

ISSN: 2312-3990X (Print)
2519-2922 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ
РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА І ТОРГІВЛІ**
**PROGRESSIVE TECHNIQUE AND TECHNOLOGIES
OF FOOD PRODUCTION ENTERPRISES,
CATERING BUSINESS AND TRADE**

**Збірник наукових праць
Collection of research papers**

Видається з 2005 року
Published since 2005

Випускається 2 рази на рік
Published 2 times a year

Випуск 1 (35)
Issue 1 (35)

Харків
ДБТУ
2024

УДК 657.1:642.5.024.3/.5:339

Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки збірник включено до Переліку наукових фахових видань України, категорія «Б» (наказ № 1035 від 23.08.2023).

Свідоцтво про реєстрацію КВ № 25441-15381ПР.

Внесено до Реєстру суб'єктів у сфері друкованих медіа R30-02015.

Збірник включено до НМБД: Index Copernicus, Google Scholar, Academic Resource Index (Research Bib).

Рекомендовано до видання вченою радою Державного біотехнологічного університету, протокол засідання № 12 від 23.05.24 р.

Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / [редкол. : В. М. Михайлов (відпов. ред.) та ін.]. – Харків : ДБТУ, 2024. – Вип. 1 (35). – 201 с.

У збірнику публікуються статті за результатами фундаментальних теоретичних і прикладних досліджень у галузі технічних наук.

Збірник є науковим виданням з прогресивних технологій харчових виробництв та ресторанного господарства. Розглядаються питання інноваційних технологій харчових продуктів, харчових інгредієнтів та добавок, повноцінного харчування та сталих дієт, харчової безпеки та експертизи харчових продуктів, інженерно-технічного забезпечення технологій харчової індустрії.

УДК 657.1:642.5.024.3/.5:339

©Державний
біотехнологічний
університет, 2024

УДК 657.1:642.5.024.3/.5:339

In accordance with the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine, the collection is included in the List of Scientific Professional Publications of Ukraine, category 'B' (order No. 1035 of 23.08.2023)..

Certificate of registration KB № 25441-15381ПР.

The Collection is indexed in scientometric databases: Index Copernicus, Google Scholar, Academic Resource Index (Research Bib).

Recommended for publication by the Academic Council of the State Biotechnological University, minutes of the meeting № 12 from 23.05.24

Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. пр. / [редкол. : В. М. Михайлов (відпов. ред.) та ін.]. – Харків : ДБТУ, 2024. – Вип. 1 (35). – 201 с.

The collection publishes articles based on the results of fundamental theoretical and applied research in the field of technical sciences.

The collection is a scientific publication on advanced technologies of food production and the catering business. The issues of innovative food technologies, food ingredients and additives, adequate nutrition and sustainable diets, food safety and food expertise, engineering and technical support of food industry technologies are considered.

УДК 657.1:642.5.024.3/.5:339

© State Biotechnological University, 2024

Редакційна колегія:

Головний редактор

Михайлов В.М., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна)

Заступник головного редактора

Янчева М.О., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна)

Відповідальний секретар

Прасол С.В., к.т.н., доц. (ДБТУ, Україна)

Члени редакційної колегії:

Богомолов О.В., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Гавриш Т.В., д.т.н., доц. (ДБТУ, Україна);

Головко М.П., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Головко Т.М., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Гринченко Н.Г., д.т.н., доц. (ДБТУ, Україна);

Гринченко О.О., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Губський С.М., к.хім.н., доц. (ДБТУ, Україна);

Дейниченко Г.В., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Євлаш В.В., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Загорулько А.М., к.т.н., доц. (ДБТУ, Україна);

Загорулько О.М., к.т.н., доц. (ДБТУ, Україна);

Касабова К.Р., к.т.н., доц. (ДБТУ, Україна);

Ковбаса В.М., д.т.н., проф. (НУХТ, Україна);

Колесник А.О., к.т.н., доц. (ДБТУ, Україна);

Олійник С.Г., к.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Онищенко В.М., д.т.н., доц. (ДБТУ, Україна);

Пасічний В.М., д.т.н., проф. (НУХТ, Україна);

Погарська В.В., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Сукманов В.О., д.т.н., проф. (ПДАУ, Україна);

Черевко О.І., д.т.н., проф. (ДБТУ, Україна);

Равшанбек Алибеков, к.т.н., доц. (Південно-Казахстанський

державний університет ім. М. Ауєзова, Казахстан);

Тетяна Кінце, д.т.н., проф. (Латвійський університет природничих наук

і технологій, Латвія);

Узаков Ясин Маликович, д.т.н., проф. (Алматинський технологічний університет, Казахстан).

Editorial Board:

Editor-in-Chief

Mykhailov V.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Deputy Editor-in-Chief

Yancheva M.O., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Executive Secretary

Prasol S.V., Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Editorial Board Members:

Bohomolov O.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Gavrysh T.V., Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Holovko M.P., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Holovko T.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Hrynchenko N.H., Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Hrynchenko O.O., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Hubskiy S.M., Cand. Sci. (Chem.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Deinychenko H.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Yevlash V.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Zahorulko A.M., Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Zahorulko O.M., Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Kasabova K.R., Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Kovbasa V.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (NUFT, Ukraine)

Kolesnyk A.O., Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Oliinyk S.H., Cand. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Onyshchenko V.M., Dr. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (SBTU, Ukraine)

Pasichnyi V.M., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (NUFT, Ukraine)

Poharska V.V., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Sukmanov V.O., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (PSAU, Ukraine)

Cherevko O.I., Dr. Sci. (Eng.), Prof. (SBTU, Ukraine)

Alibekov Ravshanbek, Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. (M. Auezov South Kazakhstan State University, Kazakhstan)

Kince Tetyana, Dr. Sci. (Eng.), Prof. (Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia)

Uzakov Yasin Malikovych, Dr. Sci. (Eng.), Prof. (Almaty Technological University, Kazakhstan)

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

УДК 664.149:664.162.8

TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF HALVA WITH ISOMALT AND MALTITOL

A. Radchenko, O. Sokolovska

The sunflower halva recipe was optimized by replacing sugar and molasses with isomalt and maltitol. A series of experiments were conducted to determine the structural-mechanical indicators of halva samples, confirming the feasibility of using isomalt and maltitol to create an alternative product to the high-calorie halva made according to the classical recipe. Additionally, the technological parameters of its production were justified.

Keywords: halva, energy value reduction, maltitol, isomalt.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВИРОБНИЦТВА ХАЛВИ З ІЗОМАЛЬТОМ ТА МАЛЬТИТОЛОМ

А.Е. Радченко, О.О. Соколовська

Оптимізовано рецептуру соняшникової халви шляхом заміни цукру та патоки на ізомальт та мальтитол. Проведено аналіз технологічного процесу та визначено етап, що є важливим процесом формування структурно-механічних та фізико-хімічних показників якості халви. Ґрунтуючись на цьому було складено план проведення експериментальних досліджень.

Для оцінки впливу різних параметрів на якість халви використовувався два змінні параметри технологічного процесу, це час уварювання та час збивання карамельної маси. Установлено, що при заміні цукру-піскоку на ізомальт, патоки – сиропом мальтитолу параметри приготування карамельного сиропу змінюються, а саме скорочується час уварювання і складає 18...19 хв до масової частки сухих речовин напівфабрикату 82 %. Час збивання карамельної маси має складати 12...13 хв, даний зразок показав найкращі результати щодо зовнішнього вигляду, кольору та текстури продукту.

Визначено, що ефективна в'язкість карамельного сиропу з ізомальтом та сиропом мальтитолом знижується несуттєво. В'язкість мальтитолу менша за в'язкість патоки. Мальтитол є мальтотріозою, яка має більш низьку молекулярну вагу, ніж глюкоза або фруктоза (патока), тому вона утворює менш в'язкі розчини. В свою чергу ізомальт має в'язкість на 33 % більшу в порівнянні з цукор-піском. Таким чином в'язкість урівноважується відповідно до прототипу.

Досліджено вплив заміників цукру на пінну систему продукту в цукровій масі та встановлено, що заміна цукру-піску на ізомальт та патоки на сироп мальтитолу підвищує піноутворення на 7%. Визначено, що раціональним є інтервал збивання 13...14 хв, система належним чином насичується бульбашками повітря. Показник піностійкості у досліджуваній модельній системі не відрізнявся від контрольної. Дослідження дисперсності показали, що ізомальт і мальтитол сприяють утворенню більш дрібних і рівномірно розподілених пухирців повітря в карамельній масі.

За результатами дослідження реалізовано можливість використання ізомальту та мальтитолу в рецептурі халви.

Ключові слова: халва, зменшення енергетичної цінності, мальтитол, ізомальт.

General problem formulation. In contemporary society, the pervasive issues of obesity and overweight represent significant public health concerns. Within the European Union, recent data indicate that a majority, constituting 52% of the adult populace, currently grapple with either surplus weight or clinical obesity. Moreover, an average of 17% of adults are afflicted with obesity. The prevalence of obesity, a condition bearing heightened health risks compared to mere overweight, varies across EU member states, ranging from 8% (e.g., Romania and Switzerland) to exceeding 25% (notably observed in Hungary and the United Kingdom).

Consumers are progressively discerning the attributes and utility of low-calorie product categories, aligning with preferences for health-conscious dietary practices, reduced caloric intake, and dental health preservation. Consequently, a surge in demand for low-calorie offerings is witnessed globally. Halva, a traditional confectionery item, distinguished by its firm consistency derived from a blend of boiled sugar syrup, aerated saponin-rich extract sourced from *Saponaria officinalis*, nougat, and either sesame or sunflower paste (tahini), exemplifies this trend.

The utilization of sunflower seeds as a substitute for sesame in sunflower halva, particularly prevalent in Eastern European nations, attests to ongoing innovation in response to dietary requirements. Recognizing the calorific excess exceeding 500 kcal/100 g in halva formulations, there emerges a compelling need for sugar-free alternatives within this confectionery segment [1].

This investigation is directed towards pioneering novel formulations of dietary halva. A primary objective is the development of innovative treacle-free and sugar-free halva mirroring the sensory and textural attributes of conventional counterparts.

Analysis of recent research and publications. Research efforts are aimed at developing methods to diversify the assortment of halva, particularly

through various additives and production technologies. Scientists such as Chuyko V.G. have proposed a new method of halva production involving mixing durations (2.5–3 min, at temperatures of 40–50°C for ground sunflower mass and 135–145°C for beaten caramel mass), utilizing an extract of licorice root as a plant raw material extract. Additionally, researcher suggested adding grains of millet, corn, or rice in quantities of 15–30% to the mixed mass. This method allows for reducing the amount of fats and the caloric content of halva [2].

Boloban L.G. discusses the use of various components to create halva with health-promoting properties. The halva contains caramel mass, protein mass from flax seeds or flaxseed meal, and special additives in specific proportions. This halva is dietary and has high biological value [3].

Chuyko V.G. and Shulaev V.M. propose halva using sunflower mass and a foaming agent of licorice root extract. This method improves the taste by eliminating bitterness and negative effects on blood formation [4].

Researchers [5] propose nut-sunflower halva, using heat-treated peanut kernels at temperatures of 180–220°C, and sodium bicarbonate as a foaming agent (0.009±0.010). As a result, there is an improvement in organoleptic indicators, reduction of defects, and energy consumption.

In the work [6], the author proposes a method of halva production using licorice root extract or tea seed decoction and plant grains (rice and/or millet, and/or corn), enhancing the biological value and extending the shelf life of halva.

Kholodnyak L.V., Kholodnyak O.G., and Lyimar A.O. have developed a method of obtaining halva from pumpkin seeds, which enhances the therapeutic and prophylactic properties of halva [7].

However, the assortment of halva with reduced sugar content remains rather limited. This can be explained by various factors such as high cost, market demand, production complexity, and raw material availability. Demand for halva production with reduced sugar content is increasing and will continue to grow, with maltitol playing a significant role in meeting this demand. Among permitted sugar alcohols, maltitol is closest in properties to sugar and related syrups, thus maltitol syrups can substitute glucose syrups.

The aim of this study was to find the technological parameters for replacing sugar with isomalt and molasses with maltitol syrup in halva technology. The object of this study was technology of halva with isomalt and maltitol.

For halva with isomalt and maltitol was used: sunflower seeds of industrial mixture of 2023 harvest (in accordance with DSTU 4843:2007) [8]; granulated sugar (in accordance with DSTU 2316–93)[9]; drinking water (in

accordance with DSTU 7525:2014) [10]; isomalt (KUK, Germany); maltitol syrup (Cargill, Maltidex™16311, 76%)

It was used a traditional method to make caramel mass: whipping concentrated caramel syrup with soap root extract.

Determination of moisture and dry matter content according to DSTU 4910:2008 "Confectionery products. Methods of determining the mass fractions of moisture and dry substances" [11].

Determination of effective viscosity using rotary viscometer "Rheotest-2" in accordance with the instructions for using the device and the research methodology [12].

Study of foaming ability and foam stability according to Luré method [13].

Evaluation of organoleptic characteristics: GOST 5897-90 "Confectionery products. Methods of determining organoleptic indicators of quality, size, net weight and components".

To calculate the reliability of the obtained results, it was used the Student coefficient (tST) for the accepted level of dependence $P > 0.05$ and the corresponding $(n - 1)$ number of degrees of freedom.

Presentation of the main research material:

A review of the sources indicated the feasibility of using isomalt and maltitol in a technology for halva with reduced calorie content and glycemic index. An innovative product concept presented in Table 1 has been developed.

Table 1

Innovative concept of the product

Indicator name	Characteristics	Implementation sources
Product concept	The new product is a confectionery based on sunflower seeds and the use of sugar substitutes, which has reduced calorie content and glycemic load, acting as a product with an average GI. The production process is simple to execute with low cost compared to the prototype. Ready for consumption	Achieved through the use of sugar substitutes with lower calorie content and glycemic index, which have similar structural-mechanical properties to sugar and syrup.
Assortment	The assortment formation is achieved by varying the recipe composition, namely using raw	Assortment formation is carried out considering the

	materials for preparing "Protein Mass."	forms of implementation and achieved through the possibility of using various plant raw materials.
Target audience	B2C (HoReCa sector, wholesale and retail trade counterparts) B2B (consumers leading a healthy lifestyle, vegetarians, overweight individuals, consumers with insulin resistance)	Achieved through the opportunity to market the confectionery product in any food industry establishment.
Competitive advantages	Biological value with reduced calorie content, a product in the medium GI group, corresponding to modern trends in food technology.	Achieved through the use of sugar substitutes – isomalt and maltitol.
Organoleptic properties	A confectionery product with a tender homogeneous structure, porous and vaguely expressed fibrous-layered consistency without crumbling when cut, non-sticky dry mass, creamy color. Sunflower taste and aroma, without signs of bitterness and moderately sweet.	Achieved through the developed technology of sugar extraction, syrup, and their replacement with isomalt and maltitol.
Product weight	50 g	Recommended daily consumption
Storage period and conditions	From 45 to 90 days	Storage duration depends on packaging, temperature at $18\pm 3^{\circ}\text{C}$, and relative humidity $\geq 75.0\%$.

Excluding granulated sugar and syrup as key components of the recipe affects the structure and flavor characteristics of the confectionery product, as demonstrated in the concept of the developed product. Analysis

of the technological process of halva production showed that the main changes are necessary only in certain elements of the process. It was found that the key stage is a technological operation involving the simultaneous use of granulated sugar and syrup to prepare caramel syrup. This operation determines the structural-mechanical and physicochemical characteristics of halva. At this stage, it is necessary to replace granulated sugar with isomalt and syrup with maltitol. Based on this task formulation, ways to implement the innovative concept were formulated, as outlined in Table 2. Research on the impact of using isomalt and maltitol on the technological process of halva production at various stages allows for the realization of the innovative idea - creating a recipe, production technological scheme, and obtaining a high-quality product with reduced calorie content and glycemic index.

To improve, the basic recipe for sunflower seed halva was used [14]. The presented recipe was implemented by preparing a sugar syrup, where isomalt was used instead of granulated sugar, and maltitol instead of syrup. This allowed for obtaining caramel mass with less sugar.

Table 2

Implementation strategies of innovative concept

№	Potential parameter changes	Measures and objectives
1	Taste	Determine organoleptic indicators of experimental model systems
2	Caramel syrup boiling temperature	Study the parameters of preparing caramel syrup with isomalt and maltitol until the dry matter content $w = 80 - 85 \%$
3	Effective viscosity of caramel syrup	Investigate the effective viscosity of caramel syrup made with isomalt and maltitol, and compare the results obtained with the reference formulation
4	Influence of sugar substitutes on caramel mass formation: - foaming ability; - foam stability; - whipping time; - dispersion composition	Study changes in foaming and foam stability in the caramel mass system with sugar substitutes and determine the whipping interval until a dispersed system with density $\rho = 1.1 \dots 1.15 \text{ g/sm}^3$ is obtained
5	Recipe and production	Calculate and develop the recipe for the new product, analyze the recipe

		composition of halva with isomalt and maltitol, develop a production technological scheme highlighting the main production stages, compile equipment and technological scheme
6	Quality indicators	Study the influence of isomalt and maltitol on organoleptic, physicochemical, microbiological quality indicators and compare the obtained data with the requirements of regulatory documentation
7	Nutritional value	Study the biological, energy, and caloric value of halva with isomalt and maltitol
8	Glycemic load	Calculate the glycemic load of classic sunflower halva recipe and new product and compare the results, determine the product group according to glycemic load

We started the experiment by replacing granulated sugar with isomalt and molasses with maltitol according to the classic halva preparation technology parameters: syrup boiling time $\tau = 20 \cdot 60$ s and whipping time of the caramel mass with soapwort extract $\tau = 15 \cdot 60$ s; and the ratio of recipe components [14]. To create the new halva recipe, it was decided to choose the optimized technological parameters.

It was used four samples with different combinations of boiling time and whipping time of the caramel mass. Working variants with experimental samples and their studied graduations presented in Table 3.

Table 3

Working variants with experimental factors

Variant	Boiling time [min]	Whipping time [min]
Variant 1 – $a_1 b_1$	15	12
Variant 2 – $a_1 b_2$	15	18
Variant 3 – $a_2 b_1$	25	12
Variant 4 – $a_2 b_2$	25	18

Additionally, variant 5 was used as a control sample with the same parameters as in the classic technology. The ratio of protein mass remained unchanged, in accordance with the classic technology. Organoleptic evaluation of all produced samples of halva was performed, and the results

are presented in Table 4. The sample produced according to variant 4 stands out for its pleasant appearance, color, and texture. According to the experimental results, boiling time has the greatest influence on the quality of the caramel mass. The optimal amount of dry matter (DM) in the caramel mass after boiling for halva is 80-85%. If the DM content is below 80%, the mass will be soft and sticky, while a content above 85% will result in hard and brittle halva.

Table 4

Organoleptic characteristics of halva samples with sugar substitution

Halva Samples	Appearance	Color	Texture
Variante 1	Fat homogeneous mass with glossy surface with slight stickiness	Slightly dark - due to lack of shine, white caramel colors	Soft chewy
Variante 2	Fat homogeneous mass with glossy surface with slight stickiness	Pleasant color - well-beaten caramel mass with bright white color	Soft chewy
Variante 3	Homogeneous dry mass of proper shape, not sticky, easy to cut	Slightly dark - due to lack of shine	without shedding when cut, not chewy, slightly soft
Variante 4	Homogeneous dry mass of proper shape, not sticky, easy to cut	Pleasant color - well-beaten nougat with bright creamy color	without shedding when cut, not chewy, slightly soft
Control	at homogeneous mass with slight stickiness	Acceptable color, not chewy	slightly soft

Caramel syrup consists of a mixture of granulated sugar and molasses, which prevents the crystallization of the finished product. According to the traditional recipe, warm water and granulated sugar are poured into a container, heated to a temperature of $t = 138-140\text{ }^{\circ}\text{C}$, and molasses is added in a ratio of 1:2 to sugar. All components are mixed and boiled at the same temperature until the moisture content $w = 14...19\%$. In our case, isomalt was dissolved in water, boiled at the same temperatures, then maltitol was added and boiling continued until the dry substance content

$w = 80...85\%$. The drying method was used to determine the dry substance content for each sample (see table 5). Experimental studies have shown that the optimal parameters for preparing caramel syrup with isomalt and maltitol are boiling for $\tau = 18...19 \cdot 60$ s to a mass fraction of dry substance $w = 82\%$ and whipping time $12...13 \cdot 60$ s. This indicates the influence of using sugar substitutes on this parameter, which is $\tau = 20 \cdot 60$ s according to the classic recipe. This is explained by the fact that the viscosity of isomalt exceeds the viscosity of granulated sugar by 33%. According to organoleptic indicators, the caramel mass had a transparent light-yellow color, without cloudiness, which corresponds to the regulatory documentation.

