональний асортиментний портфель в контексті продовольчої безпеки

**Наталія Скопенко, Анастасія Тіхонова**

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

### Introduction

The essence of assortment portfolio planning, forming and management is that the company should promptly offer a certain set of products that are generally consistent with the principles of food security in the country.

The issue of portfolio management is discussed in the works of modern scholars, such as J. Blank, J. Dantsynh, J. Litner, H. Markowitz, Ya. Mossin, V. Savchuk, Dzh. Treynor, A. Shapkin. A separate inventory management issues addressed by scientists I. Ansoff, L.

Balabanovym, N. Kolyuzhnovoyu, F. Kotlyerom, V. Marin, V. Pavlovoyu, L. Sarkisyan, A. Shubinym and others.

## **Materials and methods**

To confirm the hypothesis, authors used inductive method and groupings, deductive method, methods of analysis, monographic, abstract logical and graphic methods.

## **Results and discussions**

Nowadays assortment of a company is a system of interrelated and interdependent elements, which can be named as assortment units. So for description supply of modern enterprises it is appropriate to use the term "portfolio" and the process of assortment management should be focused on achieving "rational, balanced assortment portfolio".

Portfolio is a set of orders for a number of products (or their various supply range), services, or work at the micro and macro levels.

Household portfolio is a set of independent business units, activities or products which differs significantly from the simple their sum [1].

Efficient formation of assortment portfolio of enterprise and effective management on it, as a balanced system of associated assortment units that are in various stages of the life cycle, meet the needs of the consumer market and necessarily correlate with the volume of orders is a key issue today. In an ever changing market environment, consumer preferences, reducing the standard of cycles, etc., companies are constantly searching ways of keeping competitive advantage on the marketplace.

Especially the management of assortment portfolio structure can be considered as one of the main ways of achieving the goal of enterprises. It is a complex process, the content of which is to select the optimal solution taking into account all existing and possible optimization criteria and constraints in the implementation of the various alternative scenarios for the company.

First of all assortment portfolio of the company is forming to meet the requirements of consumers, while its composition and structure must conform to a set of different levels of planning that company has. Permanent analysis of assortment portfolio with sophisticated marketing techniques, supplemented by studying the prospects of development of the individual and most significant assortment units, can be the basis of forming rational assortment portfolio.

Let us look at the question of forming assortment portfolio of the food industry enterprises in terms of food security in the country.

Today, in companies raises the question, what kind of assortment portfolio, rational, optimal or balanced, should be formed? For a clearer understanding of this problem we propose some definitions of the above mentioned economic categories.

Optimal assortment portfolio is a collection of assortment units, which according to the given optimization criteria and constraints will satisfy one or more of the requirements: to save resources for the development of new trends, increase profits at a constant or a reduced number of units of product lines, to satisfy customers' needs with minimal cost of their design, development and bringing to market and other.

In terms of broader searching of best performances of assortment portfolio, it should not borne in mind the optimal assortment portfolio, but finding of its balanced structure [5].

New Dictionary of the Ukrainian language gives the following definition. “To balance - equilibration, which means being in correct proportions (of mutually connected parts of something”).

Therefore we can say, that balanced portfolio is such assortment portfolio, which includes assortment units, which brought to an optimum value and are in equilibrium with each other, in accordance with the criteria and terms of general end-use, distribution channels, groups of consumers and others. Criteria can also be such as:

- ensuring of maximum load capacities;
- achieving of maximum profitability;
- increasing of the market share;
- compliance with demand, others.

Note, that if we talk about the balance of the portfolio, we mean keeping a balance between its components according to specified criteria. This is to some extent implies the desire to be as close as possible to the axis of balance and be maintained in such condition as long as possible. It means that desire to balance provides a degree of stability.

However, an assortment portfolio of the company is a dynamic structure that undergoes constant influence of internal and external factors of the company under pressure which varies. The presence of dynamic changes and elasticity causes the ability to live for portfolio, its ability to compete in the market. That is why, we can confirm that balance required, but not uniform requirement for assortment portfolio of the company. And there is a broader concept, part of which is the balance. We think it is rationality and respectively - rational assortment portfolio.

Rationalism (from Latin ratio - mind) is a philosophical point of view that emphasizes the primacy of reason and competence (logical line of reasoning) in search of the truth. It is prudent attitude to life, sanity in actions. Dictionary of Russian language S.I. Ozhegova gives such definition of the word rational. "Rational – reasonably justified, expedient".

So, we can call assortment portfolio as rational, when set of assortment units that compose it is balanced, reasonably justified and expedient. It is actually better satisfy reasonable needs of different market segments, provides the highest quality of life at the level of science, engineering and technology, that meets the needs of all consumers, of current legislation and ensure economic efficiency of enterprises.

Rational assortment portfolio achieves most or even all of the strategic goals of the company, as at current stage, as the long term goals. Formation of such portfolio provides the most efficient:

- using of raw materials;
- increasing of producing;
- capacity utilization;
- increasing of market share and sales volume, others.

Rational assortment portfolio is a dynamic structure that depends on the demand, trends of scientific and technical progress and on international and national law. Formation of rational assortment portfolio should be considered as one of the modern management instrument and utensils as the possibility of adapting the assortment of enterprises to market requirements, which depends on the behavior of the most active part of consumers audience.

Formation of rational assortment portfolio that meets the relevant market trends is the foundation for the enterprise of competitive strategy. This process is more evolutionary than revolutionary. It is impossible to set the speed of achieving results in the formation of assortment management portfolio. But it is possible to determine the factors that influence on its formation and learn how to use them in order to achieve some goals. The process of

forming a rational assortment portfolio is influenced by favorable and unfavorable settings. So that one will succeed, who will be able to simultaneously manage all of them. Key factors affecting the formation of rational assortment portfolio include the following:

- attractiveness of the market, its volume, dynamics, maturity, flexibility, especially the registration process, the impact of government regulations, etc.;
- ability to predict market trends as a whole and its parts into different categories;
- industrial and technological capabilities;
- ability to carry and protect investments;
- geographical orientation;
- development of new technologies;
- ability to analyze product portfolios of other companies;
- actions of competitors;
- analysis of the actions of competitors;
- ability to track products that are in demand of consumer and is included in the product portfolio of competitors;
- ability to copy the mutual actions of competitors;
- changes in the life cycles of products that make up the portfolio;
- the right balance between the products in the product portfolio;
- structure of relationship between different brands inside portfolio;
- "harmony" of products in the portfolio;
- different products sold in the market in its various segments;
- classification of products according to the stage of the life cycle;
- importance of different products for consumers and producers;
- changing consumer preferences and demands;
- time of being product on the market;
- availability of specific products that meet the new trends in the market and are made for specific groups of consumers [2,3].

Today, a lot of manufacturers of the same industry have products in their portfolio, which may overlap each other. That is why development and implementation of unique products is a dream of every enterprise. When introducing a new product for assortment in addition to these factors of influence, following factors should be considered:

- expected sales of a new product;
- how will it be combined with other products in the portfolio;
- how quickly will it reach the top of sales;
- how will it compete with today's brands [2,3].

When forming rational assortment portfolio it is also necessary to remember the effect of synergy, which means a joint action to achieve a common goal. Products that are part of the portfolio should not be considered alone, but as components of a system. This system is consistent, and is more than the sum of its parts. The cumulative result of this system exceeds the performance of its components. This approach to portfolio formation can accelerate the introduction of new products, increase sales volumes and make management costs lower. In this context, different products have different roles such as some of them create cash, others work in the long term periods, and the third ones are additions to the basic ones because increase their competitiveness and volume of sales.

In our opinion, if we consider the question of forming assortment portfolio in the context of food security, we should talk about forming of rational assortment portfolio companies.

The definition of food security, which is contained in the law of Ukraine "On food security", states that food security - is the protection of vital interests of human and civil

society and the state, in which the state guarantees to the population the physical and economic access to quality essential food stuffs under of science-based food sets, maintains the stability of food supply and provides food independence [www.rada.gov.ua].

In science - based food kits is meant the rational consumption norms established by the Institute of Nutrition of Ministry of Health of Ukraine (2).

**Table 1**  
**Consumption rates of the main types of food in Ukraine, kg / one person per year**

Index	Rate according to calculations Ukrainian Research Institute commissioned Ministry of Health of Ukraine	Consumer basket	Relative deviation, in %
<b>Bread and bread products (calculation to flour)</b>	101,0	123,4	18,1 (more than rate)
<b>Meat and meat products</b>	80,0	49	63,2
<b>Dairy</b>	380,0	80	59,1
<b>Fish and fish products</b>	20,0	13	35,3
<b>Eggs (units)</b>	290	220	25,2
<b>Vegetables and melons</b>	161,0	110	31,6
<b>Fruits, berries and grapes</b>	90,0	60	33,3
<b>Potatoes</b>	124,0	95	24,6
<b>Sugar</b>	38,0	24	36,8
<b>Oil</b>	13,0	7,1	45,4

Source: [compiled by author in accordance to www.ukrstat.gov.ua].

From the table we can see the analysis of the standards of nutrition of the population of Ukraine. If compare consumer basket of Ukrainians and regulations laid down by the calculations of Ukrainian research institute commissioned by the Ministry of Health of Ukraine, there is no match on them.

Rational nutrition is sufficient in quantitative and qualitative terms a complete nutrition; a physiologically balanced nutrition of healthy people taking into account their age, sex, nature of work and other factors.

Requirements for a balanced nutrition consist of:

- diet (it has to be balanced according to the number of intakes of human proteins, fats and carbohydrates);

- meals;

- terms of eating.

Requirements to the diet :

- the energy value of the diet should cover the power inputs of the body;

- proper chemical composition - the optimal balance between a number of nutrients;

- good food absorption, which depends on its composition and way of preparation;

- high organoleptic properties of food (appearance, texture, taste , odor, color , temperature);

- variety of food due to a wide range of products and different methods of cooking;

- the ability of food ( composition, volume, culinary processing ) to create a feeling of fullness;

- sanitary and epidemiological safety [4].



The basis of good nutrition is balance, which means the optimal correlation of food components. Such nutrition receives into the body various nutrients in amounts necessary for normal human life. But for nutrition to be rational it is not enough to be only balance. It is also necessary to include more treatment and feeding conditions.

Nutrition includes time and number of meals, the intervals between them, and distribution of dietary intake by energy intake, chemical composition and weight by eating, meal terms, such as appropriate setting, table setting, no distractions factors from food.

## Conclusions

As we can see the balance is part of a rational nutrition. So when we speak about an assortment portfolio in the context of ensuring food security, we should associate it just with rational assortment portfolio of companies.

## References

1. S.V.Mochernyi ta in (2002), *Ekonomichna entsyklopediia*, Akademiia, Kyiv.
2. Shafaliuk O.K. (2008), *Humanistychna kontsepsiia spozhyvacha v marketynhu. Monohrafiia*, KNEU, Kyiv.
3. Shafaliuk O.K. (2009), Suchasni pidkhody v optymizatsii asortymentnykh portfeliv ta arkhitektury brendiv pidpriemstv, *Marketynh v Ukraini*, 6(58). pp. 49-58.
4. Lora E. Burke, Rachel A. Froehlich, Yaguang Zheng, Karen Glanz (2013), *Current Theoretical Bases for Nutrition Intervention and Their Uses Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease (Third Edition)*, pp. 141-155.
5. Simme Douwe P. Flapper, José Luis González-Velarde, Neale R. Smith, Luis Jacob Escobar-Saldívar (2010), On the optimal product assortment: Comparing product and customer based strategies, *International Journal of Production Economics*, 125(1), pp. 167-172.
6. Bogdan Rebiasz (2013), Selection of efficient portfolios—probabilistic and fuzzy approach, comparative study, *Computers & Industrial Engineering*, 64(4), pp. 1019-1032.

## Department of machines and apparatus for food and pharmaceutical production of NUFT. Historical fragments of development

Vitalii Taran<sup>1</sup>, Oleksandr Gavva<sup>1</sup>, Volodymyr Telychkun<sup>1</sup>,  
Oleksii Gubenia<sup>1</sup>, Valentyn Reshetniak<sup>2</sup>

1 - National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

2 - Smila college of food technology, Smila, Ukraine

---

### ABSTRACT

#### Keywords:

NUFT  
MAFFP  
History  
Food

**Introduction.** In 2014, National university of food technologies (NUFT) celebrates its 130th anniversary. The department of machines and apparatus for food and pharmaceutical production was one of the first created at NUFT.

**Materials and methods.** The analysis of scientific and archival sources of the activities about educational and scientific institutions was done. On the basis of this analysis a chair was established. The materials of Museum of Smila college of food technologies were used.

**Results and discussion.** History of the department machines and apparatus food and pharmaceutical productions has started from Smila technical classes (1884) and the Kiyv polytechnic institute (1898). The institute of sugar industry was created on the basis of these and other technological institutions in 1930. Since the first days of its work a department of mechanical equipment of sugar factories, currently machines and equipment for food and pharmaceutical productions was created. Under the guidance of prominent scientists such as Oleksandr Kirov, Glib Znamenskyi, Vsevolod Stabnikov, Volodymyr Popov, Mykola Buzynkin, Abram Miheliev, Volodymyr Anistratenko, Vitalii Taran the department have made considerable progress in training highly skilled specialists and in scientific work. The leading scientific institutions of sugar production, rectification of alcohol, drying of food materials, heat engineering, baking ovens, extrusion equipment, processing of meat and milk were established. Sins 1930, the department has trained over 7500 specialists. Nowadays the department MAFFP is developing and well known in Ukraine and abroad.

---

#### Article history:

Received  
21.08.2013  
Received in revised  
form 19.11.2013  
Accepted 25.12.2013

---

#### Corresponding author:

Oleksii Gubenia  
E-mail:  
Gubena@meta.ua

УДК 94:378

## Історичні фрагменти розвитку кафедри машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв НУХТ

Віталій Таран<sup>1</sup>, Олександр Гавва<sup>1</sup>, Володимир Теличкун<sup>1</sup>,  
Олексій Губеня<sup>1</sup>, Валентин Решетняк<sup>2</sup>

1 - Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 - Смілянський технікум харчових технологій, м. Сміла, Україна

## **Вступ**

Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв (МАХФВ) Національного університету харчових технологій здійснює підготовку інженерів-механіків й конструкторів для підприємств хлібопекарської, кондитерської, макаронної, м'ясної, молочної, бродильної галузей харчової та переробної промисловості, біотехнологічної та фармацевтичної промисловості, а також підприємств харчового та фармацевтичного машинобудування.