Table 5

Parameters for preparing caramel syrup depending on the boiling time
 $P \geq 0.95, n = 5$

Indicator name	Boiling time (τ), 1'60 s			
	15...16	18...19	20...21	23...24
Content Dry Substance, (w) %	78	82	87	92
Boiling temperature (t_k), °C	140	138	139	140

The obtained results became the basis for studying the effective viscosity (EV) of caramel syrup made with isomalt and maltitol, and the results are presented in Figure 1.

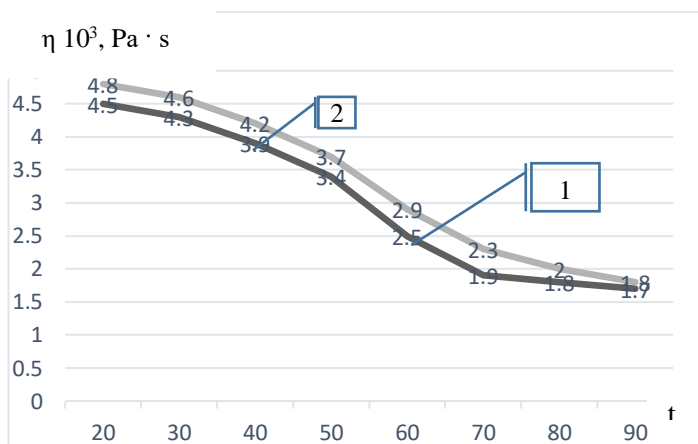


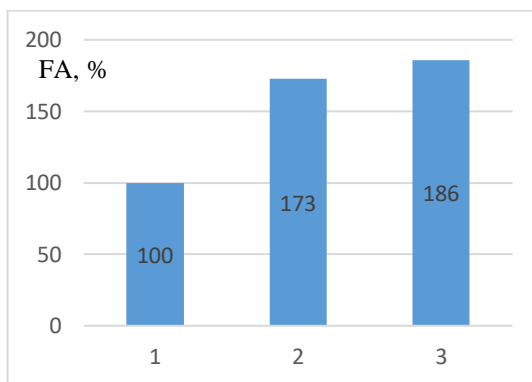
Fig. 1. The effective viscosity (EV) of caramel syrup: 1) MS "sugar-syrup 1:2" (control); 2) MS "isomalt-maltitol 1:2"

It was found that the lowest values of effective viscosity (EV) are observed in the system at a temperature of $t = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Gradual increase in temperature in the range from $t = 20$ to $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ led to a noticeable decrease in EV of model systems. This can be explained by the characteristics of sugar and sugar substitutes. In the temperature range of $t = 50\text{...}90\text{ }^{\circ}\text{C}$, the value for the control model system is $\eta = 3.77\text{...}1.89 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$, and for the "isomalt-maltitol" model system it is $\eta = 3.43\text{...}1.72 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$. This is because isomalt has a higher viscosity ($\eta = 1.5\text{...}2.5 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$) compared to sugar ($\eta = 1.0\text{...}1.2 \times 10^{-3}\text{ Pa}$), while the EV of maltitol is 35% less than that of syrup. However, when used in combination in a ratio of 1:2, the EV of the system is balanced, so the decrease is not significant – the viscosity of maltitol is $\eta = 2.5 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$, and of syrup – $\eta = 3.5 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$. Maltitol is maltotriose, and syrup is a mixture of glucose, fructose, and maltose. Maltotriose, having a lower molecular weight, forms less viscous solutions. To confirm the obtained data, additional studies were conducted on model systems: MS6 – 10% sugar solution and 10% syrup solution; MS7 – 0% isomalt and maltitol solution, at a temperature of $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$. The results showed that in MS6, the average EV value is $\eta = 25.5 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$, while in MS7 it is $\eta = 23.5 \times 10^{-3}\text{ Pa}\cdot\text{s}$. As the temperature decreases, the Brownian motion of water molecules in the system becomes ordered, resulting in the formation of a syrup framework.

Another important factor in halva production is the whipping time of caramel mass. The influence of whipping time is also significant; increasing or decreasing the whipping time of the caramel mass directly affects the quality of the final product. This process occurs at a temperature of $t = 105\text{...}110\text{ }^{\circ}\text{C}$ for a duration of $\tau = 15\text{...}20 \times 60\text{ s}$ according to the classical recipe. To obtain halva with a fibrous stable structure, it is necessary to saturate the dense and viscous caramel mass with air.

At this stage, a foaming agent (2% of the total mass of caramel mass) is used. During whipping, the caramel mass becomes a white porous mass that can be easily mixed with protein semi-finished products. The quality of the caramel mass lies in its ability to be drawn into a long, thin, uniform thread with moisture content within $w = 3.5\text{...}5\%$ and density $\rho = 1.1\text{...}1.15\text{ g/cm}^3$.

Considering the substitution of sugar with isomalt and syrup with maltitol, changes in the foaming process of the system (FA) were investigated. For this purpose, the following MS were used: 1) MS "sugar-syrup" (control) before whipping; 2) MS "sugar-syrup" (control) after whipping; 3) MS "isomalt-maltitol".



$P \geq 0.95$, $n = 5$

Fig. 2 Foam-forming ability of caramel mass: 1) MS "sugar-syrup" (control) before whipping; 2) MS "sugar-syrup" (control) after whipping; 3) MS "isomalt-maltitol"

Foam-forming ability increase in case of using MS "isomalt-maltitol" comparing to control.

Thus, experimental studies have confirmed the feasibility of using isomalt and maltitol to create an alternative product to high-calorie halva according to the classical recipe, as well as justified the technological parameters for the production of halva using isomalt and maltitol were corrected, in particular, the caramel mass $\tau = 18...19 \cdot 60$ s and $\tau = 12...13 \cdot 60$ s (whipping time).

Conclusions. The possibility of using maltitol and isomalt in the technology of low-calorie halva with reduced glycemic load has been determined. An innovative concept has been developed, and indicators informing about the change in structural-mechanical and organoleptic parameters during recipe modification have been studied. It has been established that the caramel syrup cooking time is reduced to 18..19 minutes. The effective viscosity of caramel syrup with isomalt and maltitol syrup is insignificantly reduced. The foaming ability of the foam system for halva is increased. Further research prospects include the development of a recipe and technological scheme for halva production using isomalt and maltitol.

Список джерел інформації / References.

1. Research on oxidative stability of proteinfat mixture based on sesame and flax seeds for use in halva technology / A. Belinska [et al.]// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – Vol. 5, № 11 (101). – P. 6-14.

2. Method of production of "Novomoskovska" halva: pat. 24544 Ukraine: IPC A23G 3/34, A23G 3/48. No. u 1997 073811; statement 16.07.1997; published 16.10.1997, Bull. No. 5.
3. Production line of halva: pat. 336 Ukraine: IPC A23G 7/00, A23L 1/36. No. u 1999 010244; statement 18.01.1999; published 07.06.1999, Bull. No. 3
4. Sunflower halva: pat. 33793 Ukraine: IPC A23G 3/00. No. u 1998 084569; statement 26.08.1998; published 15.02.2001, Bull. No. 1.
5. Nut-sunflower halva "Sunflower halva with peanuts" : pat. 36696 Ukraine: IPC A23G 3/00. No. u 2000 010477; statement 28.01.2000; published 04/16/2001, Bull. No. 3.
6. The method of production of halva: pat. 36125 Ukraine: IPC A23G 3/00. No. u 1999 116032; statement 03.11.1999; published 04/16/2001, Bull. No. 3.
7. The method of obtaining halva from the seeds of a bare-seeded pumpkin: pat. 67288 Ukraine: IPC A23G 3/34, A23G 3/48. No. u 2003 087855; statement 20.08.2003; published 15.06.2004, Bull. No. 6.
8. DSTU 4843:2007 Sunflower seed kernel. Specifications. Effective from 2009-01-01. Kind. officer Kyiv: UkrNDNC, 2007. 16 p.
9. DSTU 2316–93 Sugar-sand. Specifications. Effective from 2007-07-01. Kind. officer Kyiv, UkrNDNC, 2007. 18 p.
10. DSTU 7525:2014 Drinking water. Requirements and methods of quality control. Valid from 2015-02-01. Kind. officer Kyiv. UkrNDNC, 2014. 21 p.
11. DSTU 10:2008 Confectionery products. Methods of determining mass fractions of moisture and dry substances. Valid from 01.01.2009.01.01. Kind. officer Kyiv, 2009. 16 p.
12. Rotary viscometer "Rheotest-2" (Germany): instructions for use; 1992, 3 p.
13. Lurie I.S. Guide to technochemical control in the confectionery industry / I.S. Lurie. M.: Food industry, 1978. – 277 p.
14. Collection of basic recipes of sugary confectionery products. St. Petersburg: GIORD, 2000. – 232 p.

Радченко Анна Едуардівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії, ДБТУ, gasanova.anna.edyardovna@gmail.com

Radchenko Anna, PhD in technical science, ass. prof, department of food technology in restaurant industry, SBTU.

Соколовська Олена Олександрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри міжнародної електронної комерції та готельно-ресторанної справи, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, olenasokolovska@karazin.ua

Sokolovska Olena, PhD in technical science, associate professor of the department of international e-commerce and hotel and restaurant business, V. N. Karazin Kharkiv National University.

DOI 10.5281/zenodo.13320973

УДК 641.56:582.661.21

ДОСЛІДЖЕННЯ ІОНЗВ'ЯЗУВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ БІЛКІВ РИСОВОГО ТІСТА ЗА НАЯВНОСТІ ПОЛІПШУВАЧІВ

Н.О. Боровікова, О.М. Шаніна, Т.В. Гавриш

Наведено важливі аспекти стану комплексу білків та протеїназ у борошняному тісті, що має велике значення для розуміння можливих способів контролю за структурою безглютенового тіста. Досліджено здатність білків рисового борошна, з додаванням добавок подісахаридної та білкової дії, до утворення іонових зв'язків.. Отримані результати спрямовані на покращення структурно-механічних властивостей безглютенового дріжджового тіста та хліба.

Ключові слова: pH, желатин, агар, рисове борошно.

STUDY OF THE ION-BINDING CAPACITY OF RICE DOUGH PROTEINS IN THE PRESENCE OF IMPROVERS

N. Borovikova, O. Shanina, T. Gavrish

Hydrophobic interactions between nonpolar groups of protein molecules play a major role in the formation of the protein framework. These interactions contribute to the folding of protein chains and the formation of a structure.

Oxidation-reduction reactions also play a significant role in creating the structural framework of the dough. During mixing of the dough in an air atmosphere, sulfhydryl groups are oxidized by oxygen, which leads to the formation of disulfide bonds. This process strengthens the protein structure, increases its elasticity and strength.

Dough is a complex system with various rheological properties, which can manifest as properties of an elastic body and a viscous liquid, depending on the conditions. These properties include viscosity, elasticity, plasticity, relaxation and depend on such factors as the amount of deformation and its nature, flour strength, dough moisture, dough processing temperature, formulation and properties of the starting materials.

Changing the pH of the environment also affects the structural interactions in the dough. A decrease in the pH level leads to a decrease in structural interaction forces, while an increase in the pH level can lead to an increase in these forces. Experimental studies have shown that the use of gelatin and agar significantly affects the buffering properties of flour. During the first stage of acid titration, it was noticed that the character of the curved water-flour suspensions differs in the stage of initial titration in the pH range up to 5 after the addition of gelatin and agar. These data testify in favor of a possible change in the surface charge of protein molecules.

Addition of gelatin (0.5% to flour) changes the buffer capacity of suspensions. The decrease in the pH value after the addition of gelatin indicates that the test sample is the most capable of binding H⁺ ions, so the decrease in the pH of the system occurs more slowly. For example, the rate of decrease in pH when adding 4 ml of acid during titration is: for rice flour - 0.319 units/ml (control sample), 0.108 units/ml (with the addition of gelatin without flour), 0.312 units/ml (with the addition gelatin and flour); 0.254 (with the addition of agar without flour), 0.306 (with the addition of agar and flour).

Key words: pH, gelatin, agar, rice flour.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В останні роки стала дуже актуальною проблема непереносимості білка, який міститься в злакових культурах, відомого як глютен. Спостерігається зростаюча кількість людей, які страждають від целиакії або алергії на глютен. Ці захворювання є небезпечними через те, що глютен міститься не лише в продуктах, таких як хліб, макаронні вироби та крупи, а й у багатьох інших продуктах, таких як соуси, напої, м'ясні напівфабрикати, кондитерські вироби та інше. На жаль, на сьогоднішній день немає ліків для целиакії. Людям, які страждають на цю хворобу, необхідно постійно дотримуватися безглютенової дієти.

На сьогоднішній день популяризація безглютенового харчування стимулює виробників продуктів щоденного споживання до використання альтернативних видів борошна. Ця тенденція дозволяє максимально використовувати потенціал круп'яних культур, зокрема рису, кукурудзи, гречки, сорго та інших. Вона сприяє розширенню асортименту вітчизняних безглютенових продуктів, надаючи виробникам можливість більш повно використовувати виробничі ресурси, а споживачам - отримувати продукти високої якості за доступними цінами.

В Україні вже розроблено широкий асортимент безглютенової продукції, яка включає хлібобулочні, макаронні, кондитерські вироби, харчові концентрати та продукти дитячого харчування. Проте, існують дві основні проблеми, які залишаються невирішеними. По-перше, це досягнення структури продуктів, що не поступається виробам з пшеничного борошна. Це важливо для задоволення вимог споживачів до якості і текстури продуктів. По-друге, важливо підвищити харчову цінність безглютенових продуктів, забезпечивши їх відповідними поживними речовинами та вітамінами. Розв'язання цих проблем дозволить ринку безглютенових продуктів подальше розвиток та задоволення потреб споживачів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За класичними рецептурами безглютенового хліба найчастіше використовують

борошно рисове, кукурудзяне або їх комбінації у різних пропорціях. Ці види борошна віддають перевагу завдяки високому вмісту крохмалю та нейтральному смаковому профілю. Дослідження ринку хліба та хлібобулочних виробів в Україні, проведене науковцями Львівської політехніки, підтвердило, що головними напрямками у впровадженні інновацій на вітчизняних підприємствах є виробництво хліба з рисового та кукурудзяного борошна [1]. Продукти з рису мають низку переваг, включаючи повноцінний амінокислотний склад, легкоусвоювані вуглеводи, гіпоалергенність, а також вони запобігають синерезису (відділення рідини від гелю) і мають властивості відбілювання [2]. У виробництві кондитерських і макаронних виробів, продуктів дієтичного та дитячого харчування часто використовують рисову крупу і побічні продукти її виробництва, такі як рисову муку, рисове борошно та рисовий крохмаль [3, 4].

Рисове борошно володіє широким спектром природних мікроелементів, вітамінів і мінеральних речовин, що робить його вельми корисним у харчуванні. Однією з ключових особливостей рисового борошна є його високий вміст крохмалю (понад 80%), який легко перетравлюється та засвоюється організмом. Відмінною рисою цього продукту є також низький вміст клітковини (0,4-0,5%) і моно- та дисахаридів (0,4-0,5%) [5].

Встановлено, що рисове борошно має титровану кислотність на рівні 2,2 градуси. Це значення обумовлене його хімічним складом. Під час виробництва рисового борошна видаляються оболонки та зародок рису, тому борошно містить обмежену кількість органічних кислот, що відображається у значенні рН (5,65-5,7 одиниць за приладом).

На сьогодні використання продуктів переробки рису у безглютенових виробках має досить широкий досвід. Співвідношення вітамінів, мікроелементів та крохмалю надає дієтичному продукту корисні властивості. Розроблено рецептури безглютенового хліба, мафінів, хрустких хлібців, печива, бісквітів, макаронних виробів і т.д. [18]. Основні напрями використання рисового борошна у цих продуктах включають розробку сумішей крохмалів з рисовим борошном у різних пропорціях, використання ферментних препаратів, застосування структуроутворювачів полісахаридної та білкової природи та інше.

Мета статті – встановлення можливих взаємодій між рисовою борошняною сировиною та різними структуроутворювачами за допомогою титриметричного аналізу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Найінформативнішим методом для визначення кількості зв'язаних іонів Н⁺ та ОН⁻ є потенціометричне титрування, яке ґрунтується на буферній

здатності білків. Взаємодія досліджуваних добавок з буферними розчинами може бути визначена за неспівпаданням кривих, отриманих експериментальним та теоретичним шляхом.

Дослідженню піддавали водно- борошняні суспензії на основі рисового борошна з желатином та агаром харчовими та їх сумішшю.

Для титрування водно-борошняних суспензій використовували лабораторний рН-метр та магнітну мішалку.

Кількість зв'язаних іонів водню та гідроксильних груп 1 %-вої водно-борошняної суспензії визначали стандартним методом потенціометричного титрування [6].

Експериментальними дослідженнями встановлено, що застосування желатину та агару помітно змінює буферні властивості борошна. На першому етапі титрування здійснювали кислотою. На рис. 1 та 2 наведено результати титрування на прикладі водно-борошняних суспензій з додаванням желатину та агару на основі рисового борошна. Три з чотирьох кривих отримано експериментально, четверту – розрахунковим шляхом. Встановлено, що хід кривих водно-борошняних суспензій не співпадає на етапі початкового титрування в інтервалі рН до 5 (за додавання желатину та агару). Такі дані свідчать на підтвердження можливої зміни поверхневого заряду білкових молекул.

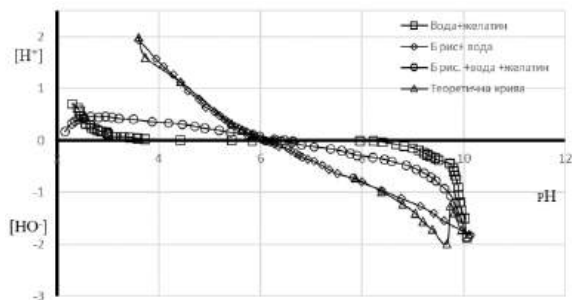


Рис. 1. Кількість зв'язаних іонів H^+ та OH^- за різної величини рН середовища при додаванні желатину

Додавання желатину до суспензії (0,5% до борошна) призводить до зміни буферної ємності, що проявляється у зниженні значень рН. Це свідчить про здатність досліджуваного зразка зв'язувати іони H^+ та уповільнювати процес зниження рН. Наприклад, темп зниження рН під час титрування для різних випадків складає: 0,319 од./мл для рисового борошна (контрольний зразок), 0,108 од./мл з додаванням желатину без борошна, 0,312 од./мл з додаванням желатину та борошна, 0,254 од./мл

з додаванням агару без борошна та 0,306 од./мл з додаванням агару та борошна. На рис. 3 представлені результати титрування водно-борошняних суспензій з сумісним використанням структуроутворювачів

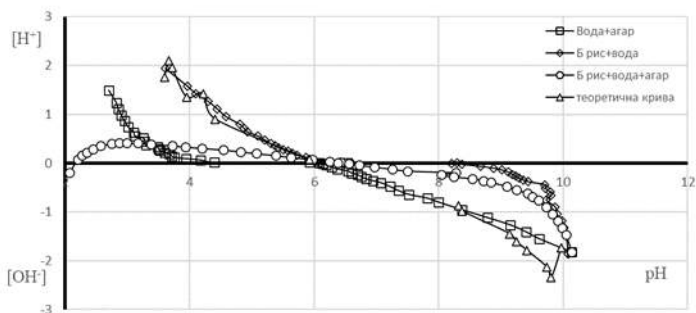


Рис. 2. Кількість зв'язаних іонів H^+ та OH^- за різної величини рН середовища при додаванні агару

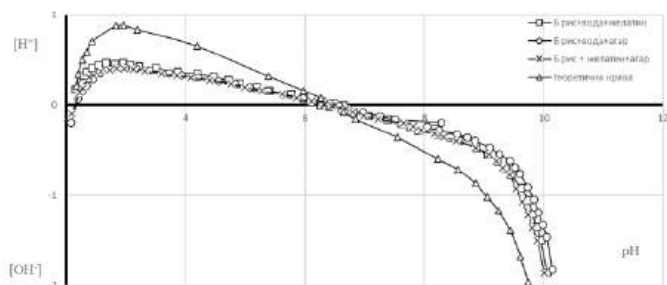


Рис. 3. Кількість зв'язаних іонів H^+ та OH^- за різної величини рН середовища при сумісному використанні структуроутворювачів

Аналіз кривих дослідження кількісно підтверджує, що зв'язування іонів водню желатину та агару є неадитивним. Це явно вказує на взаємодію між полісахаридами та білками у водному розчині під час процесу титрування.