Кафедра пишається славною історією, яка сягає 1884 року.

## **Матеріали та методи**

Проаналізовано історичні джерела та архівні матеріали щодо роботи Смілянського технікуму харчової промисловості, Київського політехнічного інституту та національного університету харчових технологій. Використано матеріалу музею історії Смілянського технікуму харчових технологій.

## **Результати та обговорення**

**Витоки історії.** Підготовка фахівців, а згодом інженерів-механіків з обладнання цукрових виробництв почалася в 1884 році з відкриттям у місті Сміла Технічних класів на базі двокласного училища.

**Від Смілянських технічних класів до Смілянського цукрового інституту.** Підготовці спеціалістів-механіків цукрової промисловості передували її інтенсивний розвиток в центральній Україні, впровадження на цукрових заводах складного механічного обладнання. Більшість спеціалістів-механіків склали іноземці, які не були зацікавлені в розвитку української промисловості. Розуміючи потребу в кваліфікованих кадрах для цукрової промисловості, підприємці та відомі вчені Дмитро Менделєєв, Олександр Бутлеров, Микола Бунге проводили адресні публічні лекції та збирали кошти на відкриття нового навчального закладу. Великі пожертви давали цукрозаводчики Бобринський, Потоцький, Бутурлін. В 1884 році граф Володимир Бобринський заснує Смілянські технічні класи, а його родина близько 15 років фінансує їх діяльність.

З перших років заснування класів зароджуються наукові школи, ведуться активні дослідження процесів цукрового виробництва. Перший куратор технічних класів – Микола Чериковський, є новатором у галузі очищення цукру.

Серед випускників Технічних класів - Іван Кухаренко, основоположник теорії кристалізації цукру, автор підручників з обладнання цукрових заводів.

В 1917 році згідно рішення Технічного товариства та постанови Тимчасового уряду Смілянські технічні класи реорганізовано в Середнє хіміко-технічне училище.

В 1921 році училище реорганізовується в Смілянський технікум цукрової промисловості, де діяло механічне відділення. Студентів механічного відділення направляли на практику на цукрові та машинобудівні заводи. Випускники технікуму завдяки високому рівню підготовки після 2 років стажування на виробництві ставали інженерами-механіками.

Викладачі технікуму активно проводили наукові дослідження процесів кристалізації, механічної обробки сировини.

В 1929 році Смілянський технікум цукрової промисловості реорганізовано в Смілянський цукровий інститут, який наступного року переведено до Києва, де він став частиною Київського інституту цукрової промисловості. Частина викладачів

цього інституту продовжили готувати інженерів-механіків та створювати передові наукові розробки на новоствореній кафедрі механічного устаткування цукрових заводів.

**Підготовка інженерів-механіків у Київському політехнічному інституті.** За підтримки відомих українських меценатів – родини Терещенків, цукрозаводчика Лазаря Бродського у 1898 році відкрито Київський політехнічний інститут (КПІ).

До 1920 років КПІ не готував вузькопрофільних спеціалістів для окремих галузей харчової промисловості. Проте багато випускників працювати інженерами-механіками на цукрових та рафінадних, консервних, спиртових заводах та пекарнях.

На хімічному факультеті з 1920 року діє студентський науковий гурток, де студенти досліджують процеси харчових виробництв та розробляють нові конструкції обладнання, зокрема студентами запропоновано удосконалені конструкції центрифуги з обварюванням, випарного апарату системи Кестнера, та схеми цукрового виробництва.

Під керівництвом професор Івана Кухаренка створюється науково-дослідна кафедра сільськогосподарських виробництв. Основним завданням кафедри було сприяння розвитку цукрової промисловості. З 1922 року активно проводяться наукові дослідження процесів кристалізації цукру, дифузії, сатурації. В 1930-37 роках Іван Кухаренко працював у Київському інституті цукрової промисловості.

В 1929 році в КПІ створюють цукровий факультет, який з власною навчальною базою в 1930 році влився в Київський інститут цукрової промисловості

**Створення кафедри механічного устаткування цукрових заводів.** В 1930 році на базі Смілянського цукрового інституту, Цукрового факультету Київського політехнічного інституту, Цукрового факультету Кам'янець-Подільського хіміко-технологічного інституту створено Київський інститут цукрової промисловості.

В цьому ж році створюється механічний факультет та *кафедра механічного устаткування цукрових заводів*.

**Розвиток кафедри в 1930-41 роках.** Перший рік кафедра працює в приміщенні Київського політехнічного інституту, а в 1931 році переходить в новозбудоване приміщення інституту.

Навчальна та лабораторна база, а також кадровий потенціал кафедри зміцнилися в 1933 році після приєднання до Київського інституту цукрової промисловості Київського спиртово-бродильного інституту та механічних факультетів Полтавського інституту технології м'яса, Білоцерківського сільськогосподарського інституту та Воронежського хіміко-технологічного інституту харчової промисловості.

З приходом в 1933 році на кафедру професора О. Кірова розпочалася підготовка інженерів-механіків для спиртової промисловості, та підготовка науковців через аспірантуру.

Колектив кафедри складав 4 викладача. За короткий період вони виконують складну задачу – створюють навчальну та наукову базу. Для навчального процесу створюються понад 1000 таблиць та плакатів, розробляються перші методичні вказівки для виконання дипломних проектів та розрахунку обладнання, проектування промислових будівель. Впроваджуються технічні засоби навчання з використанням діапозитивів. Одночасно проводяться наукові дослідження.

Завдання для науковців формує харчова промисловість, яка стрімко розвивається та стає наукоємною. Перші дослідження спрямовані на удосконалення процесів вакуум-кристалізації, центрифугування, розділення суспензій. Проводяться перші дослідження та розробка систем механізації транспортних та навантажувально-розвантажувальних робіт.

**Війна, евакуація, післявоєнна відбудова.** В перші дні війни викладачі і студенти беруть участь у зведенні оборонних споруд Києва, а пізніше – призвані до армії, серед них – відомі вчені і майбутні завідувачі кафедри Микола Бузикін, Володимир Попов, Володимир Аністратенко.

Кафедра в складі інституту працює в евакуації – спочатку в м. Воронежі на базі хіміко-технологічного інституту харчової промисловості, а з 1942 р. – в м. Бійськ Алтайського краю.

Професор Гліб Знаменський перериває наукову діяльність та в 1941-44 роках працює головним інженером механічного заводу у Казахстані. Він організовує та збільшує в 2 рази виробництво мін, знизивши витрати сталі та електроенергії.

В 1943 р. кафедра повертається до Києва. Приміщення інституту було зруйноване. Кафедра перші повоєнні роки працює в приміщенні науково-дослідного інституту цукру. Починається будівництво навчальних корпусів на вулиці Володимирській 68. Студенти кафедри організовують рух за дострокову відбудову інституту.

**1944-1991 роки.** З 1944 року кафедра має назву *спеціального обладнання*. Кафедрою завідує професор Гліб Знаменський. Ним активно ведуться наукові дослідження і створюються теорії центрифугування утфелів, випарювання, фільтрування, кристалізації цукру. Досліджуються властивості рідких напівфабрикатів цукрового та спиртового виробництв.

1954 року кафедра працює під керівництвом професора Всеволода Стабнікова, який є фундатором науки з процесів та апаратів харчових виробництв, автором теоретичної моделі оновлення поверхні контакту фаз, методів розрахунку масообмінних апаратів. Засновується наукова школа з масообмінних процесів харчових виробництв.

З 1957 року кафедрою завідує професор Володимир Попов, засновник наукової школи з фізико-хімічних основ теплотехніки. Основний напрям наукових досліджень – теплові процеси в апаратах харчових виробництв.

З 1960 року завідувач кафедри – доцент Микола Бузикін, відомий як талановитий організатор навчального процесу. Основні напрями досліджень в цей час - процеси розділення неоднорідних систем, розробка технічних систем для висушування харчових продуктів.

У 1966 роках розпочалася підготовка фахівців для молочної та м'ясної промисловості.

З 1974 року кафедра має назву *машин і апаратів харчових виробництв*. Очолює кафедру заслужений діяч науки і техніки України, професор, академік Академії інженерних наук України, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки Володимир Аністратенко. Він формує наукову школу з ректифікації спирту, створює галузеві науково-дослідні лабораторії. Основна увага приділяється практичному впровадженню наукових розробок на заводах Радянського Союзу.

У 1976 році кафедра реконструюється, впроваджуються технічні засоби навчання та електронно-обчислювальна техніка. Вперше в інституті впроваджується навчальне телебачення.

У 1978 році на кафедрі створюється лабораторія мембранних апаратів для розділення харчових середовищ, в якій під керівництвом професора Володимира Аністратенка науковці Радіель Казіміров, Валерій Гуцалюк, Юрій Юров та Ігор Житнецький виконували дослідження та захистили дисертаційні роботи.

У 1979 році на базі секції обладнання цукрових заводів створюється окрема кафедра технологічного обладнання харчових виробництв, нині – технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування.

У 1980 році кафедрі машин і апаратів харчових виробництв, першій і інституті, присвоєно звання зразкової.

Розширюються міжнародні зв'язки кафедри. Студенти та викладачі розпочали стажування в Польщі, Болгарії та республіках Радянського Союзу. Провідні викладачі – професор Віталій Таран, доценти Орест Руденко-Грицюк та інші проводили цикли лекцій в університетах Куби, Болгарії, В'єтнаму, Алжиру.

У 1996 році кафедру машин і апаратів харчових виробництв об'єднано з кафедрою машин і апаратів хлібопекарських, макаронних та кондитерських виробництв.

**Підготовка спеціалістів для хлібопекарської промисловості.** В 1949 році в університеті створюється кафедра хлібопекарських, макаронних та кондитерських виробництв, яка здійснює підготовку і інженерів-механіків. Організатори та перші керівники кафедри – доцент Кузьма Жура та професор Ісаак Литвак. З 1954 року кафедрою керує д.т.н, професор Абрам Міхелев, фундатор наукової школи по хлібопекарським печам. В цей період під його керівництвом захистили 18 дисертаційних робіт в галузі пічної техніки. Співробітниками кафедри проводиться комплексне дослідження тепломасообмінних процесів у робочих камерах хлібопекарських печей. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено основні принципи конструювання хлібопекарських печей.

Найвагоміших результатів досягнуто після 1965 року, коли на кафедрі створено галузеву науково-дослідну лабораторію по хлібопекарським печам. Співробітники кафедри розробили та впровадили у виробництво понад 10 конструкцій печей.

З 1981 року підготовка інженерів-механіків проводиться на новостворенній кафедрі машин і апаратів хлібопекарських, макаронних та кондитерських виробництв, де завідувачем кафедри працює професор Олексій Лісовенко. Він розробив теоретичні основи процесу замішування тіста, продовжив теоретичні та експериментальні дослідження процесу випікання, запропонував високо інтенсивні вібраційні змішувачі та бродильні агрегати.

Наукова школа, заснована професором Абрамом Міхелевим, сьогодні продовжує діяльність під керівництвом професора Володимира Теличуна. Крім промислових печей, ведуться дослідження процесів екструзії тіста, змішування тіста, різання харчових продуктів.

**90-ті роки.** Не дивлячись на економічні труднощі, наукова робота та подальший розвиток навчального процесу не припиняються. Розпочато підготовку фахівців за освітньо-кваліфікаційними рівнями: бакалавр, спеціаліст та магістр.

У 1994 році створюється перший на кафедрі комп'ютерний клас.

У 1995 році розпочинається підготовка, а у 2000 році – перший випуск спеціалістів для фармацевтичної та мікробіологічної промисловості.

У 1998 році професорам Володимиру Аністратенку та Віталію Тарану за цикл робіт з ректифікації спирту присуджено Державну премію України в галузі науки і техніки.

**Відродження.** В кінці 90-х років активізується навчальна та наукова робота на кафедрі. Викладачі та науковці одержують досвід роботи в нових ринкових умовах.

З 1998 року кафедрою керує д.т.н., професор, заслужений працівник освіти України, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки Віталій Таран. Основний напрям його наукових досліджень – підвищення ефективності газо-рідинних масообмінних процесів в харчових технологіях і розробка сучасної колонної апаратури для харчової, хімічної та інших галузей промисловості. Вперше сформульована і обумовлена перспективність нового напрямку інтенсифікації –

організація контрольованих циклічних процесів. Понад 25 ректифікаційних колонних апаратів, розроблених професором Віталієм Тараном, експлуатуються на підприємствах спиртової та фармацевтичної промисловості.

В 1999-2000 роках модернізується комп'ютерний клас, встановлюються операційні системи Windows, системи автоматизованого проектування Kompas та AutoCad, WinMash, програмний комплекс для моделювання руху рідин та газів FlowVision, графічний редактор та система моделювання Inventor. Нині весь графічний матеріал, розрахунки деталей та вузлів обладнання в дипломних проектах виконуються за допомогою сучасних комп'ютерних технологій.

З 2011 року кафедра має назву *машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*.

З 2013 року кафедрою керує д.т.н., професор, академік Академії інженерних наук України Олександр Гавва. Основним напрямком його наукових досліджень є створення новітніх пакувальних систем для харчових продуктів, оптимізація структури пакувального обладнання та удосконалення виробничої логістики.

Науковці кафедри проводять наукові дослідження, які актуальні для сьогодення та перспективного розвитку народного господарства: циклічні режими роботи масообмінних апаратів (*професор Віталій Таран*); комп'ютерне моделювання гідродинамічних процесів в машинах і апаратах харчової промисловості (*доцент Ігор Литовченко*); інтенсифікація та оптимізація технологічних процесів виробництва хлібопекарської продукції (*професор Володимир Теличкун, доценти Юлія Теличкун, Олена Чепелюк, Олексій Губеня, асистенти Микола Десик та Олександр Кравченко*); удосконалення технологічних процесів та обладнання пивоварного виробництва (*доцент Сергій Удодов та асистент Леся Марцинкевич*); дослідження процесу різання харчових продуктів та удосконалення роботи різального обладнання (*професор Володимир Теличкун, доцент Олексій Губеня*); підвищення ефективності процесів приготування сусла в умовах міні пивзаводів (*професор Віталій Таран, доценти Сергій Удодов і Олександр Чепелюк*)

Серед творчої студентської молоді популяризується наукова діяльність. Під керівництвом професора Володимира Теличуна ведеться робота гуртка з удосконалення процесів та обладнання хлібопекарських виробництв, зокрема, по промисловим печам, екструзійній техніці. Доцент Сергій Удодов керує науковим гуртком з удосконалення процесів та обладнання бродильних виробництв, зокрема, мініпивоварень.

Під керівництвом доцента Ігора Житницького студенти досліджують процеси мембранного розділення харчових середовищ, під керівництвом доцента Олексія Губені – механічні процеси, зокрема, різання. Доцент Олександр Прохоров з колективом студентів та аспірантів удосконалюють процеси та обладнання приготування пивного сусла, сатурації рідин та розділення спиртових розчинів.

Результати досліджень студенти щороку представляють на українських та закордонних наукових конференціях та конкурсах наукових робіт, отримуючи визнання та нагороди.

Делегація магістрантів кафедри в 2012 році на Міжнародній конференції Русенського університету (Болгарія) на високому рівні представили результати наукових робіт та отримали відзнаку – «Кришталевий приз» за найкращу доповідь.

Аспірант кафедри Олександр Кравченко з 2013 року – стипендіат Кабінету Міністрів України.

В 2013 році творчий колектив на чолі з професором Олександром Гаввою одержав державне замовлення на виконання фундаментальної науково-дослідної роботи

«Наукові засади оптимізаційного синтезу функціонально-модульної структури машин для пакування харчових продуктів».

В 2008-12 роках кафедра налагоджує творчі зв'язки з кафедрами машин і апаратів харчових виробництв Могильовського університету продовольства (Беларусь), Університету харчових технологій, м. Пловдив (Болгарія) та філії Московського державного університету технології та управління в м. Мелеуз (Республіка Башкортостан). Пізніше налагоджено зв'язки з понад 15 університетами Болгарії, Беларусі, Росії, Румунії, Молдови, Франції, Азербайджану.

В 2013 році творчий колектив на чолі з професором Володимиром Теличкуном отримує перемогу в конкурсі на виконання міжнародних проектів 7-ї рамкової програми досліджень та технологічного розвитку Європейського Союзу, та розпочинає роботу над проектом «Nutrilab» - «Дослідження маркування харчових продуктів в державах Чорноморського регіону». Згідно проекту, науковці кафедри проводять наукові дослідження в державах Європейського Союзу.

**Випускники кафедри.** Випускниками кафедри є відомі вчені – ректор НУХТ в 1974-2002 роках, академік НААН України Іван Гулий, професори Віталій Домарецький, Іван Малезик, Олександр Некоз, Валерій Штангеев, Анатолій Соколенко, Віктор Гуць, Валерій Мирончук, Олександр Бессараб та інші.

## **Висновки**

Історія кафедри машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв починається від Смілянські технічних класів (1884 р.) та Київського політехнічного інституту (1898 р.). В 1930 році на базі декількох інститутів створюється Київський інститут цукрової промисловості, з перші дні його роботи створюється кафедра *механічного устаткування цукрових заводів, нині - машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв*. Під керівництвом відомих вчених – Гліба Знаменського, Всеволода Стабнікова, Володимира Попова, Миколи Бузикіна, Абрама Міхелева, Володимира Аністратенка, Віталія Тарана кафедра досягла значних успіхів у науковій роботі та підготовці спеціалістів.

Досвідчений колектив науковців кафедри зберігає та примножує досвід наукової та навчальної роботи, накопичений десятиліттями в результаті клопіткої та самовідданої праці.

## **Література**

1. (1923), *Київський політехнічний і київський сільсько-господарський інституту. 25 років. 1898-1923. Ювілейний збірник*, Київ-Друк, Київ.
2. (1917), *Личный составъ Киевскаго Политехническаго Института Императора Александра II на 1917 годъ*, Типографія «И.И. Чоколов», Київ.
3. В.Ф. Решетняк (2009), *Сторінки історії Смілянського технікуму харчових технологій*, Промінь, 9, С. 2-5.
4. В.Ф. Решетняк (2009), *Батько і син*, Промінь, 9, С. 6-7.
5. (2000), *Український державний університет харчових технологій. 1930 – 2000. Історичний нарис*, УДУХТ, Київ.



## Анотації

### Харчові технології

#### Утилізація відбілювального пилу при переробці рослинних олій

Цветко Прокопов, Георгі Меченов

*Університет харчових технологій, Пловдив, Болгарія*

**Вступ.** Проведено дослідження в промислових умовах болгарського бентоніту – вибілюючої речовини для рослинних олій, на відповідність вимогам стандартів до ступеня забарвлення.

**Матеріали і методи.** Використано соняшникову олія, отриману шляхом гарячого пресування. Забарвленість визначена спектрофотометричним методом. Кольорове, кислотне і перекисне числа, коефіцієнт рефракції визначені стандартними методами.

**Результати та обговорення.** Зменшення вмісту каротиноїдів у вибіленій олії, у порівнянні з невибіленою, оцінено за оптичною густиною зразків. Був створений спектр у видимій області з  $\lambda$  від 400 до 700 нм. Під час вибілювання олії процес позиційної ізомеризації і формування дієнів при довжині хвилі 235 нм і трієнів при 258, 268 і 278 нм складено відносно ненасичених жирних кислот в тригліцеридах олії. Досліджено залишковий вибілюючий пил і розроблений метод його утилізації. Збагачення порошку з 5, 10 і 15% SBE не збільшує вміст вологи, так як процес відбілювання проводився при 105-110° С і надлишковому тиску 17 мм. Збільшення загального вмісту олії і мінеральних (зола) складових залежить від процентного вмісту збагаченого порошку. Кислотне і перекисне числа незначно зростають. Встановлено, що оптимальна кількість відпрацьованого вибілювального пилу для збагачення порошку, становить 10 %.

**Ключові слова:** відбілення, бентоніт, олія, утилізація.

#### Застосування вівсяного борошна для покращення структури морозива

Ольга Рибак

*Тернопільський національний технічний університет ім. Івана Пулюя*

**Вступ.** Піщаниста і льодяниста структура морозива є вадами консистенції, які виникають при порушенні режимів зберігання, транспортування й реалізації продукту. Вівсяне борошно дозволяє забезпечити стабільну структуру морозива.

**Матеріали і методи.** Дослідження форми і розміру кристалів льоду і лактози здійснювали за допомогою оптичного мікроскопу та комп'ютерного оброблення зображень. Збитість морозива визначали стандартним методом.

**Результати.** Встановлено, що часткова заміна СЗМЗ до 25 % у складі морозива на 3% вівсяного борошна (від загальної кількості компонентів) гарантує формування кристалів лактози розмірами до 10 мкм й попереджує появу піщанистої структури у процесі зберігання. Окрім того додавання цієї кількості зернового компоненту надає можливість знизити вміст високовартісних стабілізаційних систем на 50 % від їх початкового вмісту без негативного впливу на процес кристалізації води у готовому продукті. Середні розміри кристалів льоду, що утворюються становлять 32,09-35,47 мкм. Виявлено, що біополімери вівсяного борошна у присутності білків молока формують «захисний каркас» навколо кристалів льоду, який перешкоджає міграційній перекристалізації води під час температурних коливань і виникненню льодянистої структури у морозиві.

**Ключові слова:** морозиво, піщанистість, овес, борошно, лід, лактоза.

## Науково-практичні основи технологій переробки картоплі на харчові продукти

Анатолій Мазур

*Білоруський державний аграрний технічний університет, Мінськ*

**Вступ.** Проблема вискоєфективної переробки картоплі на широкий асортимент продуктів харчування є актуальною. Мета досліджень - уточнити науково-практичні основи переробки картоплі на сухе картопляне пюре і хрустку картоплю.

**Матеріали і методи.** Використовували загальноприйняті методики для аналізу сировини і готового продукту. Експериментальні дані обробляли методами математичної статистики.

**Результати та обговорення.** Показана економічна доцільність переробки картоплі на сухе картопляне пюре і хрустку картоплю. Виявлено характер зміни в бульбах редукуючих цукрів і сухих речовин у процесі зберігання. Рекомендовано для отримання продукту високої якості всі сорти картоплі перед переробкою піддавати обов'язковій акліматизації протягом 20 діб при температурі 15-20° С. Встановлено консистенцію картопляного пюре при технологічних процесах варіння і сушіння. Науково обґрунтовано оптимальні параметри виробництва хрусткої картоплі.

**Ключові слова:** картопля, пюре, клітина, сушка, обсмажування.

## Структурно-механічні властивості драгледібних продуктів для спортсменів

Юлія Міклашевська

*Київський національний торговельно-економічний університет, Україна*

**Вступ.** Перспективним напрямом диверсифікації асортименту спортивного харчування є драгледібні харчові продукти. Зважаючи на особливості рецептури, умови зберігання і використання, драгледібні харчові продукти повинні володіти стабільними структурно-механічними властивостями.

**Матеріали і методи.** Досліджували драгледібні харчові продукти з гелеутворювачами: пектином (0,5%) та ксантановою камеддю (0,05-0,2%). В'язкість зразків вимірювали ротаційним методом, граничну напругу зсуву визначали екстраполяцією залежності  $\eta=f(\tau)$  до значення  $\tau \rightarrow 0$ .

**Результати та обговорення.** Зі збільшенням концентрації ксантанової камеді у драгледібних харчових продуктах ефективна в'язкість та гранична напруга зсуву збільшуються: додавання вже 0,05% ксантанової камеді збільшує в'язкість системи на 38%, а 0,2% – на 62%. В'язкість та міцність системи з пектином різко зменшується з додаванням кислоти, внаслідок кислотного гідролізу пектинових молекул, у той час як для системи з пектином і ксантановою камеддю вони практично не змінюються, що пов'язано зі стійкістю міжмолекулярних зв'язків, утворених ксантановою камеддю, до дії кислоти. Збільшення концентрації ксантанової камеді у системі також призводить до зменшення впливу температури на її міцність: при нагріванні системи лише із пектином до 40°С гранична напруга зсуву зменшується на 43%, а при додаванні до системи 0,2% ксантанової камеді – лише на 9,4%, оскільки збільшення концентрації ксантанової камеді сприяє наростанню кількості міжмолекулярних зв'язків, для руйнування яких необхідна додаткова енергія.

**Ключові слова:** драгл, пектин, ксантанова камідь, в'язкість, спортсмен.

## Біотехнологія, мікробіологія

### Дослідження терморезистентності хлібопекарських дріжджів

Ганна Дорош, Наталія Грегірчак  
Національний університет харчових технологій

**Вступ.** Широке використання хлібопекарських дріжджів дало поштовх до розширення їх асортименту та створення рас, що не зустрічаються у природі. Наслідком такої цілеспрямованої селекції стало виведення термостійких хлібо-пекарських дріжджів, здатних виживати при температурі випікання хліба. Актуальним є дослідження терморезистентності дріжджів, через повністю не з'ясований вплив їх на організм людини.

**Методи досліджень.** Дослідження проводили з використанням гіркої заварки (з додаванням 1 % хмелевого відвару), в яку вносили м'якушку хліба випеченого з додаванням 1,5 % та 3 % дріжджів і без них. У результаті заварка слугувала поживним середовищем, в якому сублетально пошкоджені клітини відновлювалися.

**Результати та обговорення.** Встановлено, що після випікання хліба клітини дріжджів втрачають здатність рости на щільних ацильованих поживних середовищах, проте після культивування у заварках або солодовому бульйоні відновлюють свою життєздатність. Відмічено, що вміст сторонньої мікрофлори в хлібі збільшується зі збільшенням кількості дріжджів, які були внесені до тіста при випіканні хліба.

**Висновок.** Показана здатність хлібопекарських дріжджів виживати та відновлюватися після отриманого теплового шоку під час випікання хліба.

**Ключові слова:** дріжджі, термостійкість, заварка, відновлення.

### Доклінічне вивчення препарату Ізатізон

Ніна Микитенко<sup>1</sup>, Анатолій Потопальский<sup>2</sup>,  
Леонід Заїка<sup>3</sup>, Ольга Болсунова<sup>3</sup>, Олександр Карпов<sup>1</sup>  
1 – Національний університет харчових технологій, Київ, Україна  
2 – Інститут оздоровлення і відродження народів України,  
3 – Інститут молекулярної біології і генетики НАН України.

**Вступ.** З метою розширення спектру дії препарату метисазону було одержано розчину форму – ізатізон, застосування якого свідчить про необхідність подальшого дослідження для використання його в клініці.

**Матеріали і методи.** Експериментальні дослідження препарату ізатізон були проведені за допомогою спектрального аналізу та методу динамічного розсіяння світла на приладі SPECORD UA VIS, 90plus S/n Brookhaven Instruments Corporation.

**Результати.** Визначено, що препарат Ізатізон має такі піки 244,0; 274,0; 360,0. Найкраща концентрація препарату для досліджень – 1 мл/л. Розмір часточок у воді 775,0 нм., а в ДМСО – 148,0 нм. Значення дзета-потенціалу часток препарату ізатізону відповідає -4,1.

**Висновки.** Препарат має два піки в УФ області спектру, що свідчать про складну структуру і один пік у видимому діапазоні – наявність жовтого забарвлення. Розмір та дзета потенціал частинок препарату відіграють важливу роль при веденні їх в організм *in vivo*. Найкраща концентрація для проведення досліджень на спектрофотометрі – 1 мл/л.

**Ключові слова:** ізатізон, метисазон, дзета-потенціал.

## Мікробіологічна безпека пастильних виробів нової рецептури

Аріна Животовська, Наталія Грегірчак  
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** У зв'язку зі збільшенням кількості людей хворих на цукровий діабет та кишково-шлункові захворювання виникла потреба у розробці рецептур солодоців з використанням цукрозамінників. З метою виявлення впливу лактулози та фруктози на мікробіологічні показники солодоців нової рецептури було проведено аналіз їх мікробіологічної безпеки на прикладі суфле.