Висновки. Експериментальні дослідження показали, що додавання желатину та агару впливає на поведінку водно-борошняних суспензій, особливо на етапі початкового титрування в діапазоні рН 5. Виявлено, що ці зміни можуть бути пов'язані зі зміною поверхневого заряду білкових молекул. Додавання добавок до суспензії призводить до зміни буферної ємності, що виявляється у зниженні значень рН. Це

свідчить про здатність досліджуваних зразків зв'язувати іони H^+ та уповільнювати процес зниження рН. Результати титрування підтверджують ці зміни та вказують на значний вплив структуроутворювачів на буферні властивості борошна.

Список джерел інформації / References

1. Кузьо Н.Є., Косар Н.С., Пагута М.Г. Дослідження ринку хліба та хлібобулочних виробів України та обґрунтування товарних інновацій виробників на ньому / Н.Є. Кузьо, Н.С. Косар, М.Г. Пагута // Економіка і суспільство. – 2017. – Вип. 12. – с. 284-291.

Kuz'o N.Ye., Kosar N.S., Pahuta M.H. Doslidzhennya rinku khliba ta khlibobulochnikh virobiv Ukrayini ta obruntuvannya tovarnikh innovatsiy virobnikiv na n'omu / N.Ye. Kuz'o, N.S. Kosar, M.H. Pahuta // Ekonomika i suspil'stvo. – 2017. – Vip. 12. – s. 284-291.

2. Дзюндзя, О., & Звагольська, К. (2021). Аналіз нетрадиційної борошняної сировини для виробництва хлібобулочних виробів. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, (1), 22-29. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.4>

Dzyundz'ya, O., Zvahal's'ka, K. (2021). Analiz netraditsiynoyi boroshnyanoyi sirovini dlya virobnytstva khlibobulochnikh virobiv. Tavriys'kiy naukoviy visnik. Seriya: Tekhnichni nauki, (1), 22-29.

3. Ковальчук І.О., Грищенко О.В. Оцінка якості вторинних продуктів переробки зерна рису та їхнє застосування в харчовій промисловості. Вісник Національного університету харчових технологій. Том 24, Випуск 3, 2019 рік, сторінки 38-45.

Koval'chuk I.O., Hritsenko O.V. Otsinka yakosti vtorinnikh produktiv pererobki zerna risu ta yikhnye zastosuvannya v kharchoviy promislovosti. Visnik Natsional'noho universitetu kharchovikh tekhnolohiy. Tom 24, Vipusk 3, 2019 rik, storinki 38-45.

4. Navaratna S.B. Technology of rice bread making / S.B. Navaratna. – Nugegoda: University of Sri Jayewardenepura, 2015. – 30 p.

5. Кулініч В. І. Рисове борошно – перспективна сировина для безглютенних продуктів / В. І. Кулініч, А. В. Гавриш, В. Ф. Доценко // Наукові праці [Одеської національної академії харчових технологій]. - 2013. - Вип. 44(1). - С. 175-178.

Kulinich V. I. Ry'sove boroshno – perspektyvna syrovyna dlya bezglyutenovy`x produktiv / V. I. Kulinich, A. V. Gavry'sh, V. F. Docenko // Naukovi praci [Odes'koyi nacional'noyi akademiyi xarchovy`x tekhnologij]. - 2013. - Vy`p. 44(1). - S. 175-178.

6. О. М. Сафонова, "Наукове обґрунтування та розроблення технологій борошняних кондитерських і хлібопекарських продуктів з використанням нетрадиційної борошняної сировини", дис. докт. наук, НУХТ, Київ, 2007.

O. M. Safonova, "Naukove obruntuvannya ta rozroblennya tekhnolohiy boroshnyanikh konditers'kikh i khlibopekars'kikh produktiv z vikoristanniam netraditsiynoyi boroshnyanoyi sirovini", dis. dokt. nauk, NUKhT, Kiyiv, 2007.

Боровікова Наталія Олексіївна, ст. викладач, кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет. e-mail: nuklon@ukr.net.

Borovikova Natalia, Art. Lecturer, Department of Bakery and Confectionery Technology, State Biotechnological University. e-mail: nuklon@ukr.net.

Шаніна Ольга Миколаївна, докт. техн. наук., професор, кафедра технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет. e-mail: o.shanina.ua@gmail.com.

Shanina Olha, dr. technical Science, professor, department of bakery and confectionery technology, State Biotechnology University. e-mail: o.shanina.ua@gmail.com.

Гавриш Тетяна Володимирівна, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрою технології хлібопродуктів і кондитерських виробів. e-mail: gavrishtanya@ukr.net.

Gavrish Tatyana, Ph.D. technical of Sciences, associate professor, head department of technology of bread products and confectionery products. e-mail: gavrishtanya@ukr.net.

DOI 10.5281/zenodo.13321031

УДК 664.664:[634.51:631.576.4]

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕТИНОК ВОЛОСЬКОГО ГОРІХУ В ТЕХНОЛОГІЇ БУЛОЧНИХ ВИРОБІВ

О.Г. Шидакова-Каменюка, А.Л. Рогова, І.В. Чоні

Представлено результати досліджень можливості використання вторинної сировини, що накопичується під час переробки волоських горіхів (перетинки) у технології булочних виробів. Рекомендоване дозування подрібнених горіхових перетинки становить 2,5 та 5% від маси готового продукту. Вміст йоду в таких виробках складає 85,1 та 170,1 мкг/100г, також вони характеризуються меншою калорійністю і вищим вмістом клітковини.

***Ключові слова:** безвідходне виробництво, вторинна сировина, булочні вироби, горіхові перетинки, волоський горіх, збагачення йодом.*

PROSPECTS OF USING WALNUT MEMBRANE IN BAKERY TECHNOLOGY

O. Shydakova-Kamenuka, A. Rogova, I. Choni

In the food processing industry, as a rule, multi-component raw materials are used, but mainly only one main component is subject to extraction. This leads to the

fact that only a small part of the raw material (15-30%) goes into the composition of the final product, and the rest is considered waste, which usually contains a significant amount of useful substances. Scientists and practitioners of the industry research the chemical composition of secondary raw materials, offer technologies for their use for the production of food products of increased biological value.

The article presents the results of research into the possibility of using secondary raw materials for the processing of walnuts (membranes) in the technology of bakery products. It was established that the content of iodine in walnut membranes is 4200 µg/100 g, which is significant in view of the daily human need for this substance. The recipe for the bakery product "Vanilla Bun" was chosen as the control. Nut membrane powder was introduced at the stage of dough kneading after preliminary mixing with wheat flour. The additive was applied in the amount of 2.5; 5.0 and 7.5% of the weight of the finished product. It was established that the introduction of walnut membrane powder causes a slight deterioration of the dimensional stability of products, practically does not affect the porosity and moisture of bakery products, but contributes to the reduction of their losses during baking. The decrease in baking can be caused by the moisture-retaining properties of fiber and the possible formation of complexes of additive substances with dough components, which helps to reduce the loss of not only moisture, but also dry substances. All samples have acceptable organoleptic indicators, only in the sample with the highest content of the additive, a slight off-flavor appears and the shape deteriorates slightly.

According to the results of the research, the recommended dosage of the additive in the technology of bakery products is 2.5 and 5% of the weight of the finished product. The iodine content in such products is 85.05 and 170.10 µg/100 g. Also, the proposed bakery product is characterized by lower calorie content and is significantly enriched with fiber.

Key words: zero waste manufacturing, secondary raw materials, bakery products, nut membranes, walnut, iodine enrichment.

Постановка проблеми у загальному вигляді. З другої половини 20-го століття стало незаперечним, що діяльність людини в її нинішньому вигляді спричиняє зміни навколишнього середовища, які можуть поставити під загрозу все життя на нашій планеті. Проблеми, пов'язані зі зміною клімату та забрудненням навколишнього середовища, досягли такого рівня, що країни світу намагаються з ними впоратися. Країни ведуть боротьбу з переробкою та утилізацією постійно зростаючої кількості відходів. Тому існує потреба в обмеженні кількості відходів [1]. Виробництво без відходів (zero waste manufacturing – ZWM або частіше використовуване в українському інформаційному просторі «zero-waste») – це концепція підтримки переходу країн до замкнутого циклу шляхом розробки виробничих технологій і систем, які усувають відходи за рахунок повторного використання та переробки. Впровадження безвідходних технологій дозволяє компаніям-виробникам зменшити кількість відходів і

запобігти потраплянню їх на звалище. Переробка сировини з дотриманням вимог концепції ZWM зменшує викиди парникових газів, споживання енергії та залежність від первинних матеріалів, що означає економію ресурсів [2].

Перед фахівцями харчової галузі стоять завдання щодо розроблення ресурсозберігаючих технологій, які забезпечують раціональне використання сільськогосподарських ресурсів, більш широке залучення місцевих і нетрадиційних видів сировини, підвищення якості та біологічної цінності продукції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Комплексне використання вторинної сировини переробної промисловості, що передбачає подальше її залучення до виробництва харчової продукції, є суспільно важливим економічним процесом, спрямованим на оптимізацію ресурсного потенціалу. Так, у харчовій переробній промисловості використовується багатоскладова сировина, але в основному вилученню підлягає переважно один основний компонент: олія, цукор, крохмаль тощо. Це призводить до того, що лише невелика частина сировини (15–30%) переходить до складу кінцевого продукту, а решта вважається відходами. Відходи харчової переробної галузі зазвичай містять значну кількість корисних речовин, таких як вітаміни, білки, клітковина та мікроелементи. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку ефективних методів використання цих відходів, наприклад, шляхом їх переробки в додаткові продукти або застосування в інших сферах, щоб максимізувати використання ресурсів і зменшити вплив на довкілля [3]. Науковці і практичні працівники галузі багато уваги приділяють дослідженню хімічного складу вторинних сировинних ресурсів, надають рекомендації щодо їх залучення до виробництва харчової продукції підвищеної біологічної цінності [4, 5].

Насамперед збагачувати доцільно продукти масового споживання, які доступні для всіх груп дитячого й дорослого населення й регулярно використовуються в повсякденному харчуванні. До таких продуктів відносяться вироби на основі борошна, зокрема, кондитерські та хлібобулочні.

Так, у роботі [6] надано рекомендації щодо використання під час виготовлення печива порошку з виноградних кісточок. За спеціальними технологіями із виноградних вичавків, що є відходами виноробної промисловості, відокремлюють кісточку та отримують з них цінну виноградну олію. Вичавки, що залишилися, висушують та подрібнюють у порошок, що характеризується значним вмістом біологічно активних речовин, в першу чергу, антиоксидантів поліфенольної природи. Внесення такого порошку до здобного печива у кількості 15,0 %

покращує його фізико-хімічні й органолептичні показники якості та збагачує виріб біологічно активними речовинами. Оскільки порошки отримують з відходів основного виробництва, вони, як правило, мають низьку вартість, що не викликає підвищення ціни на нову продукцію.

При переробленні хеномелесу на сік залишається багато вичавок. Кількість відходів при виробництві соків може сягати до 50 %. Значно скоротити їх частку можна за комплексного перероблення сировини. У результаті дослідження хімічного складу вичавок науковці ПУЕТ під керівництвом проф. Г.П. Хомич встановили, що вони містять пектинові і фенольні речовини; L-аскорбінову кислоту, органічні кислоти, які позитивно впливають на якість дріжджового тіста, підвищують об'ємний вихід виробів, поліпшують їх смак і аромат [7].

Цінним джерелом корисних речовин є пивна дробина, яка містить комплекс речовин з високою харчовою цінністю та біологічною активністю. Склад дробини залежить від якості солоду, кількості неосолодженої сировини, а також сорту пива, що виготовляється. Борошно з пивної дробини містить білки, жири, клітковину, мікроелементи (цинк, залізо, мідь та ін.), вітаміни групи В тощо. Розроблена технологія кексів з додаванням борошна з пивної дробини [8].

Широкого розповсюдження знайшли дослідження щодо застосування в технології борошняних кондитерських виробів побічної продукції олійного виробництва – шротів насіння амаранту, льону, гарбуза, волоського та кедрового горіхів тощо. Висока біологічна та харчова цінність шротів зумовлена, у першу чергу, наявністю білків, макро- і мікроелементів, харчових волокон, поліфенольних сполук та інших фізіологічно цінних речовин. Присутність у добавках достатньої кількості жирів дозволяє використовувати їх в рецептурах пісочних виробів, кексів [9–11].

Звичайно, перелік досліджень і розробок щодо використання вторинної сировини у виробництві борошняної продукції не обмежується наведеними даними.

Необхідно зазначити, що на сьогодні науковці все більше приділяють уваги не просто використанню вторинних ресурсів для загального покращення нутрієнтного складу харчової продукції, а й намагаються досягти при цьому цільового збагачення. Тобто підвищити вміст у продуктах конкретних речовин, дефіцит яких реально має місце, досить широко розповсюджений й небезпечний для здоров'я. Останнім часом в Україні значного загострення зазнала проблема йододефіциту [12]. Йод є життєво необхідним мікроелементом, без якого організм людини не здатний нормально функціонувати. Він входить до складу

гормонів щитовидної залози, які підтримують нормальний вуглеводний, білковий і жировий обмін в організмі, а також стабільний стан психіки людини. Йод позитивно впливає на розумову діяльність. Добова норма споживання йоду становить 150–250 мкг [12, 13].

Збагачення харчових продуктів йодом – складна задача, як в технологічному, так і в споживчому відношенні. Сполуки йоду зазвичай надають продуктам специфічного смаку та аромату. Водночас, збагачення харчових продуктів не повинне погіршувати їх споживчі властивості, істотно змінювати смак, аромат. При цьому вміст корисних речовин у збагаченому продукті повинний бути достатнім для задоволення 30–50 % середньоденної добової потреби у збагачувальній речовині [14].

Використання неорганічних сполук йоду для збагачення борошняної продукції обмежене. Це зумовлене особливостями його засвоєння – надлишкове надходження до організму може мати негативні наслідки. Органічний йод зв'язаний з білком, тому вивільнюється в організмі повільно і передозування ним отримати неможливо [15]. Зважаючи на зазначене більш поширеним є використання для збагачення борошняної продукції натуральної йодовмісної сировини. Найбільш популярним джерелом йоду є морські водорості. Зокрема, експериментально доведено доцільність застосування йодовмісних добавок на основі морських водоростей у технології хлібобулочних виробів [16, 17] та кексів [18], що надає їм оздоровчих властивостей. Однак, морські водорості містять додаткові компоненти, які можуть впливати на смак та запах кінцевого продукту.

Перспективним джерелом йоду для нашого регіону можуть бути відходи переробки волоського горіху. Під час отримання ядер волоського горіха залишається зелена шкірка, тверда шкаралупа та перетинки, яким притаманний значний вміст йоду. Є рекомендації щодо збагачення кондитерської продукції йодом за рахунок використання спиртового витягу з листя, шкірки та молодого ядра волоського горіху [19]. В роботі [20] запропоновано використання в технології пісочного напівфабрикату порошку з листя волоського горіху (у кількості 1,5% від маси борошна). Але можливість використання горіхових перетинок майже не оцінювалася. Це робить перспективними дослідження в напрямку використання горіхових перетинок для збагачення йодом булочних виробів.

Метою статті є дослідження можливості використання подрібнених перетинок волоського горіху в технології булочних виробів.

Задачі, що підлягали вирішенню для досягнення поставленої мети:

- проаналізувати характеристики подрібнених перетинок волоського горіху (вміст йоду, вологість, розмір часток);
- дослідити вплив подрібнених горіхових перетинок на фізико-хімічні та органолептичні властивості булочного виробу та визначити раціональне дозування добавки;
- визначити ступінь збагачення булочних виробів йодом та клітковиною, а також їх калорійність у разі внесення подрібнених горіхових перетинок.

Виклад основного матеріалу дослідження. У дослідженнях використовували перетинки волоського горіху, зібрані із плодів, заготовлених у Полтавській області, врожаю 2022 р. Перетинки подрібнювали до порошкоподібного стану за допомогою жорнового млину для зерна.

За контроль обрано рецептуру булочного виробу «Булочка ванільна» [21]. Виготовлення тіста здійснювали безопарним способом. Для реалізації способу дріжджі, цукор та сіль розчиняли у воді ($t=35...40^{\circ}\text{C}$), вносили яйця, ванілін та борошно і перемішували до однорідної консистенції. Потім вливали розтопленій маргарин і замішували тісто, яке залишали для бродіння. Режими дозрівання тіста – тривалість 3...4 год за температури $35...40^{\circ}\text{C}$. З тіста формували булочні вироби округлої форми, вистоювали 30...40 хв, поверхню змащували меланжем та випікали 12...16 хв за температури $200...210^{\circ}\text{C}$. Подрібнені горіхові перетинки вносили на етапі замісу тіста після попереднього змішування з борошном пшеничним. Добавку вносили у кількості 2,5; 5,0 і 7,5% від маси готового виробу, що становить відповідно 3,8; 7,6 та 11,4% від маси борошна.

Вологість перетинок волоського горіху визначали висушуванням до постійної маси. Для визначення масової частки йоду у горіхових перетинках використано титриметричний метод аналізу. Метод заснований на видаленні органічних речовин, екстракції йодиду, окисленні йодиду в йодат і виділенні вільного йоду, що титрують сірчаноокислим натрієм, за витратами якого розраховують вміст йоду в продукті [22]. Розмір частинок добавки визначали методом мікроскопіювання за 120-кратного збільшення.

Вологість та пористість булочних виробів встановлювали згідно з ДСТУ 7045:2009; показник упікання розраховували за різницею між масою тістової заготовки і масою щойновипеченого гарячого виробу, вираженою у відсотках; формостійкість – за відношенням висоти

випеченого виробу до його діаметру. Органолептичну оцінку якості досліджуваних зразків здійснювали відповідно до ДСТУ 9188:2022. Вміст йоду та клітковини в булочних виробках, а також їх калорійність встановлювали розрахунковим шляхом.

На першому етапі досліджень оцінювали деякі характеристики подрібнених перетинок волоського горіху порівняно з борошном пшеничним вищого сорту (табл. 1).

Таблиця 1

Деякі характеристики подрібнених перетинок волоського горіху порівняно з борошном пшеничним ($p \leq 0,05$, $n=5$, $\sigma=3,0-4,5\%$)

Показник	Значення показнику	
	Борошно пшеничне вищого сорту*	Порошок перетинок волоського горіху
Вологість, %	14,0	2,4
Вміст йоду, мкг/100 г	-	4200
Розмір часточок, мкм	30...40	150...180

* згідно [23]

У літературних джерелах відсутні конкретні дані щодо хімічного складу горіхових перетинок [24]. Тому на першому етапі дослідження встановлювали вміст йоду в добавці – він становить 4200 мкг/100 г. З огляду на те, що добова потреба людині в цьому елементі дорівнює 150–250 мкг, отриманий результат свідчить про доцільність застосування горіхових перетинок для збагачення йодом борошняних виробів. Вологість досліджуваної добавки значно нижче ніж у борошна пшеничного – майже в 6 разів.