**Матеріали і методи.** Аналіз здійснювався за нормативними мікробіологічними показниками. Крім того, перевіряли кількість спороутворювальних бактерій (СУБ). З метою створення умов провокаційного тестування, зразки суфле зберігали за температури на 10 °С вище регламентованої.

**Результати.** Відмічено відповідність всіх зразків встановленим нормативам. Досліджено динаміку зміни рівня загальної обнасіненості представлених зразків суфле при зберіганні та вплив цукрів на мікробіологічну безпечність солодоців нової рецептури. Встановлено, що фруктозовмісні суфле мають дещо нижчі мікробіологічні показники, ніж вироби з сахарозою, що є традиційним компонентом солодоців. Додавання лактулози до рецептури суфле не погіршує їх мікробіологічну стабільність. Підвищення температури на 10 °С від встановленого нормативу істотно не впливало на мікробіологічні показники всіх зразків продукту за регламентований термін зберігання.

**Ключові слова:** занасіненість, суфле, цукрозамінники, безпечність, зберігання.

## Захисні функції поверхнево-активних речовин *Nocardia Vaccinii* IMB B-7405

Катерина Панасюк  
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Мета роботи - дослідити здатність ПАР *Nocardia vaccinii* IMB B-7405 захищати клітини продуцентів від впливу  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5–2,5 мМ),  $\text{Cd}^{2+}$  (0,1–0,5 мМ) і  $\text{Pb}^{2+}$  (0,1–0,5 мМ).

**Методи дослідження.** Культивування *N. vaccinii* IMB B-7405 здійснювали на рідкому мінеральному середовищі з гліцерином (1,5 %, об'ємна частка). Для визначення захисних властивостей ПАР у пробірці типу errendorf вносили по 1,5 мл культуральної рідини (клітини + ПАР) і суспензії клітин, позбавлених ПАР; додавали 0,1–2,5 мМ  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  або  $\text{Pb}^{2+}$  у вигляді 0,1 М розчинів солей  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CdSO}_4 \times 8\text{H}_2\text{O}$  і  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \times 3\text{H}_2\text{O}$  і через 1 год визначали кількість живих клітин за методом Коха.

**Результати та обговорення.** Встановлено, що ПАР *N. vaccinii* IMB B-7405 захищали клітини продуцента від токсичного впливу  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5–2,5 мМ),  $\text{Cd}^{2+}$  (0,1–0,5 мМ) і  $\text{Pb}^{2+}$  (0,1–0,5 мМ). Так, за наявності 1,5–2,0 мМ  $\text{Cu}^{2+}$  виживання клітин штаму IMB B-7405 з експоненційної фази становило 20–45 %, тоді як зі стаціонарної фази було у 1,7–2,0 рази нижчим. За дії 0,1 мМ  $\text{Cd}^{2+}$  та  $\text{Pb}^{2+}$  на клітини *N. vaccinii* IMB B-7405 з експоненційної фази росту за присутності ПАР виживало у 1,5–1,8 разів більше клітин, ніж без поверхнево-активних речовин. Встановлено захисні властивості ПАР *N. vaccinii* IMB B-7405 щодо дії важких металів на клітини продуцента. Отримані результати можуть бути основою для створення природоохоронної технології з використанням клітин *N. vaccinii* IMB B-7405 і синтезованих ПАР для ремедіації комплексних з важкими металами нафтових забруднень.

**Ключові слова:** ПАР, *Nocardia vaccinii* IMB B-7405, важкі метали, захист

## Процеси та обладнання харчових виробництв

### Регенерація фільтрувальної поверхні при очистці молочної сироватки

Олег Кравець, Марія Шинкарик

*Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, Україна*

**Вступ.** Необхідно встановити ефективний спосіб регенерації фільтрувальної поверхні при очищенні молочної сироватки від білкової дисперсної фази

**Матеріали і методи.** Досліджувалась молочна сироватка, одержана при виробництві сиру кисломолочного та казеїну технічного. Дослідження проводили з допомогою фільтрувальної установки патронного типу.

**Результати.** Вміст казеїнових часток в молочній сироватці становить від 2 до 3 кг/м<sup>3</sup>. Обґрунтовано доцільність використання процесу фільтрування для очищення молочної сироватки. Визначено вплив реологічних характеристик білкової дисперсної фази на процес фільтрування сироватки. Визначено особливості процесу фільтрування молочної сироватки при регенерації фільтрувального елемента з допомогою щіток та шляхом зворотної подачі очищеної сироватки. При застосування даних способів регенерації не забезпечується повне відновлення властивостей фільтра – відновлення не перевищує 75%. Запропоновано конструкцію самоочисного фільтрувального елемента у вигляді пружини стиску та проведено його випробування. Встановлено, що в процесі регенерації самоочисний фільтрувальний елемент відновлює свої властивості на 92%.

**Висновки.** Застосування самоочисного фільтрувального елемента забезпечує ефективну роботу фільтра протягом всього процесу очистки сироватки.

**Ключові слова:** сироватка, білок, фільтрування, регенерація, адгезія.

### Дослідження процесу інфрачервоного нагріву в тепловому апараті з верхнім і нижнім енергопідведенням

Ігор Кірік, Светлана Васілевская, Алесь Кірік

*Могильовський державний університет продовольства, Республіка Білорусь*

**Вступ.** Актуальним питанням є вивчення процесу інфрачервоного нагріву харчових продуктів і отримання аналітичного опису зміни температури в центрі виробу, оброблюваного інфрачервоними променями.

**Матеріали і методи.** Дослідження проведені на тепловому апараті інфрачервоного нагріву з верхнім і нижнім енергопідведенням. Установка викорнана у вигляді ємності з нержавіючої сталі і складається з верхньої та нижньої кришки, в які вбудовані галогенові кварцові випромінювачі, відзеркалюючий теплоізолюючий екран і захисний екран з термостійкого скла. Матеріал для дослідження - вироби з м'ясного фаршу у формі кулі.

**Результати та обговорення.** Розроблена експериментальна установка теплового апарату інфрачервоного нагріву з верхнім і нижнім енергопідведенням. Отримано залежності часу теплової обробки напівфабрикатів з м'ясного фаршу у вигляді кулі від напруги в робочій камері експериментального апарату інфрачервоного нагріву. Доведено ефективність застосування нової конструкції апарату інфрачервоного нагріву. Отримано рівняння, що описують процес нагрівання виробів з м'ясного фаршу, які можуть бути використані в інженерних розрахунках.

**Ключові слова:** ІЧ, нагрів, м'ясо, фарш, куля.

**Вплив гладкості інтерполяційних тригонометричних сплайнів  
на похибку інтерполяції**

Володимир Денисюк, Олена Негоденко  
*Національний авіаційний університет, Київ, Україна*

**Вступ.** Теорія алгебраїчних інтерполяційних многочленів має недоліки: старші члени многочленів швидко зростають із збільшенням степеня використовуваних многочленів; їх використання рідко призводить до будь-якої розумної фізичної інтерпретації наближень. Актуально застосувати при моделюванні поліноміальні сплайн-функції або прості сплайни.

**Матеріали і методи.** Для виявлення впливу гладкості інтерполяційних тригонометричних сплайнів на похибку інтерполяції застосовано теоретичне дослідження та математичне моделювання в програмному пакеті Mathcad.

**Результати.** Визначено вплив диференціальних властивостей тригонометричних інтерполяційних сплайнів на похибку інтерполяції. Визначено вплив властивостей гладкості сплайнів на похибку інтерполяції як на кінцях так і на середині відрізка на тестових прикладах і встановлено, що із збільшенням порядку сплайна похибка інтерполяції збільшується. Це пояснюється тим, що із збільшенням порядку сплайну посилюється шкідливий вплив явища Гіббса.

**Ключові слова:** інтерполяції, тригонометрія, інтерполяція, гладкість, Гібсс.

**Експлуатаційна надійність складних енергетичних об'єктів**

Валерій Самсонов, Ольга Хлобистова, Ольга Мазуренко, Андрій Таран  
*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Найбільш дієвими методами підтримки працездатності складних технічних і енергетичних об'єктів, незалежно від наявності в них дефектів, є системи технічного діагностування і прогнозування.

**Матеріали і методи.** Використано моделі діагностування та прогнозування, засновані на статистичних даних і на аналітичних залежностях змін властивостей конкретних матеріалів. Визначено індивідуальні показники надійності з урахуванням технічних параметрів для кожного з них.

**Результати та обговорення.** Кожне підприємство має свою індивідуальну комбінацію факторів хаотично змінюють експлуатаційно-надійні характеристики об'єкта і вносить непередбачуваність в ланцюг причинно-наслідкових зв'язків розвитку одного і того ж дефекту у однотипних об'єктах. Облік індивідуальних показників надійності з урахуванням технічних параметрів в існуючих моделях діагностування та прогнозування і проведення комплексної оцінки працездатності об'єкта дозволить збільшити попередження виникнення дефектів на ранніх стадіях їх розвитку і поліпшити схемні рішення щодо їх запобігання та усунення у кожного окремо взятого об'єкта.

**Висновки.** Індивідуалізація методів технічного діагностування та технічного прогнозування дозволяє збільшити випередження виникнення дефектів на ранніх стадіях їх розвитку і дозволить приймати більш правильні рішення щодо їх усунення для кожного окремо взятого об'єкта.

**Ключові слова:** діагностування, прогнозування, турбогенератор, компресор, дефект.

## Автоматизація технологічних процесів

### Математична модель управління розпилювальними сушильними установками

Наталья Шиянова, Аліна Остапенко, Константін Колязов  
*Московський державний університет технології та управління імені К.Г.  
Розумовського, філія в м. Мелеуз*

**Вступ.** Для автоматизованої системи управління розпилювальних сушильних установок необхідно розробити математичну модель процесу сушіння молочних продуктів, яка враховує статичні і динамічні характеристики процесу сушіння.

**Матеріали і методи.** Для складання імітаційних моделей використано універсальні мови програмування і спеціалізовані алгоритмічні мови для ситуаційного опису об'єктів і алгоритмів моделювання.

**Результати та обговорення.** Розроблено математичну модель на основі рівнянь матеріального і теплового балансу, з урахуванням статичних і динамічних характеристик процесу сушіння молока і молочних продуктів. При розробці автоматизованої системи управління процесом сушіння в розпилювальних сушильних установках необхідно забезпечити задану вологість продукту і продуктивність установки. Для вибору оптимальної структури неоднорідних і нестационарних матеріальних потоків в технологічній системі молочного виробництва слід використовувати комплексну імітаційну модель виробництва, що відтворює різні альтернативні варіанти на ЕОМ для оцінки їх оптимальності з виходу і якості готової продукції, раціональності використання сировини та оптимізації технологічних режимів.

**Ключові слова:** сушка, молоко, розпилювач, автоматизація, управління.

### Підсистема технологічного моніторингу на основі методів нечіткої логіки

Наталія Мосійчук  
*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Для підвищення ефективності роботи брагоректифікаційної установки вводиться підсистема технологічного моніторингу, яка проводить оперативний аналіз інформації, допомагає в прийнятті рішень з управління та здійснює прогнозування розвитку об'єкта.

**Матеріали та методи.** Для розв'язання задачі структурної ідентифікації використані інтелектуальні методи керування сучасними технологічними комплексами харчових виробництв, а саме: методи нечіткої логіки та лінгвістичної апроксимації.

**Результати та обговорення.** Сформульовані правила нечіткої бази знань та отримана модель технологічного процесу, яка відповідає реальному об'єкту. Це дозволяє підвищити ефективність роботи систем управління на підприємствах харчової промисловості та знизити кількість не правильно прийнятих рішень з управління складними технологічними комплексами. Структурна ідентифікація моделі процесу дозволяє якомога ближче наблизитись до реальних умов роботи об'єкта, визначити його поточний стан та прийняти ефективні рішення з управління.

**Ключові слова:** моніторинг, брагоректифікація, ідентифікація, нечітка логіка.

## Використання інноваційної інтелектуальної технології управління в готельному господарстві

Юлія Миць, Віта Цирульнікова

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Актуальним є впровадження інтелектуальних технологій в готель. Головною особливістю є збереження енергоресурсів і виконання системою побажання гостя щодо перебування в номері.

**Матеріали і методи.** Виконано аналіз сучасних наукових праць як українських так і закордонних по напрямкам: автоматизовані системи моніторингу та управління, забезпечення безпеки, енерго-і ресурсозбереження, забезпечення комфорту. Проаналізовано законодавство України та нормативні акти.

**Результати.** Вивчено структуру і систематику роботи інтелектуальних технологій управління в готелі в цілому та готельних номерах зокрема, обґрунтовано економічність впровадження системи. Розглянуто забезпечення функцій інтелектуальних технологій в готельному комплексі. Інтелектуальна технологія управління на підприємстві готельного господарства є безумовно доцільною. Впровадження інтелектуальної системи керування інженерією з енергозберігаючим обладнанням зумовлює скорочення витрат на експлуатацію і ремонт устаткування протягом усього життєвого циклу будівлі готелю за рахунок зниження впливу людського фактора, а також зниження щорічних комунальних платежів на 15...30%. Середній термін окупності системи становить 3 роки.

**Ключові слова:** готель, інтелект, система, енергозбереження, управління.

## Безпека життєдіяльності

### Стан охорони праці на підприємствах м'ясопереробної промисловості України

Ольга Євтушенко, Сергій Коваленко

*Національний університет харчових технологій, Київ, Україна*

**Вступ.** Аналіз причини травмування на м'ясопереробних підприємствах дозволяє розробити обґрунтовані і ефективні шляхи профілактики і зниження ризику травмування працівників.

**Матеріали і методи.** Застосовані методи однофакторного кореляційно-регресійного аналізу та ретроспективного прогнозування. Для прогнозування ризику використано ретроспективний прогноз. Аналіз проведено на основі статистичних даних щодо виробничого травматизму.