Це необхідно враховувати під час складання рецептур булочних виробів з додаванням горіхових перетинок. За розміром часточок добавка, яку аналізували, перевищує пшеничне борошно, що може вплинути на фізико-хімічні та органолептичні властивості продукції з її внесенням.

На другому етапі досліджень оцінювали вплив подрібнених перетинок волоського горіха на фізико-хімічні властивості булочного виробу.

Встановлено (табл. 2), що внесення добавки спричиняє незначне погіршення показнику формостійкості продукції.

Таблиця 2

Вплив подрібнених перетинок волоського горіху на формостійкість та пористість булочних виробів ($p \leq 0,05$, $n=5$, $\sigma=3,2-4,6\%$)

Показник	Дозування подрібнених перетинок волоського горіху, %			
	0	2,5	5,0	7,5
Формостійкість, од	0,39	0,38	0,37	0,35
Пористість, %	78	78	79	79

Це може бути зумовлено зменшенням кількості борошна в рецептурі, а отже і клейковини у тісті. Відомо, що у формуванні структури хлібобулочних виробів ключову роль відіграють клейковинні білки борошна. Саме вони забезпечують пружність тіста, його розтяжність і здатність утримувати газову фазу, що виділяється в процесі бродіння та випікання продукції (вуглекислий газ, пари спирту та води тощо) [25]. Крім того, добавка має більший розмір часточок, за рахунок чого вона може фізично обтяжувати заготовки булочних виробів.

Пористість булочних виробів є важливим показником якості, оскільки вона відображає об'єм пор, що міститься в певному об'ємі м'якушки та віддзеркалюється на органолептичних властивостях готової продукції. Дослідження показали (табл. 2), що за введення подрібнених перетинок волоського горіху пористість виробів практично не змінюється. Різниця між контрольним зразком та виробом з максимальним внесенням добавки становить близько 1 відсоткового відсотка, що знаходиться в межах відносної похибки експерименту.

Масова частка вологи в хлібобулочному виробі є важливим показником його якості. Згідно з вимогами технологічної документації вологість для даних виробів повинна бути в межах $37,0 \pm 1,5\%$ [21]. В дослідних зразках значення показника вологості за збільшення дозування горіхових перетинок дещо зростає – з $37,2\%$ у контролі до $37,7\%$ за вмісту добавки $7,5\%$ (рис. 1, залежність 1). Це зумовлене наявністю харчових волокон у перетинках, що мають водозв'язуючі властивості. За значенням показника вологості всі досліджувані зразки булочних виробів відповідають технологічній документації.

На вихід готових виробів впливає показник упікання (рис. 1, залежність 2). Встановлено, що упікання булочних виробів зі збільшенням вмісту порошку горіхових перетинок до $7,5\%$ знижується на $36,1\%$. З одного боку це може бути зумовлено вологоутримувальними властивостями харчових волокон, з іншого –

можливим утворенням комплексів речовин добавки зі складовими тіста, що сприяє зниженню втрат не лише вологи, а й сухих речовин.

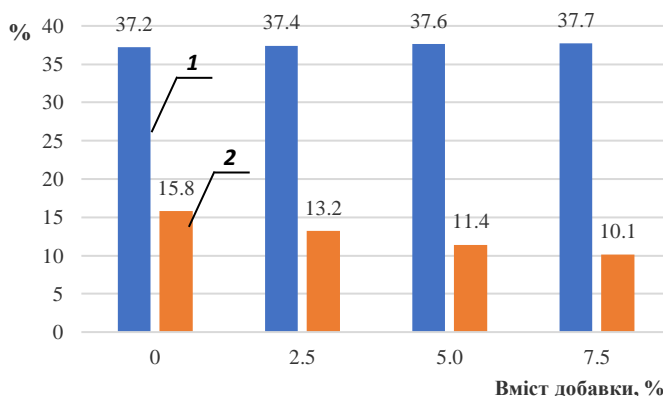


Рис. 1. Вплив подрібнених перетинків волоського горіху на вологість (1) та упікання (2) булочного виробу

Таким чином, за фізико-хімічними показниками всі зразки булочних виробів з добавками відповідають встановленим вимогам.

Під час визначення якості готових булочних виробів окрім фізико-хімічних показників значну роль відіграють їх органолептичні властивості. Усі зразки мають гладку поверхню, без тріщин, підривів світло-коричневого кольору. М'якушка – еластична, після легкого натискання приймає вихідну форму, пори – дрібні і рівномірно розподілені. Колір м'якушки – світлий, за збільшення концентрації добавки з'являються вкраплення світло коричневого відтінку. У зразку з найбільшим вмістом перетинків з'являється легкий сторонній присмак та дещо погіршується форма.

Проведено розрахунок вмісту йоду та клітковини в досліджуваних зразках та розраховано їх калорійність (табл. 3). Під час визначення вмісту йоду враховано, що його втрати під час виготовлення хлібобулочних виробів з додаванням порошкоподібної йодовмісної органічної сировини становлять в середньому 19% [26].

З огляду на те, що добова норма йоду складає в середньому близько 200 мкг [12, 13], можна рекомендувати для збагачення йодом харчових раціонів булочні вироби з додаванням подрібнених горіхових перетинків у кількості 2,5 та 5,0%. Такі зразки порівняно з контролем також характеризуються вищим вмістом клітковини (в 1,6 та 2,2 рази відповідно) та дещо меншою калорійністю (на 2,8 та 5,3%).

Таблиця 3

Вміст йоду та клітковини у булочних виробах і їх калорійність (на 100 г)

Показник	Одиниці виміру	Зразки з додаванням порошку перетинок волоського горіху, %			
		0	2,5	5,0	7,5
Йод	мкг	0	85,1	170,1	255,2
Клітковина	г	2,49	4,01	5,54	7,06
Калорійність	ккал	321	312	304	296

Таким чином, на основі дослідження фізико-хімічних та органолептичних показників якості булочних виробів з різним вмістом подрібнених перетинок волоського горіху та оцінки деяких показників їх хімічного складу, було встановлено, що рекомендована кількість добавки становить до 5,0%. При такому дозуванні вироби мають високі органолептичні властивості та фізико-хімічні показники, які відповідають вимогам нормативних документів.

Висновки. За результатами досліджень можливості використання подрібнених перетинок волоських горіхів в технології булочних виробів зроблено такі висновки:

- розмір часточок подрібнених перетинок волоського горіху дорівнює 150...180 мкм, вологість – 2,4%, вміст йоду – 4200 мкг/100 г;

- за внесення добавки у кількості до 7,5% основні показники фізико-хімічних властивостей булочних виробів (вологість, пористість, упік та формостійкість) відповідають вимогам нормативної документації, а самі вироби володіють сприятливими органолептичними характеристиками.

- рекомендовано вносити горіхові перетинки до булочних виробів у кількості 2,5 та 5,0% від маси готового продукту; вміст йоду в таких виробах становить 85,1 та 170,1 мкг/100 г, також вони характеризуються меншою калорійністю і вищим вмістом клітковини.

Ефективність впровадження результатів досліджень в практику полягає у можливості залучення до виробництва харчових продуктів вторинної сировини, а також розширенні асортименту булочних виробів збагачених йодом та харчовими волокнами;

Перспективними є подальші дослідження можливості використання подрібнених перетинок волоського горіху для збагачення йодом інших борошняних виробів (печива, пряників, кексів тощо) та дослідження збереженості йоду в такій продукції.

Список джерел інформації / References

1. Vinkóczy T., Rácz É. H., Koltai J. P. Exploratory analysis of zero waste theory to examine consumer perceptions of sustainability: A Covariance-Based

Structural Equation Modeling. *Cleaner Waste Systems*. 2024. Vol. 8. P. 100146. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100146>.

Vinkóczy T., Rácz É. H., Koltai J. P. Exploratory analysis of zero waste theory to examine consumer perceptions of sustainability: A Covariance-Based Structural Equation Modeling. *Cleaner Waste Systems*. 2024. Vol. 8. P. 100146. <https://doi.org/10.1016/j.clwas.2024.100146>.

2. Kerdlap P., Choong Low J. S., Ramakrishna S. Zero waste manufacturing: A framework and review of technology, research, and implementation barriers for enabling a circular economy transition in Singapore. *Resources, Conservation and Recycling*. 2019. Vol. 151. P. 104438.

<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104438>

Kerdlap P., Choong Low J. S., Ramakrishna S. Zero waste manufacturing: A framework and review of technology, research, and implementation barriers for enabling a circular economy transition in Singapore. *Resources, Conservation and Recycling*. 2019. Vol. 151. P. 104438. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104438>.

3. Тимчак В. С. Комплексне використання відходів харчової промисловості в умовах інноваційних викликів. *Економіка та управління національним господарством*. 2016. № 10. С. 57–62.

Tymchak V. S. Kompleksne vykorystannya vidkhodiv xarchovoyi promy`slivosti v umovax innovacijny`x vykly`kiv. *Ekonomika ta upravlinnya nacional`ny`m gospodarstvom*. 2016. # 10. S. 57-62.

4. Каліновська Т. В., Крапивницька І. О., Оболкіна В. І., Кияниця С. Г. Використання вторинних продуктів переробки винограду під час розробки інноваційних технологій кондитерських виробів. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Зб. наук. праць ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. Донецьк, 2013. № 30. С. 75–80.

Kalinovs`ka T. V., Krapy`vny`cz`ka I. O., Obolkina V. I., Ky`yany`cya S. G. Vy`kory`stannya vtory`nny`x produktiv pererobky` v`nogradu pid chas rozrobky` innovacijny`x tehnologij kondy`ters`ky`x vy`robiv. *Obladnannya ta tehnologiyi xarchovy`x vy`robnyc`zstv*. Zb. nauk. pracz` DonNUET im. M. Tugan-Baranovs`kogo. Donecz`k, 2013. # 30. S. 75-80.

5. Касабова К. Р., Гревцева Н. В., Шидакова-Каменюка О. Г., Омельченко О. В. Використання вторинних продуктів виноробного та пивоварного виробництв у технології здобного печива. *Обладнання та технології харчових виробництв* : зб. наук. пр. Вип. 35. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2017. С. 5–11.

Kasabova K. R., Grevceva N. V., Shy`dakova-Kamenyuka O. G., Omel`chenko O. V. Vy`kory`stannya vtory`nny`x produktiv v`norobnogo ta py`vovarnogo vy`robnyc`zstv u tehnologiyi zdobnogo pechy`va. *Obladnannya ta tehnologiyi xarchovy`x vy`robnyc`zstv* : zb. nauk. pr. Vy`p. 35. Kry`vy`j Rig : DonNUET, 2017. S. 5-11.

6. Samohvalova O., Grevtseva N., Brykova T., Grigorenko A. The effect of grape seed powder on the quality of butter biscuits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 3. No 11(81). P. 61–66. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.69838>

Samohvalova O., Grevtseva N., Brykova T., Grigorenko A. The effect of grape seed powder on the quality of butter biscuits. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2016. Vol. 3. No 11(81). P. 61-66. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.69838>.

7. Горобець О. М., Хомич Г. П., Ткач Н. І. Використання екстрактів з вичавок хеномелесу в технології виробів з дріжджового тіста. *Наукові праці ОНАХТ*. Одеса : ОНАХТ, 2016. Вип. 2. Том 80. С. 22–27.

Gorobecz` O. M., Xomy`ch G. P., Tkach N. I. Vy`kory`stannya ekstraktiv z vy`chavok xenomelesu v tehnologiyi vy`robiv z drizhdzhovogo tista. *Naukovi praci ONAXT*. Odessa : ONAXT, 2016. Vy`p. 2. Tom 80. S. 22–27.

8. Шидакова-Каменюка О. Г., Рогова А. Л., Чоні І. В. Вплив пивної дробини на якість виробів із кекового тіста. *Розвиток харчових виробництв, ресторального та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність* : Міжнародна наук.-практ. конф., м. Харків, 18 травня 2021 р. Харків : ХДУХТ, 2021. Ч. 2. С. 127–129.

Shy`dakova-Kamenyuka O. G., Rogova A. L., Choni I. V. Vplyv pivnoyi droby`ny` na yakist` vy`robiv iz kekovogo tista. *Rozvy`tok xarchovy`x vy`robny`ctv, restorannogo ta gotel`nogo gospodarstv i torgivli: problemy`, perspekty`vy`, efektyvnist`* : Mizhnarodna nauk.-prakt. konf., m. Xarkiv, 18 travnya 2021 r., Xarkiv : XDUXHT, 2021. Ch. 2. S. 127-129.

9. Бачинська Я. Формування споживних властивостей цукрового печива за рахунок використання шроту з насіння гарбуза. *Traektoriâ Nauki, Path of Science*. 2018. Vol. 4, № 6. С. 1001–1008.

Bachy`ns`ka Ya. Formuvannya spozhy`vny`x vlasty`vostej czukrovogo pechu`va za rahunok vy`kory`stanniam shrotu z nasinnya garbuza. *Traektoriâ Nauki, Path of Science*. 2018. Vol. 4, # 6. S. 1001-1008.

10. Шидакова-Каменюка О. Г., Самохвалова О. В., Касабова К. Р., Рогова А. Л. Вплив побічної продукції олійного виробництва на показники якості кексів. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*, 2016. № 1 (78). р. С. 92–100.

Shy`dakova-Kamenyuka O. G., Samohvalova O. V., Kasabova K. R., Rogova A. L. Vplyv pobichnoyi produkciyi olijnogo vy`robny`ctva na pokazny`ky` yakosti keksiv. *Naukovy`j visny`k Poltav`s`kogo universy`tetu ekonomiky` i torgivli. Seriya «Texnichni nauky`»*, 2016. # 1 (78). S. 92-100.

11. Shydakova-Kameniuka E., Novik A., Zhukov Y., Matsuk Y., Zaparenko A., Babich Ph., Oliinyk S. Estimation of technological properties of nut meals and their effect on the quality of emulsion for butter biscuits with liquid oils. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol 2. No 11 (98). P. 56–64. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.159983>

Shydakova-Kameniuka E., Novik A., Zhukov Y., Matsuk Y., Zaparenko A., Babich Ph., Oliinyk S. Estimation of technological properties of nut meals and their effect on the quality of emulsion for butter biscuits with liquid oils. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol 2. No 11 (98). P. 56-64. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.159983>

12. Тронько М. Д., Кравченко В. І., Бондар Т. В. Дослідження йодної забезпеченості населення України в межах проєкту Steps «Вивчення поширеності факторів ризику неінфекційних захворювань» Всесвітньої організації охорони здоров'я. *Ендокринологія*. 2022. Т. 27, № 3. С. 203–213.

Tron'ko M. D., Kravchenko V. I., Bondar T. V. Doslidzhennya jodnoyi zabezpechenosti naselennya Ukrainy v mezhax proyektu Steps «Vy'vchennya poshy'renosti faktoriv ry'zy'ku neinfekciyn'x zahvoryuvan'» Vsesvitn'oyi organizaciyi oхoronu` zdorov'ya. *Endokry`nologiya*. 2022. T. 27, # 3. S. 203-213

13. Hess S. Y., Pearce E. N. Iodine: Physiology, dietary sources, and requirements, Editor(s): Benjamin Caballero. *Encyclopedia of Human Nutrition (Fourth Edition)*. Academic Press. 2023. P. 273–281. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821848-8.00053-6>.

Hess S. Y., Pearce E. N. Iodine: Physiology, dietary sources, and requirements, Editor(s): Benjamin Caballero. *Encyclopedia of Human Nutrition (Fourth Edition)*. Academic Press. 2023. P. 273–281. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821848-8.00053-6>.

14. Дорохович А. М. Створення харчових продуктів спеціального призначення – актуальна проблема сучасності, вклад кондитерів НУХТ в її рішення. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/62556802-98de-46be-9b60-e3260cdef2f0/content> (дата звернення: 23.04.2024).

Dorohovych A. M. Stvorennya xarchovy'x produktiv special'nogo pry`znachennya – aktual'na problema suchasnosti, vklad kondy`teriv NUXT v yiyi rishennya. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/62556802-98de-46be-9b60-e3260cdef2f0/content> (data zvernennya: 23.04.2024).

15. Ткачук В. В., Величко В. І., Ткачук І. В. Йододефіцит та йододефіцитні захворювання. *Практикуючий лікар*. 2021. №3. С. 45–50.

Tkachuk V. V., Vely'chko V. I., Tkachuk I. V. Jododeficyt ta jododeficytni zahvoryuvannya. *Praktykuyuchy`j likar*. 2021. #3. S. 45-50.

16. Буяльська Н. П., Воседило В. О., Денисова Н. М. Використання йодовмісних добавок у виробництві хлібобулочних виробів оздоровчого призначення. *Технічні науки та технології*. 2019. № 2 (16). С. 137–144.

Buyal's'ka N. P., Voyedy'lo V. O., Deny'sova N. M. Vy'kory'stannya jodovmisny'x dobavok u vy`robnyc'tvi xlibobulochny'x vy`robiv ozdorovchogo pry`znachennya. *Texnichni nauky` ta tehnologiyi*. 2019. # 2 (16). S. 137-144.

17. Кошель О. Ю., Касьянова А. В. Перспективи застосування порошку водоростей спіруліна у виробництві хлібобулочних виробів // Науковий вісник ТДАТУ. 2022. Вип. 12, т. 1. URL: <https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/319/295> (дата звернення: 23.04.2024).

Koshel` O. Yu., Kas`yanova A. V. Perspektyvy` zastosuvannya poroshku vodorostej spirulina u vy`robnyc'tvi xlibobulochny'x vy`robiv // Naukovy`j visny`k TDATU. 2022. Vy`p. 12, t. 1. URL: <https://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/article/view/319/295> (data zvernennya: 23.04.2024).

18. Ніколаснко Д. Д., Шидакова-Каменюка О. Г. Кекси йодопротілактичного призначення. Інноваційні технології розвитку харчових і

переробних виробництв та ресторанного господарства: наукові пошуки молоді : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. здобувачів вищої освіти і молодих вчених, м. Харків, 26 жовтня 2023 р. Харків : ДБТУ, 2023. С. 41.

Nikolayenko D. D., Shy`dakova-Kamenyuka O. G. Keksy` jodoprofilakty`chnogo pry`znachennya. Innovacijni` tehnologiyi rozvy`tku xarchovy`x i pererobny`x vy`robny`cztv ta restorannogo gospodarstva: naukovy` poshuky` molodi` : materialy` Mizhnar. nauk.-prakt. conf. zdobuvachiv vy`shhoji osvity` i molody`x vcheny`x, m. Harkiv, 26 zhovtnya 2023 r. Harkiv : DBTU, 2023. S. 41.

19. Кондрачук І.В., Воробець М.М., Кобаса І.М. Збагачення безе йодом, виділеним із листків, шкірки та молодого ядра волоського горіха. *Інноваційні та ресурсозберігаючі технології харчових виробництв* : матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф., м. Полтава, 21 грудня 2021 р. Полтава : ПДАУ, 2021. С. 90–94.

Kondrachuk I. V., Vorobecz` M. M., Kobasa I. M. Zbagachennya beze jodom, vy`dileny`m iz ly`stktiv, shkirky` ta molodogo yadra volos`kogo gorixa. Innovacijni` ta resursozberigayuchi` tehnologiyi xarchovy`x vy`robny`cztv: mat. Vseukrayins` koyi` nauk.-prakt. conf., m. Poltava, 21 grudnya 2021 r. Poltava : PDAU, 2021. S. 90-94.

20. Поп Т. М. Технологія пісочних кондитерських виробів з порошком листя волоського горіха та борошном «Здоров'я». *Food Science and Technology*. 2016. № 10(2). С. 58–65.

Pop T. M. Tehnologiya piscohny`x kondy`ters`ky`x vy`robiv z poroshkom ly`stya volos`kogo gorixa ta boroshnom «Zdorov`ya». *Food Science and Technology*. 2016. # 10(2). S. 58–65.

21. Павлов О. В. Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів: навч.-практ. посіб. 2-ге видання, доп. Київ : ПрофКнига, 2019. 340 с.

Pavlov O. V. Zbirny`k receptur boroshnyany`x kondy`ters`ky`x i zdobny`x bulochny`x vy`robiv: navch.-prakt. posib. 2-ge vy`dannya, dop. Ky`yiv : ProfKny`ga, 2019. 340 s.

22. Державна Фармакопея України / Державне підприємство «Науково-експертний фармакологічний центр». 1-е вид. Доповнення 3. Харків : Державне підприємство «Науково-експертний фармакологічний центр», 2009. 280 с.

Derzhavna Farmakopeya Ukrainy` / Derzhavne pidpry`yemstvo «Naukovo-ekspertny`j farmakologichny`j centr». 1-e vy`d. Dopovnennya 3. Harkiv : Derzhavne pidpry`yemstvo «Naukovo-ekspertny`j farmakologichny`j centr», 2009. 280 s.

23. Дробот В. І. Технологія хлібопекарського виробництва : навч. посіб. Київ : Логос, 2002. 366 с.

Drobot V. I. Tehnologiya xlibopekars`kogo vy`robny`cztv : navch. posib. Ky`yiv : Logos, 2002. 366 s.

24. Перегородки волоського горіха: користь і шкода, лікувальні властивості, застосування. URL: <https://ideas-center.com.ua/?p=21638>. (дата звернення: 23.04.2024).

Peregorydky` volos`kogo gorixa: kory`st` i shkoda, likuval`ni vlasty`vosti, zastosuvannya. URL: <https://ideas-center.com.ua/?p=21638>. (data zvernennya: 23.04.2024).

25. Mastromatteo M., Danza A., Lecce L., Spinelli S., Lampignano V., Laverse J. Effect durum wheat varieties on bread quality. *International Journal of Food Science and Technology*. 2014. № 25. P. 51–56. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12276>.

Mastromatteo M., Danza A., Lecce L., Spinelli S., Lampignano V., Laverse J. Effect durum wheat varieties on bread quality. *International Journal of Food Science and Technology*. 2014. № 25. P. 51-56. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12276>.

26. Аксьоненко Ю. М. Визначення втрат йоду у пшеничному хлібі з добавками гідробіонтів. *Сучасна наука: стан, проблеми, перспективи*. 2020. С. 188–191.

Aks`onenko Yu. M. Vy`znachennya vtrat jodu u psheny`chnomu xlibi z dobavkamy` gidrobiontiv. *Suchasna nauka: stan, problemy`, perspekty`vy`*. 2020. S. 188–191.

Шідакова-Каменюка Олена Гайдарівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технології хлібопродуктів і кондитерських виробів, Державний біотехнологічний університет, e-mail: shidakovae@gmail.com,

Shydakova-Kameniuka Olena, PhD, Associate Professor, Department of bakery and confectionery technology, State Biotechnological University, e-mail: shidakovae@gmail.com

Рогова Алла Леонідівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи, Хмельницький національний університет, e-mail rogovaal.th@gmail.com.

Rogova Alla, PhD. Sc., Associate Professor, department of tourism and hotel and restaurant business, Khmelnytskyi National University, e-mail rogovaal.th@gmail.com

Чоні Інна Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного господарства, Полтавський університет економіки і торгівлі, e-mail: inna.choni@gmail.com.

Choni Inna, PhD. Sc., Associate Professor, department of technologies of food production and restaurant industry, Poltava University of Economics and Trade, e-mail: inna.choni@gmail.com.

DOI 10.5281/zenodo.13321092

УДК 664.64.022.39

ВПЛИВ БОРОШИНА КІНОА НА ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА ТА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ХЛІБА

М.М. Самілик, Я.В. Нагорний

*Вибір безглютенової сировини, яка позитивно впливатиме на властивості тіста, є важливим завданням для науковців та технологів. В процесі пошуку нових інгредієнтів для створення інноваційного та натурального безглютенового хліба варто звернути особливу увагу на компоненти, які підвищують пружність тіста, його поживні та сенсорні властивості. До сировини, що може бути цікавою у виробництві безглютенового хліба відносяться псевдозлаки, зокрема, кіноа. Метою даного дослідження є оцінка впливу борошна із кіноа Квартет на властивості тіста при виробництві безглютенового хліба. Досліджено 5 зразків хліба із безглютенової сировини. Зразок 1 було виготовлено із суміші безглютенової сировини: рисового борошна, кукурудзяного крохмалю, псиліуму, льону золотистого та мальтози. В зразках 2, 3, 4, 5 частину кукурудзяного крохмалю було замінено на борошно із кіноа Квартет, селекції науковців Сумського національного аграрного університету. Зерна кіноа для виготовлення зразка 3 попередньо настоювали у холодній воді для видалення сапонінів. Кіноа для виготовлення зразків 4, 5 обробляли водою та ультразвуком. Для приготування тіста, в якості розпушувача, використовували закваску на основі рисового борошна, *Lactobacillus sanfranciscensis* та *Candida humilis*. Додавання борошна кіноа призвело до зниження кислотності тіста, що позитивно вплинуло на формування структури готових виробів. Також у зразках тіста із борошном кіноа спостерігалось зниження масової частки вологи. Клейстеризація крохмалю за умови нижчої вологості сприяла утворенню сухої, еластичної м'якушки хліба. За органолептичними показниками хліб із додаванням борошна кіноа Квартет мав приємний горіховий присмак, біле забарвлення, суху, еластичну м'якушку та тоненьку золотаво-жовту скоринку. М'якуш зразків хліба із борошном кіноа мав більши рівномірну дрібну тонкостінну пористість, без порожнин і ознак непромісу, закату. У зразку 2, який містив необроблені зерна кіноа, спостерігалась незначна гіркота. Зразок, виготовлений із вищим вмістом кукурудзяного крохмалю, без борошна кіноа, мав незадовільні органолептичні показники.*

Ключові слова: безглютеновий хліб, кіноа, тісто, кислотність, органолептичні властивості.

THE INFLUENCE OF QUINOA FLOUR ON THE PROPERTIES OF THE DOUGH IN THE PRODUCTION OF GLUTEN-FREE BREAD

M. Samilyk, Y. Nogorny

The choice of gluten-free raw materials, which will positively affect the properties of the dough, is an important task for scientists and technologists. In the process of searching for new ingredients to create innovative and natural gluten-free bread, it is worth paying special attention to the components that increase the elasticity of the dough, its nutritional and sensory properties. Raw materials that can be interesting in the production of gluten-free bread include pseudocereals, in particular, quinoa. The purpose of this study is to evaluate the effect of Quartet quinoa flour on dough properties in the production of gluten-free bread. 5 samples of bread from gluten-free raw materials were studied. Sample 1 was made from a mixture of gluten-free raw materials: rice flour, corn starch, psyllium, golden flax and maltose. In samples 2, 3, 4, 5, part of the corn starch was replaced with Quartet quinoa flour, selected by scientists of the Sumy National Agrarian University. Quinoa grains for making sample 3 were pre-infused in cold water to remove saponins. Quinoa for the production of samples 4, 5 was treated with water and ultrasound. To prepare the dough, leavening agent based on rice flour, Lactobacillus sanfranciscensis and Candida humilis was used as a leavening agent. The addition of quinoa flour led to a decrease in the acidity of the dough, which had a positive effect on the formation of the structure of the finished products. Also, a decrease in the mass fraction of moisture was observed in the dough samples with quinoa flour. Starch pasteurization under conditions of lower humidity contributed to the formation of dry, elastic bread pulp. According to organoleptic indicators, bread with the addition of Quartet quinoa flour had a pleasant nutty taste, white color, dry, elastic crumb and a thin golden-yellow crust. The crumb of the bread samples with quinoa flour had a more uniform small thin-walled porosity, without cavities and signs of non-brewing, tempering. Sample 2, which contained unprocessed quinoa grains, showed slight bitterness. A sample made with a higher comstarch content, without quinoa flour, had unsatisfactory organoleptic parameters.

Key words: *gluten-free bread, quinoa, dough, acidity, organoleptic properties.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Хліб є найпопулярнішим продуктом у харчовому раціоні більшості людей, оскільки у його складі містяться вуглеводи, білки, вітаміни та мінеральні речовини. Проте, хліб із пшеничного борошна, який користується найбільшим попитом, має високу калорійність і нижчу біологічну цінність. Крім того, існує достатньо велика кількість споживачів, які мають целіацію. За останніми даними непереносимість глютену значно зростає у всьому світі [1].

Більшість безглютенових продуктів (особливо хліб), які зазвичай виготовляються із безглютенового борошна та крохмалю позбавлені глютенів білків, мають погані сенсорні, текстурні та поживні властивості. Крім того, повна заміна глютену білка в рецептурі безглютенового хліба є великою проблемою, оскільки саме білок глютену формує потрібні технологічні властивості тіста. Тому, вибір безглютенової сировини, яка позитивно впливатиме на властивості тіста, є важливим завданням для науковців та технологів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В процесі пошуку нових інгредієнтів для створення інноваційного та натурального безглютенового хліба варто звернути особливу увагу на компоненти, які підвищують пружність тіста, його поживні та сенсорні властивості.

Основними інгредієнтами для виробництва безглютенового хліба є рис, маніок, кукурудза, соєве борошно, картопляний крохмаль [2]. Найбільш підходящим борошном для отримання безглютенових борошняних виробів є рисове борошно. Рис широко визнаний як гіпоалергенна культура з високою харчовою цінністю [3]. Як правило, до рисового борошна додаються інші види зернового борошна для покращення функціональності та поживних властивостей кінцевих продуктів.

Борошно є найважливішою сировиною для хлібобулочних виробів. Незважаючи на погані технологічні властивості білків, борошно без глютену має головну перевагу в поживних властивостях і добре збалансованому складі профілю амінокислот. Вони є ключовими сполуками, незамінними для багатьох біохімічних реакцій. Вільні амінокислоти, зокрема, сприяють аромату та смаку хлібобулочних виробів [4]. Вони беруть участь у реакції Майяра, утворюючи смако- та ароматоутворюючі активні сполуки [5, 6].

До сировини, що може бути цікавою у виробництві безглютенового хліба відносяться псевдозлаки, зокрема, кіноа. Виняткова поживна цінність кіноа пояснюється його збалансованим складом, високим вмістом білка, мінералів, клітковини та інших біологічно цінних сполук [7]. Кіноа містить високий рівень незамінних жирних кислот та вітамінів. Вміст вуглеводів у насінні кіноа коливається від 49% до 68% [8].

До антипоживних факторів у насінні кіноа, які діють як природний захист від патогенів і травоядних, відносять сапоніни [9]. Сапоніни надають кіноа гіркий смак і в основному містяться у зовнішній оболонці насіння. Їх можна видалити, або частково знизити вміст, за допомогою різноманітних методів обробки, таких як промивання холодною водою, стирання та лущення. Але при стиранні

та лушценні знижується біологічна цінність борошна кіноа оскільки із нього видаляється значна частина харчових волокон [10]. Тому, доцільно проаналізувати інші способи видалення сапоніну із зерна.

Варто зазначити, що вирощування та споживання кіноа постійно зростає в усьому світі не лише завдяки його дієтичним особливостям, але й здатності переносити несприятливі умови та адаптуватися до дуже різних екологічних ситуацій [11]. В Україні офіційно зареєстровано три сорти кіноа, в тому числі на Сумщині. Науковцями Сумського національного аграрного університету створено сорт Квартет, який відрізняється зниженим вмістом сапонінів. Проте, практично відсутні дослідження щодо можливості застосування даного сорту кіноа у виробництві безглютенового хліба.

Мета статті - дослідження впливу борошна із кіноа Квартет на властивості тіста при виробництві безглютенового хліба.

Для вирішення поставленої мети запропоновано наступні завдання дослідження:

- ввести у рецептуру безглютенового хліба борошно із кіноа Квартет та дослідити властивості тіста;
- проаналізувати органолептичні показники хліба із борошном кіноа Квартет та запропонувати його раціональну кількість у рецептурі.

Виклад основного матеріалу дослідження.

В ході досліджень було виготовлено 5 зразків хліба, рецептури яких представлено в табл. 1:

- Зразок 1 виготовлено за відомою рецептурою [12] без борошна кіноа;
- Зразок 2 – із додаванням борошна, виготовленого із необроблених зерен кіноа;
- Зразок 3 – із додаванням борошна, виготовленого із зерен, які настоювали у холодній воді протягом 30 хв, висушували та подрібнювали;
- Зразки 4, 5 – із додаванням борошна, виготовленого із зерен, які обробляли ультразвуком у воді за температури 30°C (співвідношення 1:1).

Фактично для виготовлення всіх дослідних зразків використана одна рецептура, запропонована Аттмаг та інш. [12]. Відмінність полягала лише у способах попередньої обробки зерен кіноа перед виготовленням борошна та в його кількості.

Для виробництва дослідних зразків хліба застосовували суміш борошна, у складі якого були: рисове борошно ТОВ «Каскад» (Україна), льон золотистий ТМ «Земледар» (Україна), псиліум ФОП «Храмов В.М.» (Україна), крохмаль кукурудзяний сухий ТОВ «Інтерстарч

Україна», борошно кіноа, яке отримували подрібненням зерен на лабораторному дисковому млині ЛЗМ-1 до крупності, що забезпечує повний прохід матеріалу через плетене латунне сито №025 (0,25 мм). Обробку зерен кіноа ультразвуком проводили за допомогою ультразвукової ванни UCleaner TV02 потужністю 120 Вт, 40 кГц. Як заміник цукру у рецептурі використовували мальтозу ТМ «Eatofit» (Україна). Для приготування тіста, в якості розпушувача, використовували закваску на основі рисового борошна, *Lactobacillus sanfranciscensis* та *Candida humilis*. Закваску було виготовлено в лабораторних умовах. Для цього рисове борошно (300 г) змішували з водою (375 г) та медом (10 г). Отримане тісто інкубували при 25 ± 2 °С до досягнення рН 4,0, а потім його безперервно підтримували за допомогою техніки підживлення закваски в тих самих контрольованих умовах. Загальна тривалість ферментації закваски становила 7 діб.

Таблиця 1

Рецептура дослідних зразків хліба

Сировина, г	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4	Зразок 5
Рисове борошно	135	135	135	135	135
Крохмаль кукурудзяний	115	103	103	103	92
Борошно кіноа	-	12	12	12	23
Льон золотистий	12	12	12	12	12
Псиліум	8	8	8	8	8
Мальтоза	12	12	12	12	12
Сіль	6	6	6	6	6
Оливкова олія	18	18	18	18	18
Закваска	137	137	137	137	137
Вода	185	185	185	185	185
Разом	628	628	628	628	628

Кислотність тіста досліджували арбітражним методом [12]. Визначення активної кислотності проводили за допомогою рН метра (AD 11 рН meter Adwa). Вологість тіста визначали методом висушування в сушильній шафі СЕШ-3М. Органолептичні показники визначали за допомогою органів чуття згідно з ДСТУ 9188:2022 «Вироби хлібобулочні. Органолептичне оцінювання показників якості».

Результати дослідження фізико-хімічних показників якості тіста представлено в табл.2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники якості тіста

Найменування показників	Дослідні зразки				
	1	2	3	4	5
Кислотність, °Н	8,3	7,8	7,0	6,2	5,2
pH	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9
Масова частка вологи, %	48,1	45,4	46,3	46,0	45,7

Результати дослідження показали, що додавання борошна кіноа призвело до зниження кислотності тіста. Кислотність сприяє руйнуванню крохмалю та дозволяє зменшити термін вистоювання тістових заготовок, проте каркас виробів мав меншу структурну підтримку. Правильно сформований клейковинний каркас забезпечить оптимальне газоутримання тіста. Враховуючи, що у рецептурі використана лише безглютенова сировина, можна припустити, що таке зниження кислотності позитивно вплинуло на формування структури готових виробів. Крім того в межах нижчого рівня рН повільніше відбувається меланоїдинова реакція, тому готові вироби (зразки 3–5) мали більш бліде забарвлення. Оскільки відсутні нормативні показники якості безглютенового хліба на рисовому борошні, отримані результати доцільно враховувати а разі розробки технічних умов на виготовлення даного виду хліба.

Додавання борошна кіноа призвело до зниження масової частки вологи у тісті. Клейстеризація крохмалю в умовах обмеженої кількості води сприяла утворенню сухої, еластичної м'якушки хліба (рис. 1).

**Рис.1. Дослідні зразки хліба**

Вироби, що містили борошно кіноа (зразки 2,3,4,5) мали більш привабливий зовнішній вигляд. Поверхня виробів була гладкою, не забрудненою, без великих тріщин і підривів. Колір скоринки всіх зразків був рівномірним, не блідим і не підгорілим. Забарвлення – золотаво-жовте (зразки 3,4,5) та світло-коричневе (зразки 1,2). Товщина скоринки хліба із борошном кіноа була дещо меншою (до 3 мм), ніж хліба, виготовленого з більшим вмістом крохмалю – до 4 мм). Стан м'якуша зразка 1 був незадовільним, липким, структура порушена, в'язка. М'якуш зразків хліба із борошном кіноа мав більш рівномірну дрібну тонкостінну пористість, без порожнин і ознак непромісу, закалу.

Колір м'якуша – білий. На смак зразок 1 був занадто кислим, запах властивий хлібу. Зразок 2 мав дещо гіркуватий смак, з горіховим післясмаком, подібний смак мав зразок 3, але гіркота в ньому ледь відчувалася. Найвищу оцінку за результатами органолептичної оцінки отримали зразки 4 та 5, які мали приємний смак з горіховим присмаком, запах властивий хлібу без сторонніх відтінків.

Висновки. За рахунок введення у рецептуру безглютенового хліба борошна із кіноа Квартет знизилася кислотність тіста, покращилися його структурні властивості.

Органолептичний аналіз показав, що борошно із кіноа Квартет позитивно вплинуло на смако-ароматичні властивості хліба.

В подальших дослідженнях планується збільшити кількість борошна кіноа у рецептурі та дослідити фізико-хімічні властивості хліба та дослідити його реологічні властивості.