**Результати.** Визначено фактори виникнення травм. Найбільш небезпечними на м'ясопереробному підприємстві є професії: забійника худоби, вантажника, слюсаря-ремонтника та оброблювача туш. Динаміка травмування забійника худоби, яка описується експоненціальною функцією, має тенденцію до зростання. Динаміка травмування вантажника описується поліномом 3-го ступеня. Динаміка травмування оброблювача туш змінюються з прискоренням і описуються поліномом 5-го ступеня. Динаміка травмування слюсарів-ремонтників описується поліномом 4-го ступеня. Порівняльна оцінка результатів прогнозу на 2012 рік зі статистикою виробничого травматизму за 2012 рік показала, що середня достовірність прогнозу склала 85,37

**Ключові слова:** безпека, праця, травматизм, ризик, нещасний випадок, прогноз.



## Економіка та управління

### Раціональний асортиментний портфель в контексті продовольчої безпеки

Наталія Скопенко, Анастасія Тіхонова  
Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

**Вступ.** Метою дослідження є розгляд процесу формування асортиментного портфелю підприємств в контексті забезпечення продовольчої безпеки країни, з подальшим виділенням основних різновидів асортиментних портфелів.

**Методи.** Для підтвердження гіпотези використовувався індуктивний метод і групування, дедуктивний метод, методи аналізу, логічний і графічний методи.

**Результати.** Концентрується увага на розгляді таких питань: виокремлення понять раціональний, оптимальний та збалансований асортиментний портфель. Формування раціонального асортиментного портфеля підприємства та ефективне управління ним у відповідності до принципів забезпечення продовольчої безпеки країни. Дослідження факторів внутрішнього та зовнішнього впливу на формування асортиментного портфелю. Аналіз встановлених норм споживання основних видів продуктів харчування населенням України. Охарактеризовано взаємозв'язок між раціональним та збалансованим асортиментним портфелем.

**Висновок.** Доведено необхідність формування саме раціонального асортиментного портфелю підприємствами харчової промисловості з точки зору продовольчої безпеки країни.

**Ключові слова:** харчування, асортимент, портфель, раціональний, безпека.

## Освіта і наука

### Історичні фрагменти розвитку кафедри машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв НУХТ

Віталій Таран<sup>1</sup>, Олександр Гавва<sup>1</sup>, Володимир Теличкун<sup>1</sup>,  
Олексій Губеня<sup>1</sup>, Валентин Решетняк<sup>2</sup>

1 - Національний університет харчових технологій, Київ, Україна

2 - Смілянський технікум харчових технологій, м. Сміла, Україна

**Вступ.** В 2014 році Національний університет харчових технологій (НУХТ) святкує своє 130-і річчя. Одною з перших в НУХТ створено кафедру машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв.

**Матеріали та методи.** Зроблено аналіз наукових та архівних джерел про діяльність навчальних та наукових закладів, на основі яких створена кафедра. Використано матеріали музею історії Смілянського технікуму харчових технологій.

**Результати та обговорення.** Історія кафедри машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв починається від Смілянських технічних класів (1884 р.) та Київського політехнічного інституту (1898 р.). В 1930 році на базі цих та інших технологічних інститутів створюється Київський інститут цукрової промисловості. З перших днів його роботи створюється кафедра механічного устаткування цукрових заводів, нині - машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв. Під керівництвом відомих вчених – Олександра Кірова, Гліба Знаменського, Всеволода Стабнікова, Володимира Попова, Абрама Міхелева, Володимира Аністратенка, Віталія Тарана кафедра досягла значних успіхів у підготовці фахівців високої кваліфікації та науковій роботі. На кафедрі створені провідні наукові школи в галузях цукрового виробництва, ректифікації спирту, сушіння харчової сировини, теплотехніки, хлібопекарських печей, екструзійного обладнання, обладнання перероблення м'яса та молока. З 1930 року кафедра підготувала понад 7500 спеціалістів. Нині кафедра МАХФВ активно розвивається, є добре відомою в Україні та за її межами.

**Ключові слова:** НУХТ, МАХФВ, історія.

## Аннотации

### Пищевые технологии

#### Утилизация отбеливающей пыли от переработки растительных масел

Цветко Прокопов, Георги Меченов

*Университет пищевых технологий, Пловдив, Болгария*

**Введение.** Проведено исследование в промышленных условиях болгарского бентонита – отбеливающего вещества для растительных масел, на соответствие требованиям стандартов к степени окрашиваемости.

**Материалы и методы.** Использовано подсолнечное масло, полученное путём горячего прессования. Окрашиваемость определена спектрофотометрическим методом. Цветовое, кислотное и пероксидное числа, коэффициент рефракции и содержание фосфолипидов определены стандартными методами.

**Результаты и обсуждение.** Уменьшение содержания каротиноидов в отбеленном масле оценено по оптической плотности исследуемых образцов. Создан спектр в видимой области с  $\lambda$  от 400 до 700 нм. Процесс позиционной изомеризации и формирования диенов при длине волны 235 нм и триенов при 258, 268 и 278 нм составлено в отношении ненасыщенных жирных кислот в триглицеридах масла. Сделана характеристика начального бентонита. Исследована отпадочная отбеливающая пыль и разработан метод её утилизации. Обогащение порошка с 5, 10 и 15% SBE не увеличивает содержание влаги, так как процесс отбеливания проводился при 105-110°C и избыточном давлении 17 мм. Увеличение общего содержания масла и минеральных составляющих зависит от процентного содержания обогащённого помола. Кислотное и перекисное числа незначительно возрастают по сравнению с первоначальным порошком. Оптимальное количество отработанной отбеливающей пыли, добавляемое для обогащения порошка, составляет 10 %.

**Ключевые слова:** отбеливание, бентонит, масло, утилизация.

#### Применение овсяной муки для улучшения структуры мороженого

Ольга Рыбак

*Тернопольский национальный технический университет им. Ивана Пулюя, Украина*

**Введение.** Песчанистая и леденистая структура мороженого являются пороками консистенции, которые возникают при нарушении режимов хранения, транспортировки и реализации продукта. Изучена возможность применения овсяной муки для обеспечения стабильной структуры мороженого.

**Материалы и методы.** Исследование формы и размера кристаллов льда и лактозы осуществляли с помощью оптического микроскопа и компьютерной обработки изображений. Взбитость мороженого определяли стандартным методом.

**Результаты.** Установлено, что частичная замена СОМО до 25 % в составе мороженого на 3% овсяной муки (от общего количества компонентов) гарантирует формирование кристаллов лактозы размерами до 10 мкм и предупреждает возникновение песчанистой структуры в процессе хранения. Кроме того, добавление этого количества зернового компонента позволяет снизить содержание дорогостоящих стабилизационных систем на 50 % от их первоначального содержания без негативного влияния на процесс

кристаллизации воды в готовом продукте. Средние размеры кристаллов льда, образующихся составляют 32,09-35,47 мкм. Обнаружено, что биополимеры овсяной муки, в присутствии белков молока, формируют «защитный каркас» вокруг кристаллов льда, который препятствует миграционной перекристаллизации воды при температурных колебаниях и возникновению леденистой структуры в мороженом.

**Ключевые слова:** мороженое, песчанность, овёс, мука, лед, лактоза.

### Научно-практические основы технологий переработки картофеля на продукты питания

Анатолий Мазур

*Белорусский государственный аграрный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь*

**Введение.** Проблема высокоэффективной переработки картофеля для широкого ассортимента продуктов питания является актуальной. Цель исследований – уточнить научно-практические основы переработки картофеля на сухое картофельное пюре и хрустящий картофель.

**Материалы и методы.** Использовались общепринятые методики для анализа сырья и готового продукта.

**Результаты и обсуждение.** Показана экономическая целесообразность переработки картофеля на сухое картофельное пюре и хрустящий картофель. Выявлен характер изменения в клубнях редуцирующих сахаров и сухих веществ в процессе хранения. Рекомендовано для получения продукта высокого качества все сорта картофеля перед переработкой подвергать обязательной акклиматизации в течение 20 суток при температуре 15-20° С. Исследована консистенция картофельного пюре при технологических процессах варки и сушки. Научно обоснованы оптимальные параметры производства хрустящего картофеля.

**Ключевые слова:** картофель, пюре, клетка, сушка, обжаривание.

### Структурно-механические свойства студнеобразных продуктов для спортсменов

Юлия Миклашевская

*Киевский национальный торгово-экономический университет, Украина*

**Введение.** Перспективным направлением диверсификации ассортимента спортивного питания является студнеобразные пищевые продукты. Учитывая особенности рецептуры, условия хранения и использования, студнеобразные продукты должны обладать стабильными структурно-механическими свойствами.

**Материалы и методы.** Исследовали студнеобразные пищевые продукты с гелеобразователями: пектином (0,5%) и ксантановой камедью (0,05-0,2%). Вязкость образцов измеряли ротационным методом, предельное напряжение сдвига определяли экстраполяцией зависимости  $\eta=f(\tau)$  до значения  $\tau \rightarrow 0$ .

**Результаты.** С увеличением концентрации ксантановой камеди в студнеобразных пищевых продуктах эффективная вязкость и предельное напряжение сдвига увеличиваются: добавление уже 0,05 % ксантановой камеди увеличивает вязкость системы на 38%, а 0,2% – на 62%. Вязкость и прочность системы с пектином резко уменьшается с добавлением кислоты, вследствие кислотного гидролиза пектиновых молекул, в то время как для системы с пектином и ксантановой камедью они практически

не изменяются, что связано с устойчивостью межмолекулярных связей, образованных ксантановой камедью, к действию кислоты. Увеличение концентрации ксантановой камеди в системе также приводит к уменьшению влияния температуры на ее прочность: при нагревании системы только с пектином до 40°C предельное напряжение сдвига уменьшается на 43%, а при добавлении в систему 0,2% ксантановой камеди – на 9,4%, поскольку увеличение концентрации ксантановой камеди способствует нарастанию количества межмолекулярных связей, для разрушения которых необходима дополнительная энергия. Результаты исследований могут быть использованы для разработки рецептуры студнеобразных пищевых продуктов для спортсменов.

**Ключевые слова:** студень, пектин, ксантановая камедь, вязкость, спортсмен.

## Биотехнология, микробиология

### Исследование терморезистентности хлебопекарных дрожжей

Анна Дорош, Наталия Грегирчак

*Национальный университет пищевых технологий*

**Введение.** Широкое использование хлебопекарных дрожжей дало толчок к расширению их ассортимента и созданию рас, которые не встречаются в природе. Следствием такой целенаправленной селекции стало выведение термостойких хлебопекарных дрожжей, способных выживать при температуре выпекания хлеба. Актуальным является исследование терморезистентности таких дрожжей, из-за не полностью установленного влияния их на организм человека.

**Методы исследований.** Опыты проводились с использованием горькой заварки (с добавлением 1 % хмелевого отвара), в которую вносили мякиш хлеба, испеченного с добавлением 1,5 % и 3 % дрожжей и без них. В результате заварка являлась питательной средой, в которой сублетально поврежденные клетки возобновлялись.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что после выпечки хлеба клетки дрожжей теряют способность расти на плотных ацилированных питательных средах, однако после культивирования в заварке или солодовом бульоне восстанавливают свою жизнеспособность. Содержание посторонней микрофлоры в хлебе увеличивается с увеличением количества дрожжей, внесённых при выпечке хлеба.

**Заключение.** Показана способность хлебопекарных дрожжей выживать и восстанавливаться после полученного теплового шока при выпечке хлеба.

**Ключевые слова:** дрожжи, термостойкость, заварка, восстановление.

### Доклиническое изучение препарата Изатизон

Микитенко Нина<sup>1</sup>, Потопальский Анатолий<sup>2</sup>, Заика Леонид<sup>3</sup>,  
Болсунова Ольга<sup>3</sup>, Карпов Александр<sup>1</sup>

*1 – Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина*

*2 – Институт оздоровления и возрождения народов Украины,*

*3 – Институт молекулярной биологии и генетики НАН Украины.*

**Введение.** С целью расширения спектра действия препарата метисазона была получена новая форма препарата – изатизон, применение которого свидетельствует о необходимости дальнейшего исследования для использования его в клинике.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования препарата изатизон проведены с помощью спектрального анализа и метода динамического рассеяния света на приборе SPECORD UA VIS, 90plus S/n Brookhaven Instruments Corporation.

**Результаты.** В ходе экспериментального исследования определено, что препарат Изатизон имеет такие пики: 244,0; 274,0; 360,0. Лучшая концентрация для исследований – 1 мл/л. Размер частиц препарата в воде 775,0 нм., в ДМСО – 148,0 нм. Значение дзета-потенциала наночастиц препарата -4,1.

Препарат имеет два пика в УФ области спектра, что свидетельствует о сложной структуре и один пик в видимом диапазоне – наличие желтого цвета. Размер и дзета-потенциал частиц препарата играют важную роль при введении их в организм *in vivo*. Лучшая концентрация для проведения исследований на спектрофотометре – 1 мл/л.

**Ключевые слова:** изатизон, метисазон, дзета-потенциал.

### Микробиологическая безопасность пастильных изделий новой рецептуры

Арина Животовская, Наталия Грегирчак  
Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

**Введение.** В связи с увеличением количества людей больных сахарным диабетом и заболеваниями желудочно-кишечного тракта возникает необходимость в разработке новых сладостей с использованием сахарозаменителей. С целью выявления влияния лактулозы и фруктозы на микробиологические показатели сладостей, проведен анализ их микробиологической безопасности на примере суфле.

**Материалы и методы.** Анализ осуществлялся по нормативным микробиологическим показателям. Также проверяли количество спорообразующих бактерий (СОБ). С целью создания провокационных условий, образцы суфле, кроме регламентируемых температурных режимов, хранились при температуре на 10°С выше нормы.

**Результаты.** Отмечено соответствие всех образцов установленным нормативам. Исследована динамика изменения уровня общей обсемененности представленных образцов суфле при хранении и влияние сахаров на микробиологическую безопасность сладостей новой рецептуры. Установлено, что фруктозосодержащие суфле имеют более низкие микробиологические показатели, чем изделия с сахарозой (традиционный компонент сладостей). Добавление лактулозы в рецептуру суфле не ухудшает их микробиологическую стабильность. Повышение температуры на 10 °С сверх установленного норматива существенно не повлияло на микробиологические показатели всех образцов продукта за регламентированный срок хранения.

**Ключевые слова:** обсемененность, суфле, сахарозаменители, безопасность, хранение.

### Защитные функции поверхностно-активных веществ *Nocardia Vaccinii* IMB В-7405

Катерина Панасюк  
Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

**Введение.** Цель работы - исследовать способность ПАВ *Nocardia vaccinii* IMB В-7405 защищать клетки продуцента от воздействия  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5-2,5 мМ),  $\text{Cd}^{2+}$  (0,1-0,5 мМ) и  $\text{Pb}^{2+}$  (0,1-0,5 мМ).

**Методы исследования.** Культивирование *N. vaccinii* IMB В-7405 осуществляли на жидкой минеральной среде с глицерином (1,5%, объемная часть). Для определения защитных свойств ПАВ в пробирки типа erpendorf вносили по 1,5 мл культуральной

жидкости (клетки + ПАВ) и суспензии клеток, лишенных ПАВ, добавляли 0,1–2,5 мМ  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  или  $\text{Pb}^{2+}$  в виде 0,1 М растворов солей  $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CdSO}_4 \times 8\text{H}_2\text{O}$  и  $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb} \times 3\text{H}_2\text{O}$  и через 1 ч определяли количество живых клеток по методу Коха.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что ПАВ *N. vaccinii* IMB В-7405 защищали клетки продуцента от токсического воздействия  $\text{Cu}^{2+}$  (1,5–2,5 мМ),  $\text{Cd}^{2+}$  (0,1–0,5 мМ) и  $\text{Pb}^{2+}$  (0,1–0,5 мМ). Так, при наличии 1,5–2,0 мМ  $\text{Cu}^{2+}$  выживаемость клеток штамма IMB В-7405 из экспоненциальной фазы составляло 20–45 %, тогда как из стационарной фазы было в 1,7–2,0 раза ниже. При действии 0,1 мМ  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  на клетки *N. vaccinii* IMB В-7405 из экспоненциальной фазы роста в присутствии ПАВ выживало в 1,5–1,8 раз больше клеток, чем без поверхностно-активных веществ. Установлены защитные свойства ПАВ *N. vaccinii* IMB В-7405 от действия тяжелых металлов на клетки продуцента. Полученные результаты могут служить основой для создания природоохранной технологии с использованием клеток *N. vaccinii* IMB В-7405 и синтезированных ПАВ для ремедиации комплексных с тяжелыми металлами нефтяных загрязнений.

**Ключевые слова:** ПАВ, *Nocardia vaccinii* IMB В-7405, металл, защита.

## Процессы и оборудование пищевых производств

### Регенерация фильтрующей поверхности при очистке молочной сыворотки

Олег Кравець, Мария Шинкарик

*Тернопольский национальный технический университет имени И. Пулюя*

**Введение.** Необходимо установить эффективный способ регенерации фильтрующей поверхности при очистке молочной сыворотки от белковой дисперсной фазы.

**Материалы и методы.** Исследовалась молочная сыворотка, полученная при производстве творога и казеина технического. Исследование проводили с помощью фильтровальной установки патронного типа.

**Результаты.** Содержание казеиновых частиц в молочной сыворотке составляет от 2 до 3 кг/м<sup>3</sup>. Обоснована целесообразность использования процесса фильтрации для очистки молочной сыворотки. Определено влияние реологических характеристик белковой дисперсной фазы на процесс фильтрации сыворотки. Определены особенности процесса фильтрации молочной сыворотки при регенерации фильтрующего элемента с помощью щеток и путем обратной подачи очищенной сыворотки. При применении данных способов регенерации не обеспечивается полное восстановление свойств фильтра – восстановление не превышает 75%. Предложена конструкция самоочищающегося фильтрующего элемента в виде пружины сжатия и проведены его испытания. Установлено, что в процессе регенерации самоочищающийся фильтрующий элемент восстанавливает свои свойства на 92%.

**Выводы.** Применение самоочищающегося фильтрующего элемента обеспечивает эффективную работу фильтра в течение всего процесса очистки.

**Ключевые слова:** молоко, сыворотка, белок, фильтр, регенерация, адгезия.

### Исследования процесса инфракрасного нагрева в тепловом аппарате с верхним и нижним энергоподводом

Игорь Кирик, Светлана Василевская, Алеся Кирик

*Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь*

**Введение.** Актуальным вопросом является изучение процесса инфракрасного нагрева пищевых продуктов и получение аналитического описания изменения температуры в центре изделия, обрабатываемого инфракрасными лучами.

**Материалы и методы.** Исследования проведены на экспериментальной установке теплового аппарата инфракрасного нагрева с верхним и нижним энергоподводом. Установка представляет собой емкость из нержавеющей стали и состоит из верхней и нижней крышки, в которые встроены галогеновые кварцевые излучатели, отражающий теплоизолирующий экран и защитный экран из термостойкого стекла. Материалом для исследования являлись изделия из мясного фарша в форме шара.

**Результаты.** Разработана и изготовлена экспериментальная установка теплового аппарата инфракрасного нагрева с верхним и нижним энергоподводом. Получены зависимости времени тепловой обработки полуфабрикатов из мясного фарша в виде шара от напряжения в рабочей камере экспериментального аппарата инфракрасного нагрева. Доказана эффективность применения новой конструкции аппарата инфракрасного нагрева. Полученные уравнения, описывающие процесс нагрева изделий из мясного фарша, можно использовать в инженерных расчетах.

**Ключевые слова:** ИК, нагрев, мясо, фарш, шар.

### **Влияние гладкости интерполяционных тригонометрических сплайнов на погрешность интерполяции**

Владимир Денисюк, Елена Негоденко

*Национальный авиационный университет, Киев, Украина*

**Введение.** Теория алгебраических интерполяционных многочленов имеет недостатки: старшие члены многочленов быстро растут с увеличением степени используемых многочленов; их использование редко приводит к любой разумной физической интерпретации получаемых приближений. Актуальным является применение при моделировании полиномиальных сплайн - функций или простых сплайнов.

**Материалы и методы.** Для выявления влияния гладкости интерполяционных тригонометрических сплайнов на погрешность интерполяции применено теоретическое исследование и математическое моделирование в программном пакете Mathcad.

**Результаты.** Определено влияние дифференциальных свойств тригонометрических интерполяционных сплайнов на погрешность интерполяции. Определено влияние свойств гладкости сплайнов на погрешность интерполяции как на концах, так и на середине отрезка на тестовых примерах и установлено, что с увеличением порядка сплайна погрешность интерполяции увеличивается. Это объясняется тем, что с увеличением порядка сплайна усиливается вредное воздействие явления Гиббса.

**Ключевые слова:** интерполяция, тригонометрия, сплайн, гладкость, Гиббс.

### **Эксплуатационная надежность сложных энергетических объектов**

Валерий Самсонов, Ольга Хлобыстова, Ольга Мазуренко, Андрей Таран

*Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина*

**Введение.** Наиболее действенными методами поддержки работоспособности сложных технических и энергетических объектов, независимо от наличия в них дефектов, являются системы технического диагностирования и прогнозирования.

**Материалы и методы.** Используются модели диагностирования и прогнозирования, основанные на статистических данных и аналитических зависимостях изменений свойств конкретных материалов.

**Результаты и обсуждение.** Каждое предприятие имеет свою индивидуальную комбинацию факторов хаотично изменяющихся эксплуатационно-надежные характеристики объекта и вносит непредсказуемость в цепь причинно-следственных связей развития одного и того же дефекта у однотипных объектов. Учет индивидуальных показателей надежности с учетом технических параметров в существующих моделях диагностирования и прогнозирования и проведение комплексной оценки работоспособности объекта позволит увеличить упреждаемость возникновения дефектов на ранних стадиях их развития и улучшит схемные решения по их предотвращению и устранению у каждого отдельно взятого объекта.

**Выводы.** Индивидуализация методов технического диагностирования и технического прогнозирования позволяет увеличить упреждение возникновения дефектов на ранних стадиях их развития и позволит принимать более правильные решения по их устранению для каждого отдельно взятого объекта.

**Ключевые слова:** диагностирование, прогнозирование, турбогенератор, компрессор, дефект.

## Автоматизация технологических процессов

### Математическая модель управления распылительными сушильными установками

Наталья Шиянова, Алина Остапенко, Константин Колязов  
*Московский государственный университет технологии и управления  
имени К.Г. Разумовского, филиал в г. Мелеузе.*

**Введение.** Для автоматизированной системы управления распылительных сушильных установок необходимо разработать математическую модель процесса сушки молочных продуктов, которая учитывает статические и динамические характеристики процесса сушки.

**Материалы и методы.** Для составления имитационных моделей использованы универсальные языки программирования и специализированные алгоритмические языки для ситуационного описания объектов и алгоритмов моделирования.

**Результаты.** Разработана математическая модель на основе уравнений материального и теплового баланса, с учетом статических и динамических характеристик процесса сушки молока и молочных продуктов. При разработке автоматизированной системы управления процессом сушки молока и молочных продуктов в распылительных сушильных установках необходимо обеспечить заданную влажность продукта и производительность установки. Для выбора оптимальной структуры неоднородных и нестационарных материальных потоков в технологической системе молочного производства следует использовать комплексную имитационную модель производства, воспроизводящую различные альтернативные варианты на ЭВМ для оценки их оптимальности по выходу и качеству готовой продукции, рациональности использования сырья и оптимизации технологических режимов.

**Ключевые слова:** сушка, молоко, распылитель, автоматизация, управление.



## Подсистема технологического мониторинга на основе методов нечеткой логики

Наталья Мосейчук

*Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина*

**Введение.** Для повышения эффективности работы ректификационной установки вводится подсистема технологического мониторинга, которая проводит оперативный анализ информации, помогает в принятии решений по управлению и осуществляет прогнозирование развития объекта.

**Материалы и методы.** Для решения задачи структурной идентификации использованы интеллектуальные методы управления современными технологическими комплексами пищевых производств, а именно методы нечеткой логики и лингвистической аппроксимации.

**Результаты исследований.** Сформулированы правила нечеткой базы знаний и получена модель технологического процесса, соответствующая реальному объекту. Это позволяет повысить эффективность работы систем управления на предприятиях пищевой промышленности и снизить количество неправильно принятых решений по управлению сложными технологическими комплексами. Структурная идентификация модели процесса позволяет максимально приблизиться к реальным условиям работы объекта, определить его текущее состояние и принять эффективные решения по управлению.

**Ключевые слова:** мониторинг, ректификация, идентификация, нечеткая логика.

## Использование инновационной интеллектуальной технологии управления в гостиничном хозяйстве

Юлия Мышь, Вита Цырульникова

*Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина*

**Введение.** Актуальным является внедрение интеллектуальных технологий в отель. Главной особенностью является сохранение энергоресурсов и выполнение системы пожеланий гостя при пребывании в номере.

**Материалы и методы.** Выполнен анализ современных научных трудов как украинских, так и зарубежных по направлениям: автоматизированные системы мониторинга и управления, обеспечение безопасности, энерго-и ресурсосбережение, обеспечение комфорта. Проанализировано законодательство Украины и нормативные акты.

**Результаты.** Изучена структура и систематика работы интеллектуальных технологий управления в отеле в целом и гостиничных номерах в частности, обоснована экономичность внедрения системы. Рассмотрено обеспечение функций интеллектуальных технологий в гостиничном комплексе. Интеллектуальная технология управления на предприятии гостиничного хозяйства является безусловно целесообразной. Внедрение интеллектуальной системы управления инженерией с энергосберегающим оборудованием обеспечивает сокращение затрат на эксплуатацию и ремонт оборудования в течение всего жизненного цикла здания гостиницы за счет снижения влияния человеческого фактора, а также снижение ежегодных коммунальных платежей на 15...30 %. Средний срок окупаемости системы – 3 года.

**Ключевые слова:** гостиница, интеллект, система, энергосбережение, управление.

## Безопасность жизнедеятельности

### Состояние охраны труда на предприятиях мясоперерабатывающей промышленности Украины

Ольга Евтушенко, Сергей Коваленко

*Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина*

**Введение.** Анализ причин травматизма на мясоперерабатывающих предприятиях позволяет разработать обоснованные и эффективные способы профилактики и снижения риска травматизма работников.

**Материалы и методы.** Применены методы однофакторного корреляционно-регрессионного анализа и ретроспективного прогнозирования. Для прогнозирования риска использован ретроспективный прогноз. Анализ проведен на основе статистических данных по производственному травматизму.

**Результаты.** Определены факторы возникновения травм. Наиболее опасными на мясоперерабатывающем предприятии являются профессии: забойщика скота, грузчика, слесаря-ремонтника и обработчика туш. Динамика травматизма забойщика скота, описывается экспоненциальной функцией, имеет тенденцию к росту. Динамика травматизма грузчика описывается полиномом 3-й степени. Динамика травматизма обработчика туш изменяется с ускорением и описывается полиномом 5-й степени. Динамика травматизма слесарей-ремонтников описывается полиномом 4-й степени. Сравнительная оценка результатов прогноза на 2012 год и статистики производственного травматизма за 2012 год показала, что средняя достоверность прогноза составила 85,37 %. Результаты исследования можно использовать при усовершенствовании проектов управленческих решений по обеспечению безопасных условий труда работников мясоперерабатывающих предприятий.

**Ключевые слова:** безопасность, труд, травматизм, риск, несчастный случай, прогноз.

## Экономика и управление

### Рациональный ассортиментный портфель в контексте продовольственной безопасности

Наталья Скопенко, Анастасия Тихонова

*Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина*

**Введение.** Целью исследования является рассмотрение процесса формирования ассортиментного портфеля предприятия в контексте обеспечения продовольственной безопасности в стране, с дальнейшим выделением основных разновидностей ассортиментных портфелей.

**Материалы и методы.** Использовался индуктивный метод и метод группировки, дедуктивный метод, методы анализа, логический и графический методы.

**Результаты.** Концентрируется внимание на рассмотрении таких вопросов. Разделение понятий рациональный, оптимальный и сбалансированный ассортиментный портфель. Формирование рационального ассортиментного портфеля предприятия и эффективное управление им в соответствии с принципами обеспечения продовольственной безопасности страны. Исследование факторов внутреннего и внешнего воздействия на формирование ассортиментного портфеля. Анализ существующих норм потребления основных видов продуктов питания населением

Украины. Охарактеризована взаимосвязь между рациональным и сбалансированным ассортиментным портфелем.

**Вывод.** Доказана необходимость формирования именно рационального ассортиментного портфеля предприятий пищевой промышленности с точки зрения продовольственной безопасности страны.