Список джерел інформації / References

1. Bravi E., Sileoni V, Marconi O. Quinoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*) as Functional Ingredient for the Formulation of Gluten-Free Shortbreads / Foods. – 2024.–Vol.13(3) –P. 377 <https://doi.org/10.3390/foods13030377>
2. Nagash F., Gani A., Gani A., Masoodi F.A. Gluten-free baking: combating the challenges – a review / Trends Food Sci Technol. – 2017.–Vol.66 – Pp. 98–107. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004>
3. Lazíková J., Takáč I., Schneir E.R., Rumanovská L. Legal Aspects of the Quinoa Imports Into the EU. EU Agrar. Law. – 2022.–Vol.11 – Pp. 13–21. <https://doi.org/10.2478/eual-2022-0003>
4. Kowalska S., Szlyk E., Jastrzębsk A. Simple extraction procedure for free amino acids determination in selected gluten-free flour samples / Eur. Food Res. Technol. – 2022.–Vol.248 – Pp. 507–517. <https://doi.org/10.1007/s00217-021-03896-7>
5. Cayres C.A., Ascheri J.L.R., Peixoto-Gimenes Couto M.A. Evaluation of nutritional characteristics and consumers' acceptance of gluten-free sweet biscuits made from rice-based pregelatinized composite flours containing orange pomace and soy protein isolate / SN Appl. Sci . – 2021.–Vol.3 – Pp. 183. <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04209-z>
6. Sileoni V., Alfeo V., Bravi E., Belardi, I., Marconi O. Upcycling of a by-product of the brewing production chain as an ingredient in the formulation of functional shortbreads / J. Funct. Foods. – 2022.–Vol.98, 105292. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105292>
7. Arslan M., Rakha A., Xiaobo Z. Complimenting Gluten Free Bakery Products with Dietary Fiber: Opportunities and Constraints / Trends Food Sci. Technol. – 2019.–Vol.83 – Pp. 194–202. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.11.011>
8. Angeli V., Miguel Silva P., Crispim Massuela D., Khan M. W., Hamar A., Khajehi F., Graeff-Hönninger S., Piatti C. Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*): An Overview of the Potentials of the “Golden Grain” and Socio-Economic and

Environmental Aspects of Its Cultivation and Marketization / Foods. – 2020.–Vol. 9(2) – P. 216. <https://doi.org/10.3390/foods9020216>

9. Rao N., Shahid M. Quinoa-a promising new crop for the arabian peninsula/ Am. Eurasian J. Agric. Environ. Sci. – 2012.–Vol. 12 – Pp. 1350–1355. <https://doi.org/10.5829/idosi.ajeaes.2012.12.10.1823>

10. Hu Y., Zhang, J., Zou L., Fu C., Li P., Zhao G. Chemical characterization, antioxidant, immune-regulating and anticancer activities of a novel bioactive polysaccharide from Chenopodium quinoa seeds/ Int. J. Biol. Macromol. – 2017.–Vol. 99 – Pp. 622–629. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.019>

11. Malik R. A., Srivastava S., Shahi N. C. Formulation of quinoa incorporated protein-rich biscuits and numerical optimization of its process parameters / Journal of Food Processing and Preservation. – 2022.–Vol. 46(1) – Pp. e16209. <https://doi.org/10.1111/jfpp.16209>

12. Ammar I., Sebi H., Aloui T., Attia H., Hadrich B., Felfoul I. Optimization of a novel, gluten-free bread's formulation based on chickpea, carob and rice flours using response surface design / Heliyon. – 2022.–Vol. 8(12) – P. e12164. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12164>

13. Samilyk M., Demidova E., Nazarenko Y., Tymoshenko A., Ryzhkova T., Severin R., Hnoievuy I., Yatsenko I. Formation of the quality and shelf life of bread through the additive of powder from rowanberry / Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023.–Vol. 3(11(123)) – Pp. 42–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.278799>

Самілик Марина Михайлівна, доктор технічних наук, доцент. Кафедра технологій та безпеки харчових продуктів Сумський національний аграрний університет, m.samilyk@ukr.net

Samilyk Maryna, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor. Department of Food Technology and Safety, Sumy National Agrarian University, m.samilyk@ukr.net

Нагорний Ярослав Вячеславович, аспірант. Кафедра технологій та безпеки харчових продуктів Сумський національний аграрний університет, mdv96@ukr.net

Nogorny Yaroslav, PhD student. Department of Food Technology and Safety, Sumy National Agrarian University, mdv96@ukr.net

DOI 10.5281/zenodo.13321389

УДК 664.8/9

ВПЛИВ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ФРУКТОВО-ОВОЧЕВОГО ЖЕЛЕ

Н.В. Лапицька, Г.В. Новік, А.В. Руденко, Т.О. Мось

На реальних системах фруктово-овочевого желе показано, що внесення молочної сироватки у відсотковій кількості на заміну води при замочуванні желатину призводить до зниження вологоутримувальної здатності гелеутворювача, подовжує час гелеутворення. В желе, до складу якого входить молочна сироватка, знижується міцність гелю та кислотність, а вологість зростає. Консистенція виробів стає більш м'якою, погано тримає форму однак за показниками смаку і післясмаку – значно перевищує такі показники в контрольному зразку.

Ключові слова: *фруктово-овочеве желе, цитрусові соки, морквяний сік, молочна сироватка, сила гелю, структура, якість*

THE INFLUENCE OF MILK WHEY ON THE FORMATION OF THE QUALITY OF FRUIT AND VEGETABLE JELLY

N. Lapytska, A. Novik, A. Rudenko, T. Mos

The article does not present the results of research on the influence of 25–100% whey on the properties of gelatin, the time of gel formation at different temperatures, and the quality of the fruit and vegetable jelly enriched with whey.

The effect of whey on the moisture-retaining capacity of gelatin was studied on model systems. It has been shown that replacing a percentage of water with whey results in a 15.5-50.0% reduction in gelatin's ability to retain absorbed moisture compared to a sample soaked in 100% water. It should be noted that the increase in serum in the system caused a decrease in the ability of gelatin to retain absorbed moisture. In addition, it was found that with an increase in the amount of milk serum, already in the real system, the time of gel formation at 18 °C is lengthened by 11.1–50.0%, and at a temperature of 5 °C – by 25.0–66.0% compared to the control. This is most likely due to a change in the concentration of the solution used for soaking gelatin, because it is known that gelatin dissolves well in water, absorbing 10 times more moisture than its own weight. It is possible that the chemical composition of the serum, rich in fats, proteins and minerals, affects the rearrangement of molecular chains and the formation of a weaker spiral network.

Experimental studies proved that the strength of the gel in the obtained fruit and vegetable jelly is 5.3–42.8% lower compared to the control sample. Jelly moisture increased by 5.3–16.7% with increasing serum in the system, while acidity, on the contrary, decreased by 7.1–25.0% compared to the control sample.

According to organoleptic indicators, the consistency of jelly with milk whey was evaluated with the lowest points, but the indicators of taste and aftertaste in such products improved with an increase in the amount of whey. Therefore, in order to avoid the negative impact of whey on the jelly structure, it is suggested to consider the possibility of increasing the amount of gelatin in the recipe or selling such a product packaged in a rigid consumer container.

Keywords: *fruit and vegetable jelly, citrus juices, carrot juice, whey, gel strength, structure, quality*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Желейна продукція є дуже популярною, особливо серед дітей. Реалізується вона переважно на європейському ринку. При цьому в більшості країн обсяг споживання желевної продукції в рази перевищує обсяг її виробництва [1]. Це є поштовхом для розвитку виробництва концентрованих консервів українськими виробниками з метою виходу на європейський ринок.

Враховуючи, що желе будуть споживати переважно діти, потрібно якомога більше збагатити його вітамінами, мінеральними речовинами, підвищити біологічну цінність а також подбати про натуральність. Крім того, виробництво функціональних продуктів харчування є пріоритетним напрямком розвитку харчової промисловості. Все більше людей прагнуть споживати натуральні, корисні продукти. У цьому зв'язку перспективною сировиною для виробництва желе є соки цитрусових та морквяний сік. Це пов'язано із значним вмістом у переліченій сировині вітамінів групи В. Лимони містять ще й вітамін В₄ (холін), що дуже рідко зустрічається в раціоні людини і стимулює роботу мозку, позитивно впливає на метаболізм жирів [2, 4]. Крім того, цитрусові містять у своєму складі значну частку вітаміну С [3]. Всі перелічені вітаміни є водорозчинними і засвоюються організмом у будь-якому разі. Складніша ситуація із жиророзчинними вітамінами, такими як вітамін А та Е, що в значній кількості містяться в моркві [3, 4]. Для їх засвоєння необхідні жири, вміст яких не передбачений у концентрованих консервах, що виготовляються за традиційною технологією. Крім того, як цитрусові, так і морквяний сік містять зовсім незначну частку білків [3]. Це буде мати негативний вплив на біологічну цінність желе із цих соків. Така проблема є актуальною для всіх продуктів, що виготовляються на основі плодів та овочів а також продуктів їх переробки.

Враховуючи зазначені проблеми перспективним є пошук натуральної сировини, що буде мати достатній вміст жирів для засвоєння жиророзчинних вітамінів, та білків для підвищення біологічної цінності желе. Такою сировиною може бути молочна

сироватка, що є побічним продуктом при виробництві різного роду сирів та казеїну. Використання молочної сироватки дозволить вирішити одразу декілька проблем. По-перше – збагатити фруктово-овочеве желе білками, жирами, мінеральними солями. По-друге дозволить значно знизити забруднення ґрунтів оскільки на сьогодні значна кількість сироватки зливається у каналізацію і має забруднюючу здатність у 500–600 разів вищу ніж у стічних вод [5]. Згідно з даними літературних джерел [6] сироватка містить значну кількість азотистих речовин, що представлені білками і небілковими сполуками. Крім того, білки сироватки характеризуються вмістом всіх незамінних амінокислот [6], що позитивно вплине на біологічну цінність желе.

Однак слід враховувати, що використання нетрадиційної сировини при виробництві фруктово-овочевого желе може суттєво вплинути на формування гелю та якість самого готового продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що якість желе як готового продукту, на пряму залежить від якості гелю. На формування якості гелю можуть впливати різні чинники серед яких вид і походження гелеутворювача, активна і титрована кислотність середовища, температура внесення гелеутворювача.

Так, наприклад, желатиновий гелю утворюється завдяки молекулярним силам, що з'єднують колоїдні гідратовані частинки між собою утворюючи таким чином каркас, який забезпечує міцність системи. Желатинові гелі також можуть характеризуватися оборотністю утвореної структури. При підвищенні температури вище 10 °С починає відбуватися розрідження системи, а за температури 25...35 °С і вище вона починає плавитися [7, 8].

Враховуючи концепцію здорового харчування, що спрямована на підтримку гарного самопочуття і здоров'я людини, важливою є розробка спеціалізованих харчових продуктів. У цьому напрямку проводиться значна кількість досліджень і у всіх випадках встановлено, що внесення збагачувальної сировини не лише впливає на харчову цінність продукту, а й на проходження технологічного процесу та формування показників якості. Не винятком є й збагачення десертної продукції. Так, в роботі [9] розглядається можливість використання йодвмісних добавок: фукусу, еламіну, хлорели з метою збагачення плодово-ягідного желе. Добавки рекомендується вносити до рецептури желе у кількості 0,3% та 0,6%. Це забезпечить профілактику йододефіциту не вплинувши суттєво на якість продукції.

Окрім йододефіциту перед людством гостро постає інша проблема – розповсюдження цукрового діабету. На сьогодні все більше людей страждають на цю хворобу і, що важливо, значно збільшилася

кількість дітей із цим захворюванням [10, 11]. У цьому зв'язку важливим є створення продуктів для хворих на цукровий діабет. Оскільки діти дуже люблять десертну продукцію і їм важко відмовитися від смаколиків, важливо розглянути можливість створення саме десертної продукції для хворих на цукровий діабет. У роботі [12] розглядається можливість впровадження інноваційних технологій щодо зменшення вмісту цукру в желе шляхом використання цукрозамінників. Це дасть змогу розширити асортимент десертної продукції для хворих на цукровий діабет, покращити біологічну цінність такої продукції та задовольнити сучасні потреби споживачів.

Слід зазначити, що всі дослідження щодо утворення структури желе при використанні желатину як гелеутворювача, проводилися за використання води для його замочування. Проте слід враховувати те, що міцність желатинових гелів значною мірою залежить від концентрації розчину та його кислотності. Тому очевидно, що використання молочної сироватки для замочування желатину може мати відмінний від традиційного вплив на формування структури гелю. Отже, дослідження, направлені на вивчення основних закономірностей формування структури фруктово-овочевого желе за використання молочної сироватки є актуальним завданням та має значний науково-практичний інтерес.

Мета статті – вивчити показники якості основної та збагачувальної сировини для виробництва желе, встановити вплив молочної сироватки на формування желатинового гелю та якість готової продукції.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано низку завдань:

- вивчити основні фізико-хімічні показники якості апельсинового, лимонного, морквяного соків та молочної сироватки;
- дослідити вплив молочної сироватки на технологічні аспекти формування желатинового гелю;
- встановити вплив молочної сироватки на основні показники якості фруктово-овочевого желе.

Виклад основного матеріалу дослідження. У дослідженнях використовували свіжі апельсини та лимони (ДСТУ 7183:2010), моркву свіжу (ДСТУ7035:2009), цукор білий кристалічний (ДСТУ 4623:2006), желатин харчовий (ГОСТ 11293:89), питну воду (СанПіН 2.2.4–171–10 та ДСТУ 7525–2014), молочну сироватку як збагачувальний компонент (ДСТУ 7515:2014).

Титровану кислотність сировини і готових виробів визначали за загальноприйнятою методикою [13]. Для визначення кислотності у %

лимонної кислоти отримане значення у градусах множили на міліеквівалент (0,07).

В'язкість соків та сироватки визначали на віскозиметрі Освальда за кімнатної температури. Розрахунок проводили за формулою (1):

$$\eta = \frac{\eta_0 * \rho * \tau}{\rho_0 * \tau_0}, \quad (1)$$

де η_0 – в'язкість дистильованої води, Па*с;

ρ_0 – густина води, кг/м³;

ρ – густина суспензії, кг/м³;

τ – час проходження суспензії, с;

τ_0 – час проходження води, с.

Вплив молочної сироватки на технологічні характеристики желатину визначали за його вологоутримувальною здатністю у присутності сироватки. Для цього відважували 5 г желатину, поміщали у зважену центрифужну пробірку, додавали 30 мл дистильованої води або молочної сироватки, або водно-сироваткової суміші. Отриману суспензію ретельно перемішували, відстоювали протягом 30 хв а потім центрифугували протягом 15 хв за швидкості обертів центрифуги 4000 об/1 хв. Не адсорбовану воду зливали, пробірки залишали в нахиленому стані на 10 хв для видалення залишкової рідини. Потім пробірки зважували та обчислювали вологоутримувальну здатність (ВУЗ) за формулою (2):

$$\text{ВУЗ} = \frac{a-b}{c} \times 100, \% \quad (2)$$

Де a – маса пробірки з наважкою та зв'язаною водою, г;

b – маса пробірки з наважкою, г;

c – маса наважки, г.

Крім того, вивчали вплив сироватки та її кількості в системі на швидкість утворення желатинового гелю. Для цього визначали час, за який сформується необхідна гелеподібна структура виробу. Дослідження проводили за двох різних температур: за кімнатної температури – 18–20 °С та за 4–6 °С.

Експериментальні зразки желе, збагаченого сироваткою, виготовляли відповідно до рецептур, наведених в табл. 1.

Таблиця 1

Рецептури фруктово-овочевого желе збагаченого молочною сироваткою

Найменування сировини	Зразки желе з додаванням або без молочної сироватки, % від маси води
-----------------------	--

	Контроль (без добавки)	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Морквяний сік, г	86	86	86	86
Апельсиновий сік, г	60	60	60	60
Лимонний сік, г	29	29	29	29
Цедра апельсину, г	9	9	9	9
Цукор білий кристалічний, г	48	48	48	48
Желатин харчовий, г	5	5	5	5
Сироватка молочна, г	-	10	20	40
Вода, г	40	30	20	-

Розшифрування складу зразків:

Контроль – для замочування желатина використовують 100% води;

Зразок 1 – для замочування желатина використовують 75% води і 25% молочної сироватки;

Зразок 2 – для замочування желатина використовують 50% води і 50% молочної сироватки;

Зразок 3 – для замочування желатина використовують 100% молочної сироватки.

Технологічний процес желе проводили згідно із схемою, наведеною на рис. 1.

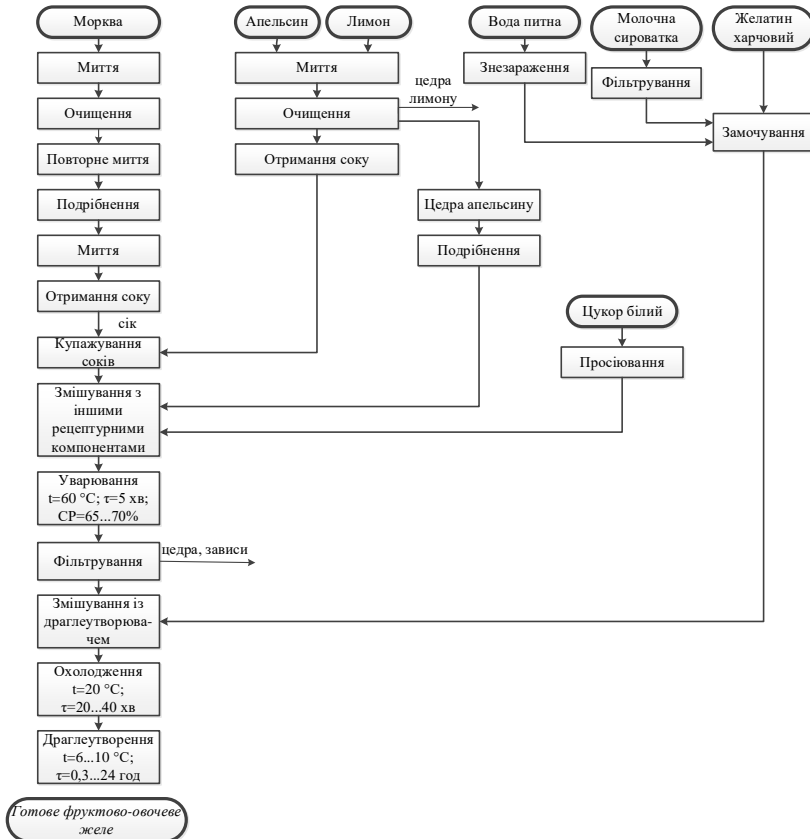


Рис. 1. Принципово-технологічна схема виробництва фруктово-овочевого желе, збагаченого молочною сироваткою

У виготовлених за наведеною схемою зразках желе визначали фізико-хімічні (вологість, кислотність) та структурно-механічні (міцність гелю) показники якості.

З метою визначення вологості фруктово-овочевого желе від кожного зразка окремо відбирали наважку масою 5 г, додавали 5 мл дистильованої води та розпускали на водяній бані до утворення однорідного розчину. В утвореному 50%-вому розчині визначали показники заломлення на рефрактометрі.

Кислотність готового продукту визначали аналогічно тому, як це здійснювали для сировини, за методикою, наведеною в [13].

Для визначення міцності драглів зразок желе поміщали в стакан, встановлений на електронних вагах і відтарювали. Після цього починали тиснути на вантаж, що встановлений над зразком желе. Фіксували максимальне значення навантаження, яке відповідає моменту прориву поверхні драглів. Відносна міцність розраховувалася за формулою (3):

$$A = \frac{mx}{m0} \times 100 \quad (3)$$

де α – відносна міцність, %;

mx – навантаження прориву дослідного зразка желе, г;

$m0$ – навантаження прориву контрольного зразка мармеладу, г.

г.

Органолептичну оцінку якості желе здійснювали методом проведення дегустації. Оцінювали смак, післясмак, аромат, колір, консистенцію готових виробів. Оцінка проводилася за 5-ти бальною шкалою, де 5 – це максимальний бал, а 1 – мінімальний.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за методом Фішера–Стьюдента за рівня надійності 0,95 із використанням стандартного програмного пакета MathCad.

Результати визначення фізико-хімічних показників якості основної та збагачувальної сировини, що використовувалася для виробництва фруктово-овочевого желе, наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники якості соків та молочної сироватки

Показник якості та його значення	Досліджувана сировина			
	Апельсиновий сік	Лимонний сік	Морквяний сік	Молочна сироватка
Кислотність, град	5,4	10,0	0,4	4,5
Кислотність, %	0,4	0,7	0,03	0,3
pH	3,7	4,2	1,4	4,7
Вміст сухих речовин, %	12,0	10,0	5,8	5,5
В'язкість, Па*с	6,8	4,5	2,3	1,6

Аналізуючи наведені в табл. 2 дані можемо стверджувати, що внесення молочної сироватки до рецептури цитрусово-морквяного желе буде мати суттєвий вплив на формування органолептичних показників готового продукту. Це пов'язано із нижчою порівняно із цитрусовими

соками титрованою кислотністю. В'язкість запропонованої збагачувальної добавки теж нижча порівняно із соками на 43,75–325,0%, що може бути передумовою формування більш м'якої структури желе. Однак для більш повного розуміння впливу молочної сироватки на майбутню якість готового продукту слід вивчити вплив її на технологічні характеристики желатину. З цією метою було проведено визначення вологоутримувальної здатності желатину за внесення сироватки. Це є важливим оскільки здатність утвореного желатинового каркасу утримувати поглинуту в результаті гідратації вологу має суттєвий вплив на якість продукту в подальшому. Результати визначення наведено на рис. 2.