**Ключевые слова:** питание, ассортимент, портфель, рациональный, безопасность.

## Образование и наука

### Исторические фрагменты развития кафедры машин и аппаратов пищевых и фармацевтических производств НУПТ

Виталий Таран<sup>1</sup>, Александр Гавва<sup>1</sup>, Владимир Теличкун<sup>1</sup>,  
Алексей Губеня<sup>1</sup>, Валентин Решетняк<sup>2</sup>

1 - Национальный университет пищевых технологий, Киев, Украина

2 - Смелянский техникум пищевых технологий, г. Смела, Украина

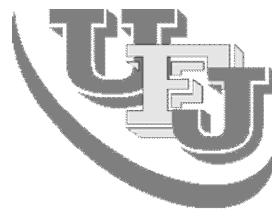
**Введение.** В 2014 году Национальный университет пищевых технологий (НУПТ) празднует свое 130-е юбилейное. Одной из первых в НУПТ создана кафедра машин и аппаратов пищевых и фармацевтических производств.

**Материалы и методы.** Сделан анализ научных и архивных источников о деятельности учебных и научных учреждений, на основе которых создана кафедра. Используются материалы музея истории Смелянского техникума пищевых технологий.

**Результаты и обсуждение.** История кафедры машин и аппаратов пищевых и фармацевтических производств начинается со Смелянских технических классов (1884 г.) и Киевского политехнического института (1898 г.). В 1930 году на базе этих и других технологических институтов создается Киевский институт сахарной промышленности. С первых дней его работы создается кафедра механического оборудования сахарных заводов, ныне - машин и аппаратов пищевых и фармацевтических производств. Под руководством известных ученых - Александра Кирова, Глеба Знаменского, Всеволода Стабникова, Владимира Попова, Абрама Михелева, Владимира Анистратенко, Виталия Тарана кафедра достигла значительных успехов в подготовке специалистов высокой квалификации и научной работе. На кафедре были созданы ведущие научные школы в областях сахарного производства, ректификации спирта, сушки пищевого сырья, теплотехники, хлебопекарных печей, экструзионного оборудования, оборудования переработки мяса и молока. С 1930 года кафедра подготовила свыше 7500 специалистов. Сейчас кафедра МАПФВ активно развивается, хорошо известна в Украине и за ее пределами.

**Ключевые слова:** НУПТ, МАПФВ, история.

## Instructions for Authors



Dear colleagues!

The Editorial Board of scientific periodical  
«**Ukrainian Food Journal**»  
invites you to publication of your scientific research.

Requirements for article:

Language – English, Ukrainian, Russian

Size of the article – 8-15 pages in Microsoft Word 2003 and earlier versions with filename extension \*.doc

All article elements should be in Times New Roman, font size 14, 1 line intervals, margins on both sides 2 cm.

The structure of the article:

1. The title of the article
2. Authors (full name and surname)
3. Institution, where the work performed.
4. Abstract (15-20 lines). The structure of the abstract should correspond to the structure of the article (Introduction, Materials and methods, Results and discussion, Conclusion)
5. Key words.

Points from 1 to 5 should be in English, Ukrainian and Russian.

6. The main body of the article should contain the following obligatory parts:

- Introduction
- Materials and methods
- Results and discussing
- Conclusion
- References

If you need you can add another parts and divide them into subparts.

7. The information about the author (Name, surname, scientific degree, place of work, email and contact phone number).

All figures should be made in graphic editor, the font size 14.

The background of the graphs and charts should be only in white color. The color of the figure elements (lines, grid, text) - in black color.

Figures and EXCEL format files with graphs additionally should submit in separate files.

Photos are not appropriate to use.

**Extended articles should be sent by email to: [ufj\\_nuft@meta.ua](mailto:ufj_nuft@meta.ua)**

## — Іструкції для авторів —

### ШАНОВНІ КОЛЕГИ!

Редакційна колегія наукового періодичного видання «**Ukrainian Food Journal**» запрошує Вас до публікації результатів наукових досліджень.

### Вимоги до оформлення статей

Мови статей – англійська, українська, російська  
Рекомендований обсяг статті – **8-12 сторінок** формату А4.  
Стаття виконується в текстовому редакторі Microsoft Word 2003  
Для всіх елементів статті шрифт – **Times New Roman**, кегль – **14**, інтервал – 1.  
Всі поля сторінки – по 2 см.

### Структура статті:

1. УДК.
2. **Назва статті.**
3. Автори статті (ім'я та прізвище повністю, приклад: Денис Озеряно).
4. *Установа, в якій виконана робота.*
5. Анотація. Рекомендований обсяг анотації – пів сторінки. Анотація повинна відповідати структурі статті та містити розділи Вступ, Матеріали і методи, Результати та обговорення, Висновки.
6. Ключові слова (3-5 слів, але не словосполучень).
7. **Пункти 2-6 виконати англійською, українською та російською мовами.**  
Основний текст статті. Має включати такі обов'язкові розділи:
  - Вступ
  - Матеріали та методи
  - Результати та обговорення
  - Висновки
  - Література.За необхідності можна додавати інші розділи та розбивати їх на підрозділи.
8. Авторська довідка (Прізвище, ім'я та по батькові, вчений ступінь та звання, місце роботи, електронна адреса або телефон).
9. Контактні дані автора, до якого за необхідності буде звертатись редакція журналу.

Рисунки виконуються якісно. Скановані рисунки не приймаються. Розмір тексту на рисунках повинен бути **співрозмірним (!)** тексту статті. **Фотографії бажано не використовувати.**

Фон графіків, діаграм – лише білий. Колір елементів рисунку (лінії, сітка, текст) – чорний (не сірий).

Рисунки та графіки EXCEL з графіками додатково подаються в окремих файлах.

Скорочені назви фізичних величин в тексті та на графіках позначаються латинськими літерами відповідно до системи СІ.

В списку літератури повинні переважати статті та монографії іноземних авторів, які опубліковані після 2000 року.

**Додаткова інформація та приклад оформлення статті – на сайті**

**[www.ufj.ho.ua](http://www.ufj.ho.ua)**

**Стаття надсилається за електронною адресою: [ufj\\_nuft@meta.ua](mailto:ufj_nuft@meta.ua).**

## Contents of Volume 2 (Year 2013)

### Food Technologies

#### Issue 1

*Zoriana Romanova, Viktor Zubchenko,  
Mykola Romanov, Oleksandr Gushlenko*  
Beer technology optimization through  
improvement of beer wort making 7

*Vira Obolkina, Svitlana Kiyaniitsia,  
Tetiana Kalinivska*  
Secondary commodity resource wine in the  
manufacture of confectionery 14

#### Issue 2

*Iryna Shtyk, Tetiana Ivanova,  
Olena Didiuk* 157  
High-quality indexes and biological value of  
meat of wild zoons

*Evgen Dmitruk, Oleksandr Vereschinskii,  
Yevgen Kharchenko* 163  
Efficiency increase the milling systems in the  
bread baking wheat grindings

*Oksana Lugovska, Vasil Sydor,  
Yana Okopna* 169  
Stability studies of inulin and olihofructose in  
the drink

*Iryna Radzievska, Tetiana Lazarenko, Olena  
Gromova* 175  
Research of Content Biologically Active  
Components of Oils

*Tetiana Osmak, Tetiana Turkova* 180  
Perfecting technology of ice cream with  
fructose

*Ludmila Peshuk, Maksym Ryabovol, Anatoliy  
Klimenko* 186  
Development of smoked sausages of new  
generation

#### Issue 3

*Rosen Chochkov, Valentina Chonova,  
Stanimira Valova, Grozdan Karadzhev* 321  
Rheological properties of fermented beverage  
from barley flour

*Cristina Popovici* 328  
Soxhlet extraction and characterisation of  
natural compounds from walnut (*Juglans regia*  
L.) by-products

*Igor Gaponyuk* 337  
Influence of the parameters of environment on  
drying of grain

*Vira Drobot, Anna Grisichenko* 347  
Changes of indicators of quality gluten-free  
bread during storage

## Зміст тому 2 (2013 рік)

### Харчові технології

#### № 1

*Зоряна Романова, Віктор Зубченко,  
Микола Романов, Олександр Гушленко*  
Оптимізація технології приготування пива  
шляхом вдосконалення процесу  
приготування пивного суслу

*Віра Оболкіна, Світлана Кіяниця,  
Тетяна Каліновська*  
Використання вторинних сировинних  
ресурсів виноробства кондитерських виробів

#### № 3

*Ірина Штик, Тетяна Іванова,  
Олена Дидюк*  
Якісні показники та біологічна цінність м'яса  
диких тварин

*Євген Дмитрук, Олександр Верещинський,  
Євген Харченко* 163  
Підвищення ефективності розмельних систем  
в сортових хлібопекарських помелах пшениці

*Оксана Луговська, Василь Сидор,  
Яна Окопна* 169  
Дослідження стабільності інуліну і  
олігофруктози в напоях

*Ірина Радзівська, Тетяна Лазаренко, Олена  
Громова* 175  
Дослідження вмісту біологічно активних  
складових компонентів рослинних олій

*Тетяна Осмак, Тетяна Туркова* 180  
Удосконалення технології морозива з  
фруктозою

*Людмила Пешук, Максим Рябовол, Анатолій  
Клименко* 186  
Розробка сирокочених ковбас для гурманів

#### № 3

*Росен Чочков, Валентина Чонова, Станіміра  
Валова, Гроздан Караджов*  
Реологічні властивості ферментованого  
напою з ячмінного борошна

*Крістіна Попович* 328  
Екстракція в апараті Сокслета і  
характеристика природних сполук з  
промислових відходів грецького горіха

*Ігор Гапонюк* 337  
Вплив параметрів доквілля на сушіння зерна

*Віра Дробот, Анна Грищенко* 347  
Зміни показників якості безглютенового  
хліба при зберіганні

*Oksana Melnik, Iryna Dovgun*  
Modified Starch Properties  
*Yelena Solovyova, Tatyana Batrakova,*  
*Oleksii Gubenia*  
Technology bread products which are enriched by iodines

#### Issue 4

*Tsvetko Prokopov, Georgi Mechenov*  
Utilization of spent bleaching earth from vegetable oil processing  
*Olga Rybak*  
The oatmeal using for improving of ice cream structure  
*Anatoliy Mazur*  
Scientific and practical basis of potato processing for food products  
*Yuliya Miklashevskia*  
Rheological properties of gel-like food products for athletes

### Biotechnology, microbiology

#### Issue 1

*Nina Klimchuk, Tamara Kuchmerovska*  
Effect of acetyl-L-carnitine on the viability of beta cells in diabetes mellitus

*Olga Balko, Liliya Avdeeva,*  
*Oleksandr Balko*  
Stages of pseudomonas aeruginosa biofilm formation

*Olga Ovchynnykova, Julia Potopalska,*  
*Anatolii Potopalskii, Leonid Zaika,*  
*Olga Bolsunova*

Antitumor activity of amitosin  
*Inna Bugera, Natalia Kigel*  
Fermenting composition based on mesophilic lactic acid bacteria for curdled milk

*Julia Gromyk, Tetiana Tugay*  
Influence of the ionizing radiation on the synthesis of carotinoids of the light-coloured micromycetes *Aspergillus versicolor*, allocated from the object «Shelter»

*Nadiya Yamborko, Ievheniia Ostrova*  
Component structure of pollutants and functional state of microbial cenosis of soil, isolated from organochlorine waste burial  
*Olga Nezelyuk, Gennadii Telegiev,*  
*Liudmila Polishchuk, Oleksandr Karpov*  
Study of the role of PH domain of bcr protein in the development of Ph'-positive leukemia

354 *Оксана Мельник, Ирина Довгун*  
Властивості модифікованого крохмалю  
360 *Єлена Соловійова, Татяна Батракова,*  
*Олексій Губеня*

Розробка технології хлібних виробів, збагачених йодовмісними препаратами

#### N 4

489 *Цветко Прокопов, Георги Меченов*  
Утилізація відбілювального пилю при переробці рослинних олій  
499 *Ольга Рыбак*  
Застосування вівсяного борошна для покращення структури морозива  
510 *Анатолій Мазур*  
Научно-практические основы технологий переработки картофеля на продукты питания  
521 *Юлія Мікласшевська*  
Структурно-механічні властивості драгледодібних продуктів для спортсменів

### Біотехнологія, мікробіологія

#### N 1

19 *Ніна Клімчук, Тетяна Кучмеровська*  
Ефект ацетил-L-карнітину на життєздатність бета-клітин за експериментального цукрового діабету

23 *Ольга Балко, Лілія Авдєєва,*  
*Олександр Балко*  
Етапи біоплівкоутворення *Pseudomonas Aeruginosa*

*Ольга Овчинникова, Юлія Потопальська,*  
*Анатолій Потопальський, Леонід Зайка,*  
27 *Ольга Болсунова*

Протипухлинна дія амітозину  
*Інна Бугера, Наталія Кігель*

32 Заквашувальні композиції на основі мезофільних молочнокислих бактерій для простокваші

*Юлія Громик, Тетяна Тугай*  
Вплив іонізуючого опромінення на синтез каротиноїдів у світлопигментованих мікроміцетів *Aspergillus versicolor*, виділених із об'єкту «укриття»

*Надія Ямборко, Євгенія Острова*  
42 Компонентний склад забруднень і стан мікробного ценозу ґрунту з полігону захоронення хлорорганічних відходів  
*Ольга Незелюк, Геннадій Телегєєв,*

47 *Людмила Полищук, Олександр Карпов*  
Вивчення ролі PH домену білка bcr у розвитку Ph'-позитивної лейкемії

<i>Tetyana Mykulyak, Tamara Kuchmerovska</i>		<i>Тетяна Микуляк, Тамара Кучмеровська</i>	
Dysfunction of energy processes under diabetes mellitus and it's complications	52	Порушення енергетичних процесів за цукрового діабету та його ускладнень	
<i>Katya Karpiuk, Tetyana Tugay</i>		<i>Катерина Карпюк, Тетяна Тугай</i>	
Influence of chronic ionizing irradiation on synthesis carotenoid pigments in strains <i>Paecilomycesmyces Lilacinus</i> with council adapt properties	57	Вплив хронічного іонізуючого опромінення на синтез каротиноїдних пігментів у штамів <i>Paecilomyces Lilacinus</i> з радіоадаптивними властивостями	
<i>Oleksandr Burdak, Oleksandr Soldatkin, Ivan Kucherenko, Sergii Dzyadevych, Oleksii Soldatkin</i>		<i>Олександр Бурдак, Олександр Солдаткін, Іван Кучеренко, Сергій Дзядевич, Олексій Солдаткін</i>	
Development of conductometric biosensor based on acetylcholinesterase for determination of pesticides	62	Розробка кондуктометричного біосенсора на основі ацетилхолінестерази для визначення пестицидів	
<b>Issue 2</b>		<b>N 2</b>	
<i>Ksenia Chebotaryova, Tetyana Pyrog</i>	192	<i>Ксенія Чеботарьова, Тетяна Пирог</i>	
Antiadhesive properties of <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMV B-7241 extracellular metabolites		Антиадгезивні властивості поверхнево-активних речовин <i>Acinetobacter calcoaceticus</i> IMB B-7241	
<i>Olga Maliuta, Olga Nezeliiuk, Dmitro Yefremenko, Genadii Telegeiev, Oleksandr Karpov.</i>	198	<i>Ольга Малиута, Ольга Незелюк, Дмитро Єфременко, Генадій Телегєєв, Олександр Карпов.</i>	
Obtaining of recombinant C2 domain of Bcr protein		Отримання рекомбінантного C2 домену білка Bcr	
<i>Nadiya Kudrya, Tatiana Pirog</i>	203	<i>Надія Кудря, Тетяна Пирог</i>	
The specifics of surfactants synthesis during nocardia vacciniі IMV B-7405 cultivation on mixed substrates		Особливості синтезу поверхнево-активних речовин nocardia vacciniі IMB B-7405 на суміші ростових субстратів	
<b>Issue 3</b>		<b>N 3</b>	
<i>Natalia Gregirchak, Tetyana Lupyna, Tetyana Mordych</i>	366	<i>Наталія Грегірчак, Тетяна Лупина, Тетяна Мордич</i>	
Effectiveness of combined disinfectants		Ефективність дії комбінованих дезінфектантів	
<i>Inna Lych, Irina Voloshina, Anastasiya Peklo</i>	374	<i>Інна Лич, Ірина Волошина, Анастасія Пекло</i>	
Liposomes as a remedy of targeted drug delivery		Ліпосоми як засоби адресної доставки лікарських засобів	
<i>Tetyana Mordych</i>	384	<i>Тетяна Мордич</i>	
Study of combined disinfectants in conditions close to practical application		Дослідження дії комбінованого дезінфікуючого препарату в умовах наближених до практичного застосування	
<b>Issue 4</b>		<b>N 4</b>	
<i>Hanna Dorosh, Natalia Gregirhak</i>	529	<i>Ганна Дорош, Наталія Грегірчак</i>	
Investigation of thermal resistance of baking yeasts		Дослідження терморезистентності хлібопекарських дріжджів	
<i>Nina Mikitenko Anatoliy Potopalskyi, Leonid Zaika, Olga Bolsunova, Oleksandr Karpov</i>	535	<i>Ніна Микитенко, Анатолій Потопальський, Леонід Заїка, Ольга Болсунова, Олександр Карпов</i>	
Pre-clinical study of the drug Izatizon		Доклінічне вивчення препарату Ізатізон	
<i>Arina Zhivotovska, Natalia Gregirchak</i>	542	<i>Аріна Животовська, Наталія Грегірчак</i>	
Microbiological safety of pastille products new compounding		Мікробіологічна безпека пастильних виробів нової рецептури	
<i>Kateryna Panasiuk</i>	549	<i>Катерина Панасюк</i>	
The protective function of <i>Nocardia Vacciniі</i> IMB B-7405 surfactants		Захисні функції поверхнево-активних речовин <i>Nocardia Vacciniі</i> IMB B-7405	



## Food chemistry

### Issue 1

*Alexander Pivovarov, Sergey Treschuk*

Peculiarities of changes in the properties of water and aqueous solutions treated with the contact nonequilibrium plasma

70

## Life Safety

### Issue 1

*Natalya Volodchenkova, Alexander Hivrich*

Risk analysis of emergency situations in the food industry as a factor in increasing danger of their functioning

75

*Olga Evtushenko*

Factors for assessment of occupational safety meat industry

80

### Issue 3

*Natalya Volodchenkova, Oleksandr Hivrich, Oleg Levchenko*

Analysis of explosive situations in the food industry

421

### Issue 4

*Olga Evtushenko, Sergii Kovalenko*

The labor protection in the meat processing industry of Ukraine

605

## Processes and equipment of food productions

### Issue 1

*Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya*

Results of experimental researches of the process of infra-red heating in thermal household devices

86

*Olga Seidyykh, Svitlana Makovetska*

The tangent plane and the normal line construction with the use of the MathCad mathematical package

94

*Nikolai Menkov, Ivan Ianchev,*

*Kirill Munde*

Experimental determination of the increase of moisture nuts

100

*Roman Matusевич, Oleksandr Tereschenko, Oleksandr Chepelyuk*

Heat treatment modeling of industrial raw materials in the vacuum horizontal boiler

105

### Issue 2

*Stanislava Tashева*

Energy efficiency of different technological regimes in distilleries processing resene I. Stationary distillation apparatus

210

## Харчова хімія

### № 1

*Александр Пивоваров, Сергей Трещук*

Особенности изменения свойств воды и водных растворов, обработанных контактной неравновесной плазмой

## Безпека життєдіяльності

### № 1

*Наталія Володченко, Олександр Хіврич*

Аналіз ризику виникнення аварійних ситуацій на підприємствах харчової промисловості, як чинник підвищення небезпеки їх функціонування

*Ольга Євтушенко*

Апріорний аналіз вибору факторів для оцінки стану охорони праці на підприємствах м'ясної промисловості

### № 3

*Наталія Володченко, Олександр Хіврич, Олег Левченко*

Аналіз вибухонебезпечних ситуацій на підприємствах харчової промисловості

### № 4

*Ольга Євтушенко, Сергій Коваленко*

Стан охорони праці на підприємствах м'ясопереробної промисловості України

## Процеси та обладнання харчових виробництв

### № 1

*Игорь Кирик, Светлана Василевская*

Результаты экспериментальных исследований процесса инфракрасного нагрева в бытовых тепловых аппаратах

*Ольга Седих, Світлана Маковецька*

Комп'ютерна підтримка побудови дотичної площини та нормалі до поверхні в середовищі MathCad

*Николай Менков, Иван Янчев,*

*Кирилл Мунде*

Экспериментальное определение прироста влаги орехов

*Роман Матусевич, Олександр Терещенко, Олександр Чепелюк*

Моделювання процесу теплової обробки технічної сировини у вакуумному горизонтальному котлі

### № 2

*Станіслава Ташева*

Енергетична ефективність різних технологічних режимів при екстрагуванні олії фенхелю

I. Стационарна екстракційна установка

*Vitalii Shutiuk, Oleksandr Bessarab, Vasilenko Sergii*  
The drying modes of artichoke extract in spray dryer  
*Vladimir Pozdnyakov, Sergei Zelenko*  
The mathematical description of grain weight with gravity separator's constructive elements

### Issue 3

*Dmytro Lyulka, Mykola Pushanko*  
Simulation of compression of juice chips mixtures in diffusive device

*Vitaliy Shutuyuk*  
Effect of drying methods and regimes of microstructure change in plant materials

*Evgen Kharchenko, Evgen Dmitruk, Andriy Sharan*  
Aerodynamic resistance nonwoven filter material

### Issue 4

*Oleg Kravec', Maria Shinkarik*  
Filter surface regeneration during whey treatment

*Igor Kirik, Svetlana Vasilevskaya, Alesya Kirik*  
Researches of the process of infra-red heating in thermal device with top and bottom power supply

*Volodymyr Denysiuk, Elena Negodenko*  
The influence of the smoothness of interpolating trigonometric splines on interpolation error

*Valerii Samsonov, Olga Hlobystova, Olga Mazurenko, Andrii Taran*  
The operational reliability of complex energy facilities

## Automatization of technological processes

### Issue 1

*Julia Klymenko, Sergii Baluta*  
Application of neural network regulator in cascade systems of regulation  
*Volodymyr Shesterenko, Iryna Sydorчук*  
Reactive power compensation in the combined system of sugar refinery electricity  
*O.S. Pavljuchenko, A.S. Zubrytska, Y.S. Blyznjuk*  
Advantages and peculiarities of installation automated systems engineering equipment in hotels

215 *Vitalii Shutiuk, Oleksandr Bessarab, Sergii Vasilenko*  
Режими сушіння екстракту топінамбура в розпилювальній сушарці  
*Владімір Поздняков, Сергій Зеленко*  
221 Математичний опис взаємодії зернової маси з конструктивними елементами вібропневмосепаратора

### N 3

393 *Дмитро Люлька, Микола Пушанко*  
Модельовання процесу стискання сокоотружкової суміші в дифузійних апаратах

404 *Vitalii Shutiuk*  
Вплив способів та режимів сушіння на зміну мікроструктури рослинної сировини

412 *Євген Харченко, Євген Дмитрук, Андрій Шаран*  
Аеродинамічний опір нетканих фільтрувальних матеріалів

### N 4

555 *Олег Кравець, Марія Шинкарик*  
Регенерація фільтрувальної поверхні при очистці молочної сироватки

562 *Ігорь Кирик, Светлана Василевская, Аlesia Кирик*  
Исследования процесса инфракрасного нагрева в тепловом аппарате с верхним и нижним энергоподводом

570 *Володимир Денисюк, Олена Негоденко*  
Вплив гладкості інтерполяційних тригонометричних сплайнів на похибку інтерполяції

575 *Валерій Самсонов, Ольга Хлобистова, Ольга Мазуренко, Андрій Таран*  
Експлуатаційна надійність складних енергетичних об'єктів

## Автоматизація технологічних процесів

### N 1

*Юлія Клименко, Сергій Балута*  
Застосування нейромережного регулятора в каскадних системах регулювання  
*Володимир Шестеренко, Ірина Сидорчук*  
111 Компенсація реактивної потужності в комбінованих системах електропостачання цукрових заводів  
*Олена Павлюченко, А. Зубрицька, Ю. Близнюк*  
116 Переваги та особливості впровадження автоматизованих систем управління інженерним обладнанням в готелях

**Issue 4**

- Natalia Shiyanova, Alina Ostapenko, Konstantin Kolyazov*  
Mathematical model of management of spray drying apparatus
- Nataliia Mosiichuk*  
The subsystem of technological monitoring based on the methods of fuzzy logic
- Iuliia Myts, Vita Tsyrunnikova*  
Applying of the innovative intelligent control technology in the hotel industry

**Economics and Management****Issue 1**

- Tetyana Romashko, Liana Maznyk*  
Development of modern methods research of complex social and economic systems

**Issue 2**

- Barbara Chmielewska*  
Differentiation of the standard of living of families in countries of the European Union
- Nadiia Berenda, Anna Koval*  
Overhead costs as a part of operating costs, essence and peculiarities of their distribution

- Viktoria Vloschynska, Tetiana Redziuk*  
Taxation of securities transactions
- Inga Denysiuk*  
The enterprise's development: the essence of the concept and characteristics
- Ludmila Kovalenko, Vasil Martynenko*  
Economic maintenance of resource potential of bank establishment
- Irina Khamutovska*  
Priorities for attracting foreign direct investments in economy of Ukraine

**Issue 3**

- Larisa Protasova, Anatoly Schehorsky*  
The efficiency in the strategic indicators system of dairy processing enterprises

- Ganna Sergeieva, Tetiana Zinchenko*  
The use of functions for mathematical modeling of transient processes
- Bohdan Koval, Oksana Piankova*  
Implementation of export potential national agricultural enterprises

**Issue 4**

- Nataliia Skopenko, Anastasiia Tikhonova*  
Rational assortment portfolio in accordance to the food security

**N 4**

- 581 *Наталья Шиянова, Алина Остапенко, Константин Колязов*  
Математическая модель управления распылительными сушильными установками
- 590 *Наталія Мосійчук*  
Підсистема технологічного моніторингу на основі методів нечіткої логіки
- 597 *Юлія Миць, Віта Цирульнікова*  
Використання інноваційної інтелектуальної технології управління в готельному господарстві

**Економіка та управління****N 1**

- Тетяна Ромашко, Ліана Мазник*  
Розвиток сучасних методів дослідження складних соціально-економічних систем

**N 2**

- Барабара Хмілевська*  
Відмінності в стандартах життя родин в державах Європейського Союзу
- Надія Беренда, Анна Коваль*  
Загальновиробничі витрати як складова операційних витрат, сутність та особливості їх розподілу
- Вікторія Влощинська, Тетяна Редзюк*  
Оподаткування операцій з цінними паперами
- Інга Денисюк*  
Розвиток підприємства: сутність поняття і характеристики
- Людмила Коваленко, Василь Мартиненко*  
Економічний зміст ресурсного потенціалу банківської установи
- Ірина Хамутовська*  
Пріоритети залучення прямих іноземних інвестицій в економіку України

**N 3**

- 429 *Лариса Протасова, Анатолій Щехорський*  
Ефективність діяльності в системі стратегічних показників молоко-переробних підприємств
- 437 *Ганна Сергеева, Тетяна Зінченко*  
Застосування функцій для математичного моделювання перехідних процесів
- 446 *Богдан Коваль, Оксана П'янкova*  
Реалізація експортного потенціалу національних аграрних підприємств

**N 4**

- 612 *Наталія Скопенко, Анастасія Тіхонova*  
Раціональний асортиментний портфель в контексті продовольчої безпеки

Наукове видання

## UKRAINIAN FOOD JOURNAL

**Volume 2, Issue 4  
2013**

**Том 2, № 4  
2013**

Підп. до друку 25.12.2013 р. Формат 70x100/16.  
Обл.-вид. арк. 14.21. Ум. друк. арк. 13.87.  
Гарнітура Times New Roman. Друк офсетний.  
Наклад 100 прим. Вид. № 01н/14. Зам. №

НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68

Свідоцтво про державну реєстрацію  
друкованого засобу масової інформації  
КВ 18964-7754Р  
видане 26 березня 2012 року.