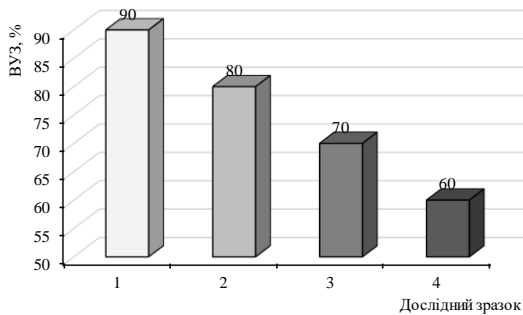


Рис. 2. Вологоутримувальна здатність желатину: 1 – контроль (для замочування використовували 100% води); 2 – зразок 1; 3 – зразок 2; 4 – зразок 3

Згідно з представленими на рис. 2 даними, внесення молочної сироватки впливає на зменшення вологоутримувальної здатності желатину на 12,5–50,0%. Відмічається, що збільшення кількості сироватки знижує здатність желатину утримувати поглинуту вологу. Це, ймовірно, викликано зміною концентрації розчину, що використовується для замочування адже відомим є те, що він добре розчиняється у воді поглинаючи при цьому у 10 разів більшу за власну масу кількість води. При цьому утворення гелю обумовлюється перегрупуванням молекулярних ланцюгів у впорядковану сітку спірального типу. Очевидно, що внесення сироватки із багатим на жири, білки та мінеральні речовини складом впливає на формування такої сітки пом'якшуючи структуру утвореного гелю. Це може негативно вплинути на якість желе під час зберігання спричинивши явище синерезису. Однак, можливо, такого ефекту і не буде. Таке припущення потребує додаткових досліджень. Наведений технологічний ефект молочної сироватки буде мати суттєвий

вплив на формування желатинового гелю та на його міцність. Тому на наступному етапі досліджень вирішено було дослідити час утворення гелю у всіх дослідних зразках і вплив на цей процес температурних режимів. Результати наведено на рис. 3.

Отримані результати щодо часу утворення гелю в системах за внесення молочної сироватки підтвердили її негативний вплив на технологічні характеристики желатину та корелюють із даними ВУЗ (рис. 2). Час утворення гелю за внесення сироватки зростає порівняно з контрольним зразком на 11,1–50,0% за температури 18 °С та на 25–66,7% – за температури 5 °С. При цьому збільшення кількості сироватки в системі спричиняє й подовження часу, що необхідний для утворення гелю. Однак слід відмітити, що у всіх зразках гелю все ж утворився і структура готового желе відповідала необхідним нормам.

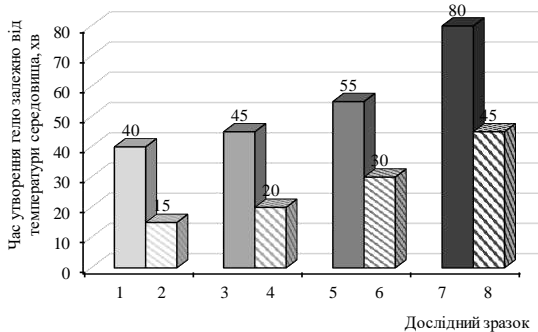


Рис. 3. Час утворення гелю в желе залежно від температури:
1 – контроль за температури 18 °С; 2 – контроль за температури 5 °С;
3 – зразок 1 за температури 18 °С; 4 – зразок 1 за температури 5 °С;
5 – зразок 2 за температури 18 °С; 6 – зразок 2 за температури 5 °С;
7 – зразок 3 за температури 18 °С; 8 – зразок 3 за температури 5 °С

Це вказує на те, що молочну сироватку доцільно вносити до рецептури фруктово-овочевого желе з метою його збагачення. Проте за такого способу виробництва слід подовжити час проходження технологічного процесу за рахунок більш тривалого гелеутворення. Для того, щоб підтвердити доцільність внесення молочної сироватки до рецептури желе і спрогнозувати відношення споживачів до такого продукту було проведено визначення його фізико-хімічних та структурно-механічних показників якості (табл. 3).

Таблиця 3

Фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості фруктово-овочевого желе збагаченого молочною сироваткою

Дослідний зразок	Показники якості та їх значення		
	міцність, г	вологість, %	кислотність, град
Контроль (без сироватки)	100,0	18,0	3,0
Зразок 1 (25% сироватки)	95,0	19,0	2,8
Зразок 2 (50% сироватки)	80,0	20,0	2,6
Зразок 3 (100% сироватки)	70,0	21,0	2,4

Згідно з отриманими даними найвища міцність гелю в контрольному зразку желе. В дослідних зразках із внесенням сироватки цей показник на 5,3–42,8% нижчий порівняно із зразком без використання сироватки. Такі результати корелюють із даними щодо вологоутримувальної здатності желатину (рис. 2) та часу утворення гелю (рис. 3). Тобто було підтверджено, що збільшення кількості молочної сироватки в системі послаблює міцність желатинового гелю. Ці зміни також підтверджуються даними щодо підвищення вологості в дослідних зразках на 5,3–16,7% порівняно з контролем. Крім того встановлено, що збільшення кількості молочної сироватки в системі знижує на 7,1–25,0% кислотність готового желе порівняно з контрольним зразком.

Таким чином можна стверджувати, що використання молочної сироватки на заміну води для замочування желатину має суттєвий вплив на формування структури готового продукту та його фізико-хімічні показники якості. Це, в свою чергу, може суттєво відобразитися на сенсорному сприйнятті та смаку фруктово-овочевого желе. У цьому зв'язку вважали за доцільне провести дегустаційну оцінку якості отриманого продукту. Результати досліджень наведено на рис. 4.

Відповідно до даних дегустаційної оцінки внесення молочної сироватки має відчутний вплив на органолептичні показники якості. Так, із збільшенням відсоткової кількості молочної сироватки покращується смак готового желе. Це, ймовірно, викликано пом'якшенням кислого цитрусового смаку за рахунок внесення із сироваткою лактози (молочного цукру). Важливо, що покращується й такий показник як післясмак адже саме він значною мірою формує задоволення споживача від продукту. Аромат желе із молочною

сироваткою також покращується, стає більш складним з цитрусово-молочними нотками.

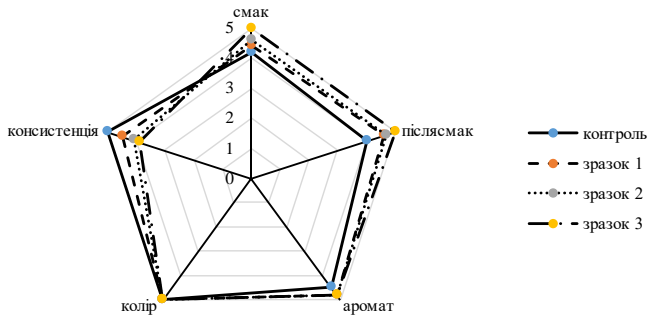


Рис. 4. Органолептичні показники фруктово-овочевого желе

У ході досліджень було встановлено, що внесення молочної сироватки в будь-якій запропонованій кількості не впливає на колір цитрусово-морквяного желе, що залишається яскраво-помаранчевим. Однак експертами було відмічено, що за внесення молочної сироватки погіршується структура желе і чим більший відсоток сироватки, тим гірша консистенція продукту. Гель у такому випадку стає більш м'яким, погано тримає форму. Такі дані корелюють з даними вологоутримувальної здатності желатину (рис. 2) та міцності гелю (табл. 3). З метою уникнення негативного впливу молочної сироватки на консистенцію фруктово-овочевого желе можна запропонувати два рішення. Перше – збільшити кількість желатину при такому збагаченні. Це повинно зробити структуру більш міцною, однак може мати негативний економічний ефект. Друге – реалізовувати збагачене желе в пластиковій або іншого роду тарі. У такому випадку продукту не потрібно тримати форму, тобто більш м'яка консистенція буде непомітною і, можливо, навіть позитивно вплине на думку споживача.

Висновки. Таким чином, в результаті комплексу проведених досліджень доведено, що внесення молочної сироватки на заміну води при замочуванні желатину знижує його вологоутримувальну здатність, спричиняє подовження технологічного процесу гелеутворення при виробництві фруктово-овочевого желе за рахунок збільшення часу, що необхідний для утворення відповідної структури готового виробу. Крім того, за збільшення кількості молочної сироватки у системі на 5,3–42,8% знижується показник міцності желе, вологість готових виробів підвищується на 5,3–16,7%, а кислотність, навпаки, знижується на 7,1–25,0%. Встановлено, що внесення молочної сироватки позитивно впливає на смак, післямак і аромат фруктово-овочевого желе проте

погіршує його консистенцію. Проблему, що виникла, можна вирішити за рахунок збільшення кількості гелеутворювача у рецептурі або реалізації готового продукту в тарі.

Подальші дослідження будуть направлені на вивчення впливу молочної сироватки на хімізм утворення желатинового гелю, якість фруктово-овочового желе під час зберігання, а також впливу на його харчову та біологічну цінність.

Список джерел інформації / References

1. France consumes most of jam, jelly, puree and paste in the EU [Електронний ресурс]. – available at: <https://www.globaltrademag.com/france-consumes-most-of-jam-jelly-puree-and-paste-in-the-eu/>
2. Холін і інозитол – дві поживні речовини для підтримки здоров'я [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://denzadnem.com.ua/blogy/korysni-porady/153849>
Xolin i inozy`tol – dvi pozhy`vni rechovy`ny` dlya pidtry`mky` zdorov'ya. available at: <https://denzadnem.com.ua/blogy/korysni-porady/153849>
3. Лапицька Н. В. Технологія напоїв, екстрактів та концентратів: навч. посібник. Чернігів: НУЧК імені Т. Г. Шевченка, 2021. 217 с.
Lary`cz`ka N. V. (2021), *Baking production technology [Texnologiya napoyiv, ekstraktiv ta koncentrativ]*, NUChK imeni T. G. Shevchenka, Chernigiv, 217 s.
4. Горобець А. О. Вітамін і мікроелементи як специфічні регулятори фізіологічних та метаболічних процесів в організмі дітей та підлітків. *Ukrainian journal Perinatology and Pediatrics*. 2019. № 4(80). С. 75–92.
5. Sychevskiy M., Romanchuk I., Minorova A. Milk whey processing: prospects in ukraine. *Хімія харчових продуктів і матеріалів*. 2019. № 13. Т. 4. С. 58–68.
6. Синенко Т. П., Скрипкіна Ю. О. Хроматографічне визначення амінокислотного складу молочної сироватки. *Science, society, education : topical issues and development prospects. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference*. Kharkiv: SPC «Sci-conf.com.ua», 2019. P. 28-32.
7. Саєвич О. В., Чернушенко О. О. Вплив мікрохвильового сушіння на структуру желатину. *Дніпровський національний університет ім. О. Гончара*. Мелітополь, 2018. С. 158–163.
Sayevy`ch O. V., Chernushenko O. O. (2018). Vply`v mikroxyv`l`ovogo sushinnya na strukturu zhelaty`nu. *Dniprovs`kyj nacional`nyj univversy`tet im. O. Gonchara*. Melitopol`. pp 158–163.
8. Нечаєв А. П., Кочеткова А. А., Зайцев О. М. Харчові добавки: підручник. Колос, 2001. 256 с.
Nechayev A. P., Kochetkova A. A., Zajcev O. M. (2001), *Baking production technology [Xarchovi dobavky`]*. Kolos, 256 s.
9. Колісниченко Т. О., Дишук Г. В., Мельник О. Є., Кравчук Є. С. Наукове обґрунтування та розробка новітніх солодких страв із йодовмісними

добавками. *Обладнання та технології харчових виробництв. Сучасні технології харчових продуктів*. 2019. № 1(38). С. 5–11.

Kolisnychenko T. O., Dyshuk G. V., Melnyk O. Ye., Kravchuk Ye. S. (2019). Naukove obg`runtuvannya ta rozrobka novitnix solodky`x strav iz jodovmisny`mu` dobavkamy`. *Obkladnannya ta tehnologiyi xarchovy`x vy`robny`cztv. Suchasni tehnologiyi xarchovy`x produktiv*. № 1(38). S. 5–11.

10. Паніна С. С., Гондуленко Н. О., Саніна Н. А. та ін. Профілактика та шляхи зниження інвалідності внаслідок цукрового діабету. *Український вісник медико-соціальної експертизи*. 2018. № 3–4(29–30). С. 23–29.

Panina S. S., Gondulenko N. O., Sanina N. A. ta in. (2018). Profilakty`ka ta shlyaxy` zny`zhennya invalidnosti vnaslidok czukrovogo diabetu. *Ukrayins`kyj visny`k medy`ko-social`noyi eksperty`zy`*. # 3–4(29–30). S. 23–29

11. Поченюк К., Голованова І. Аналіз нормативно-правового забезпечення профілактики цукрового діабету у дітей. *Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії*. 2024. № 4(2). С. 182–186.

Pochenyuk K., Golovanova I. Analiz normaty`vno-pravovogo zabezpechennya profilakty`ky` czukrovogo diabetu u ditej. (2024). *Aktual`ni problemy` suchasnoyi medy`cy`ny`*: *Visny`k Ukrayins`koyi medy`chnoyi stomatologichnoyi akademiyi*. # 4(2). S. 182–186.

12. Нещадим Л. М. Інноваційні методи та технології приготування десертної продукції. *Інновації та технології в сфері послуг і харчування*. 2021. № 1–2(3–4). С. 59–65.

Neshhadym L. M. (2021). Innovacijni metody` ta tehnologiyi pry`gotuvannya desertnoyi produkciyi. *Innovaciyi ta tehnologiyi v sferi poslug i xarchuvannya*. # 1–2(3–4). S. 59–65.

13. Бандуренко Г. М., Левківська Т. М., Матко С. В., Точкова О. В. Технології харчових виробництв. Технологія консервування плодів та овочів: лаб. практи. Київ: НУХТ, 2015. 43 с.

Bandurenko G. M., Levkivs`ka T. M., Matko S. V., Tochkova O. V. (2015). *Baking production technology [Tehnologiyi xarchovy`x vy`robny`cztv. Tehnologiya konservuvannya plodiv ta ovochiv]*, NUXT, Ky`yiv, 43 s.

Лапицька Надія Василівна доктор філософії, доц. кафедри хімії, технологій та фармації, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. Адреса: вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, Україна, 14000. Тел.: 0957802595, e-mail: nadegda.lapitskaja@gmail.com.

Lapytska Nadiia, Doctor of Philosophy (PhD), Associate Professor of Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T. H. Shevchenko National University “Chernihiv Colehium”. Address: Hetmana Polubotka str., 58, Chernihiv, Ukraine, 14000. Tel.: +380957802595; e-mail: nadegda.lapitskaja@gmail.com.

Новік Ганна Вікторівна, кандидат технічних наук, доц. кафедри харчових технологій, Дніпровський Національний університет імені О. Гончара Адреса: вул. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49045. Тел.:0963076909, e-mail: anna.novik.82@ukr.net

Novik Hanna, PhD, Associate Professor, Department of Food Technologies, Oles Honchar Dnipro National University. Address: Gagarin ave., 72, Dnipro, Ukraine, 49045 Phone: +38(096)3076909, e-mail: anna.novik.82@ukr.net

Руденко Аліна Василівна, здобувач вищої освіти (бакалавр) кафедри хімії, технологій та фармації, Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка. Адреса: вул. Гетьмана Полуботка, 53, м. Чернігів, Україна, 14000. Тел.: 0971973910; e-mail: alinkarudenko56@gmail.com

Rudenko Alina, student of higher education (bachelor's degree) of Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T. H. Shevchenko National University "Chernihiv Colehium". Address: Hetmana Polubotka str., 58, Chernihiv, Ukraine, 14000. Tel.: +380971973910; e-mail: alinkarudenko56@gmail.com

Мось Таїсія Олегівна, здобувач вищої освіти (бакалавр) кафедри харчових технологій, Дніпровський Національний університет імені О. Гончара Адреса: вул. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49045. Тел.: 0959194643 e-mail: taisiamos2003@gmail.com

Mos Taisiia, student of higher education (bachelor's degree), Department of Food Technologies, Oles Honchar Dnipro National University. Address: Gagarin ave., 72, Dnipro, Ukraine, 49045 Phone: 0959194643 e-mail taisiamos2003@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.13321517

УДК 664.3:664.144

ВИКОРИСТАННЯ НАПІВФАБРИКАТУ СУХОГО ЗБИВНОГО НА ОСНОВІ ОЛЕОГЕЛІВ У ДЕСЕРТНІЙ ПРОДУКЦІЇ

**О.В. Котляр, С.Б. Омельченко, Н.В. Федак,
Н.В. Чорна, О.О. Лісніченко**

Висвітлено актуальність використання напівфабрикату сухого збивного на основі олеогелів для розроблення асортименту десертної продукції на його основі, різноманітних смако-ароматичних наповнювачів та інших додаткових інгредієнтів, що сформулюють асортимент десертів. Для отримання модельних систем було використано як основу десерту – піноемультсію, одержану із напівфабрикату сухого збивного на основі олеогелів. Під час технологічних відпрацювань обґрунтовано раціональний вміст харчових інгредієнтів для одержання десертної продукції.

Ключові слова: напівфабрикат, десерти, піни, олеогелі, структуроутворювач, піноемультсію.

USE OF SEMI-FINISHED DRY CHEATING PRODUCT BASED ON OLEOGELS IN DESSERTS

O. Kotliar, S. Omelchenko, N. Fedak, N. Chorna, O. Lisnichenko

The article highlights the relevance of using semi-finished dry batter based on oleogels for the development of an assortment of dessert products based on it, various flavor and aroma fillers and other additional ingredients that will form an assortment of desserts. The purpose of the work, the object and the subject of the research are determined. To obtain model systems, a foam-emulsion base obtained from semi-finished dry batter based on oleogels was used as the base of the dessert. During the technological tests, the rational content of food ingredients that can be used for the production of dessert products was substantiated.

The content of food ingredients and raw materials that form the organoleptic indicators of finished products and ensure the formation of an assortment of dessert products with a foam-emulsion structure has been scientifically substantiated, and their influence on the foam-forming ability, stability and mechanical strength of foams has been determined. The expediency of introducing stabilizers in order to obtain foam emulsion systems with high mechanical strength is justified. It is shown that stabilizers must be administered in a hydrated state. It was established that as a structure former it is expedient to use quick-dissolving gelatin to regulate the consistency of foam emulsion products at a content of 1.0...2.0%, which provides high foaming capacity (710...750%), foam stability (99±1%) and mechanical strength (1440 ...1510 Pa).

The use of semi-finished dry whipped cream with the use of oleogels in the composition of dessert products with a foam-emulsion structure is substantiated, and the ways of expanding its assortment are determined. The main physical and chemical parameters are determined. On the basis of experimental data, the technological parameters of the production of dessert products based on semi-finished dry whipped cream with the use of oleogels were determined.

Ключові слова: *semi-finished product, desserts, foams, oleogels, structure former, foam emulsions.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сучасний етап розвитку економіки характеризується глибокими змінами у традиційній системі взаємодії підприємств. Для реалізації шляхів підвищення конкурентоспроможності все більшу популярність набуває мережева система закладів ресторанного господарства (ЗРГ), які надають однотипні послуги і представляють однотипний набір страв, які мають єдині централізовані стандарти якості та спільну службу закупівель [1].

З метою забезпечення ефективності функціонування мережі ЗРГ ключовим моментом є забезпечення однотипності набору страв, які мають відповідати єдиним централізованим стандартам якості незалежно від географічного розташування ЗРГ [2]. Вирішення цього

завдання можливе за рахунок використання багатофункціональних напівфабрикатів, що забезпечують отримання продуктів зі стабільними показниками якості.

Окреме місце на ринку нових видів продукції займають суміші сухі для приготування піноподібної та піноемulsionної продукції, оскільки вони зручні та забезпечують спрощення технологічного процесу виготовлення. У світі проводяться масштабні дослідження в даному напрямку, результатом чого є інтенсивний розвиток ринку сухих напівфабрикатів [3, 4]. Використання таких напівфабрикатів дозволяє одержувати продукти зі стабільними показниками якості та зводити до мінімуму вплив нестабільних властивостей сировини, а також зменшити витрати на складське та технологічне обладнання, на частку ручної праці та вимоги до кваліфікації робітників.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичними основами та практичними аспектами одержання дисперсних систем і харчової продукції на основі багатофункціональних напівфабрикатів займалися такі вітчизняні та зарубіжні вчені, як E. Dickinson, B. Murray, O.O. Гринченко, А.Б. Горальчук [5, 6, 7, 8].

Проаналізовано технології порошкоподібних піноутворювачів для харчової продукції [9, 10, 11, 12]. Встановлено, що переважна більшість сухих жиромісних сумішей містять в своєму складі тверді жири, які одержано за допомогою гідрогенізації рідких олій, в результаті чого вони мають у своєму складі значну кількість транс-жирів. На сьогоднішній день, перспективними шляхами заміни транс-жирів є використання тропічних олій в натуральному вигляді, за рахунок заміни твердих та напівтверді жири, використання олеогелів на основі рідких рослинних олій [13, 14]. Але одержання десертної продукції з використанням напівфабрикату сухого на основі олеогелів вивчено недостатньо. Не визначено основні закономірності утворення та раціональний вміст харчових інгредієнтів десертної продукції з використанням напівфабрикату сухого на основі олеогелів.

Мета статті – дослідження впливу харчових інгредієнтів на піноутворюючу здатність, стійкість піни і механічну міцність напівфабрикату сухого на основі олеогелів для розроблення асортименту десертної продукції на його основі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для розроблення асортименту десертної продукції з використання напівфабрикату сухого на основі олеогелів науково обґрунтовано використання харчових інгредієнтів та сировини, що формують органолептичні показники готової продукції.

На основі результатів дослідження визначено, що регулювання консистенції продуктів за рахунок капа-карагінану, який міститься в рецептурному складі напівфабрикату сухого на основі олеогелів є недостатнім, що визначає необхідність пошуку додаткових стабілізаторів структури [13]. Вибір стабілізатора базувався на двох принципах: по-перше, він повинен добре зв'язувати вологу, надавати стійкість системі; по-друге, – завдавати мінімального осадження піни.

В ході експериментальних досліджень встановлено, що раціональним є введення стабілізатора на завершальному етапі збивання відновленого напівфабрикату. Визначено вплив крохмалю, мальтодекстрину (стабілізаторів спіралеутворюючих) та способу їх уведення на піноутворюючу здатність та механічну міцність напівфабрикату збитого, оскільки вони здатні зв'язувати поверхнево-активні речовини (ПАР). Враховуючи технологічні властивості розробленого напівфабрикату сухого на основі олеогелів, перспективним є використання модифікованих, зокрема, холоднонабрякаючих крохмалів та мальтодекстрину, що здатні регулювати консистенцію піноемulsionної продукції. Інтерес викликає також використання як стабілізатора желатину з метою одержання гелеподібної продукції.

Обґрунтовано раціональні умови введення стабілізаторів (рис. 1) крохмалю холоднонабрякаючого в сухому вигляді (рис. 1, крива – Δ), гідратованому вигляді (рис. 1, крива – \square), мальтодекстрину (рис. 1, крива – \diamond) та желатину гідратованого (рис. 1, крива – \times).

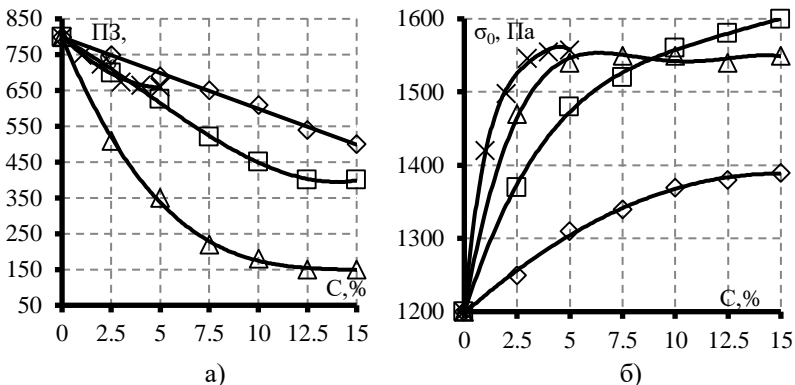


Рис. 1. Піноутворююча здатність (а) та механічна міцність (б) відновленого напівфабрикату збитого за вмісту: Δ – крохмалю холоднонабрякаючого; \square – крохмалю холоднонабрякаючого гідратованого; \diamond – мальтодекстрину; \times – желатину гідратованого

Аналіз одержаних даних показав, що зі збільшенням вмісту стабілізаторів піноутворююча здатність (ПЗ) зменшується за одночасного збільшення механічної міцності. Ймовірно, це пов'язано з водозв'язуючою властивістю стабілізаторів, що призводить до нестачі водної фази для забезпечення піноутворення, а також підвищення в'язкості дисперсійного середовища, що за механічної дії на систему викликає її руйнування. Зниження ПЗ, ймовірно, пов'язано із здатністю крохмалів утворювати спіралі з лінійних ділянок молекул амілози, що призводить до часткового зв'язування ПАР. Стійкість піни в усіх системах становить $99 \pm 1\%$ протягом 24×60^2 с. Установлено, що введення крохмалю холодонабрякаючого у гідратованому вигляді чинить менший негативний вплив на ПЗ та забезпечує вищі значення механічної міцності напівфабрикату збитого порівняно з введенням крохмалю в сухому вигляді. Використання мальтодекстрину чинить меншу негативну дію на ПЗ порівняно з крохмалем, однак не забезпечує значного збільшення механічної міцності систем.

Введення желатину гідратованого до 5,0% забезпечує збільшення механічної міцності напівфабрикату збитого. Виходячи з величин механічної міцності та ПЗ напівфабрикату збитого можна констатувати, що раціональний вміст желатину становить 2,0...3,0%, за якого системи володіють високими показниками ПЗ (710...675%), механічної міцності – 1498...1546 Па. Збільшення механічної міцності пояснюється гелеутворенням основної частини водної фази в межах системи на відміну від спіралеутворюючих стабілізаторів. Однак, підвищення вмісту желатину призводить до зниження ПЗ, імовірно, за рахунок конкурентної адсорбції ПАР та білків.

Аналізуючи експериментальні дані, можна констатувати, для одержання продукції з піноемulsionною системою (ПЕС) з високою механічною міцністю необхідне додаткове введення стабілізаторів. Узагальнення результатів дослідження дозволили зробити висновок, що стабілізатор повинен уводитися в гідратованому стані, вибір стабілізатора повинен забезпечувати формування текстури, якої необхідно досягти. З точки зору величин ПЗ, механічної міцності напівфабрикату збитого та економічних передумов раціональним є використання желатину за вмісту 2,0...3,0%.

Для визначення впливу рецептурних компонентів, що формують асортимент продукції на основі напівфабрикату сухого на основі олеогелів, визначено ПЗ, стійкість піни (СП) та механічну міцність напівфабрикату збитого жировмісного. З огляду на забезпечення органолептичних властивостей солодких страв обрано інтервал

варіювання вмісту компонентів, що можуть формувати асортимент. Так, досліджено вплив цукрової пудри, подрібнених горіхів (фундук), какао-порошку та яблучного пюре у кількості до 20% (рис. 2).

Установлено, що введення цукрової пудри до 20%, призводить до зменшення ПЗ до $350 \pm 10\%$ (рис. 2, а, крива – □) та забезпечує підвищення механічної міцності напівфабрикату збитого до 1450 ± 73 Па (рис. 2, б, крива – □); какао-порошку до 20% сприяє підвищенню механічної міцності напівфабрикату збитого до 1390 ± 70 Па (рис. 5.11, а, крива – ◇) за величини ПЗ $550 \pm 20\%$ (рис. 2, а, крива – ◇); встановлено, що введення горіхової пасти до 20% призводить до незначного зниження ПЗ ($650 \pm 26\%$) (рис. 2, а, крива – Δ), що, ймовірно, викликано збільшенням кількості олії у системі та незначного збільшення механічної міцності – до 1260 ± 63 Па (рис. 5.11, б, крива – Δ), ймовірно, за рахунок твердих частинок горіхової сировини. Визначено, що раціональний вміст пюре яблучного становить 17,5%, що забезпечує ПЗ вище 350% (рис. 2, а, крива – ×). Уведення яблучного пюре практично не впливає на величину механічної міцності напівфабрикату збитого, що становить 1200...1240 Па (рис. 2, а, крива – ×). СП в усіх системах становить $99 \pm 1\%$ протягом 24×60^2 с.

Флодово-ягідні пюре у своєму складі містять органічні кислоти. Для дослідження впливу рН середовища на ПЗ систем під час відновлення напівфабрикату сухого на основі олеогелів в питну воду вводили лимонну кислоту, після чого проводили збивання. Встановлено, що системи в діапазоні рН 4,0...6,5 характеризуються $99 \pm 1\%$ стійкістю піни. Зменшення рН до 4,5 сприяє підвищенню ПЗ в 1,2 раз – з $795 \pm 20\%$ до $980 \pm 39\%$, подальше зниження рН до 4,0 призводить до зниження ПЗ до $850 \pm 34\%$. Збільшення ПЗ зі зниженням рН, ймовірно, пов'язано зі збільшенням взаємодії казеїнату натрію з капа-карагінаном за рахунок збільшення кількості позитивних зарядів на білковій молекулі. На основі отриманих даних можна рекомендувати введення плодово-ягідних пюре, оскільки системи характеризуються високою ПЗ та СП.

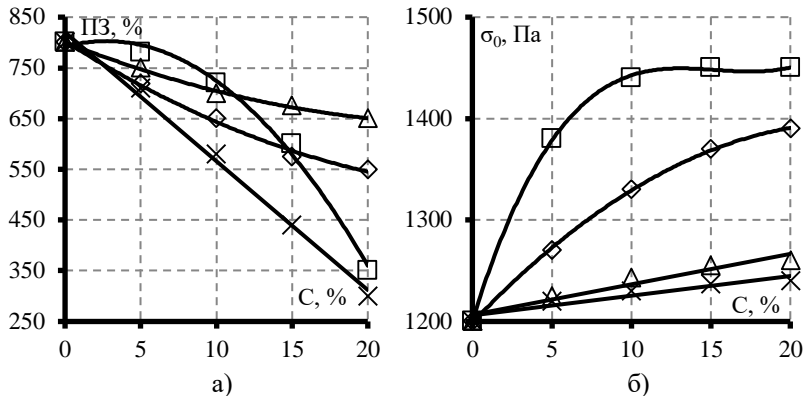


Рис. 2. Піноутворююча здатність (а) та механічна міцність (б) відновленого напівфабрикату збитого за вмісту: □ – цукрової пудри; Δ – горіхової пасти; ◇ – какао-порошку; × – яблучного пюре (10% сухих речовин)

Під час технологічних відпрацювань обґрунтовано раціональний вміст харчових інгредієнтів (10...40%): сиру кисломолочного знежиреного (рис. 3, а, крива – ◇), молока згущеного (рис. 3, а, крива – □), масла вершкового (рис. 3, а, крива – Δ) та напівфабрикату шоколадного «Ганаш» (рис. 3, а, крива – ×).

Найвищою здатністю до збільшення граничної напруги зсуву (ГНЗ) характеризується масло вершкове (рис. 3, б, крива – Δ), дещо нижчою напівфабрикат «Ганаш» рис. 3, б, крива – ×) та практично однакову ПЗ, але значно нижчу, ніж за введення зазначених компонентів, виявляють системи за введення молока згущеного (рис. 3, б, крива – □) та сиру кисломолочного знежиреного (рис. 3, б, крива – ◇). СП в усіх системах становить $99 \pm 1\%$ протягом 24×60^2 с.

Аналізуючи отримані дані, можна констатувати, що під час розробки продукції з ПЕС можливе використання різноманітних харчових інгредієнтів та сировини, що формують органолептичні показники готової продукції, які в своєму складі можуть містити як білки, вуглеводи, так і жири. Напівфабрикат сухий збивний жиромісний може використовуватися для виробництва широкого асортименту кулінарної продукції (муси, креми) та кремів оздоблювальних для наповнення порожнин, що зумовлено низькою механічною міцністю напівфабрикату збитого.

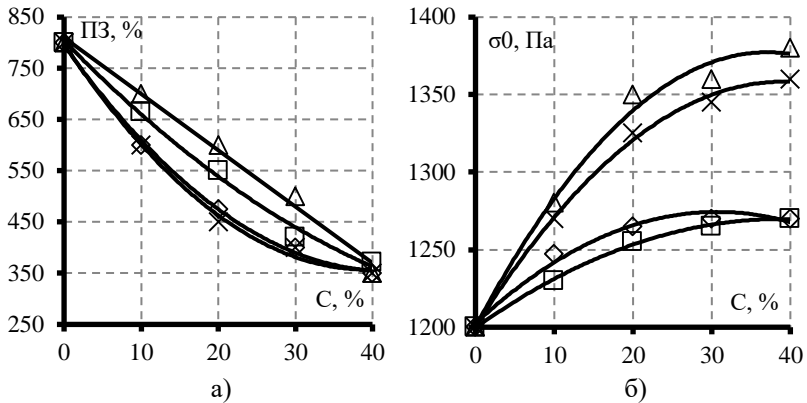


Рис. 3. Піноутворююча здатність (а) та механічна міцність (б) відновленого напівфабрикату збитого за вмісту: □ – молока згущеного (8,5% жирності); △ – масла вершкового (72% жирності); ◇ – сиру кисломолочного знежиреного; × – напівфабрикату «Ганаш»

Технологічний процес виробництва кремів на основі напівфабрикату сухого з використанням олеогелів складається з таких підсистем: А – «Утворення готового крему», В₁ – «Утворення напівфабрикату «Напівфабрикат відновлений збивний жиромісний збитий»», В₂ – «Утворення напівфабрикату харчових інгредієнтів», В₃ – «Утворення напівфабрикату желатину відновленого».

Принципову технологічну схему реалізовано на прикладі технологічної схеми виробництва крему «Шоколадний» на основі напівфабрикату сухого жиромісного (рис. 4).

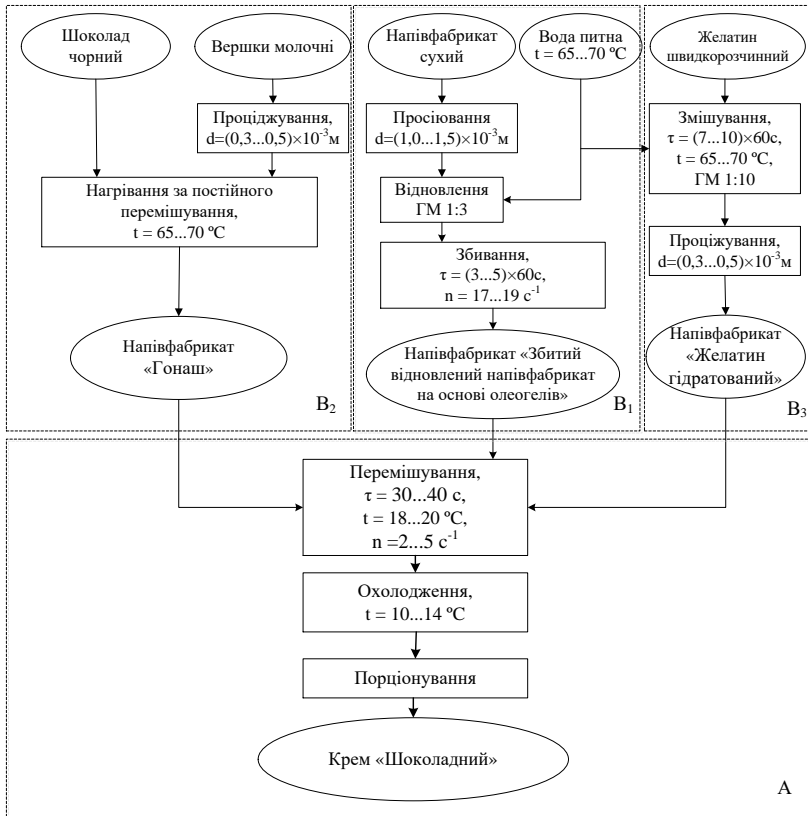


Рис. 4. Технологічна схема виробництва крему «Шоколадний» на основі напівфабрикату сухого збивного на основі олеогелів

Здійснено органолептичну оцінку кремів на основі напівфабрикату сухого. Встановлено, що креми являють собою однорідну кремоподібну масу; колір, смак та запах визначається компонентами, що входять до їх складу (молочними, плодово-ягідними компонентами, шоколадом, горіхами та ін.), консистенція пластична, кремоподібна. Оскільки дані продукти є новою продукцією масового споживання, це визначає необхідність дослідження їх фізико-хімічних показників якості, та поживної цінності.

За досить широкого асортименту кремів вміст поживних речовин у кожному конкретному випадку буде індивідуальним. У зв'язку з вищевикладеним, за показниками поживної цінності досліджено крем «Шоколадний», до складу якого входять такі продукти: напівфабрикат

сухий на основі олеогелів, вода питна, вершки питні, шоколад чорний та желатин.

Проведені дослідження хімічного складу показали (табл. 5), що вміст білків складає $3,0 \pm 0,3\%$, вуглеводів $-20,0 \pm 0,1\%$, жирів $-22,4 \pm 0,1\%$, та золи $-0,5 \pm 0,01\%$.

Таблиця 5

Хімічний склад крему «Шоколадний»

Найменування показника	Вміст, %
Масова частка вологи	$54,1 \pm 0,5$
Масова частка білків	$3,0 \pm 0,3$
Масова частка вуглеводів	$20,0 \pm 0,1$
Масова частка жирів	$22,4 \pm 0,1$
Масова частка золи	$0,5 \pm 0,01$

Можна констатувати, що десертна продукція з ПЕС на основі напівфабрикату сухого збивного з використанням олеогелів характеризуються високою поживною цінністю, яку можна регулювати за рахунок внесення різних харчових інгредієнтів та сировини, що формують органолептичні показники готової продукції.

Висновки. Науково обґрунтовано вміст харчових інгредієнтів та сировини, що формують органолептичні показники готової продукції та забезпечують формування асортименту десертної продукції з піноемультійною структурою, визначено їх вплив на піноутворюючу здатність, стійкість та механічну міцність пін. Обґрунтовано доцільність введення стабілізаторів з метою отримання піноемультійних систем з високою механічною міцністю. Показано, що стабілізатори необхідно вводити в гідратованому стані. Встановлено, що як структуроутворювач доцільно використовувати желатин швидкорозчинний для регулювання консистенції піноемультійної продукції за вмісту $1,0 \dots 2,0\%$, що забезпечує високу піноутворюючу здатність ($710 \dots 750\%$), стійкість пін ($99 \pm 1\%$) та механічну міцність ($1440 \dots 1510$ Па).

Обґрунтовано використання напівфабрикату сухого збивного з використанням олеогелів у рецептурному складі десертної продукції із піноемультійною структурою та визначено шляхи розширення її асортименту. Визначено основні фізико-хімічні показники на прикладі крему «Шоколадного» та його поживну цінність. На основі експериментальних даних визначено технологічні параметри виробництва крему «Шоколадного» на основі напівфабрикату сухого з використанням олеогелів.

Список джерел інформації / References

1. Ron Adner The wide lens: a new strategy for innovation / Ron Adner // New York, Penguin. – 2012. – 278 pp.
2. Strilets V. Yu. Zabezpechennya rozvitku malikh pidpriyemstv: teoriya, metodolohiya, praktika: monohrafiya / V. Yu. Strilets'. – Poltava: PUET, 2019. – 457s.
3. Inovatsiyni tekhnolohiyi virobnitstva kharchovoyi produktsiyi masovoho spozhivannya : monohrafiya / za zah. red. P. P. Pivovarova. Kh. : KhDUKhT. – 2011. – 444 s.
4. Hasler C. M., Brown A. C. Position of the American Dietetic Association: functional foods / Journal of the American Dietetic Association. – 2009. – Vol. 109 (4). – Pp. 735–746.
5. Dickinson E. Stabilising emulsion-based colloidal structures with mixed food ingredients / Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2012. – Vol. 93 (4) – Pp. 710–721.
6. Murray B. Stabilization of foams and emulsions by mixtures of surface active food-grade particles and proteins / B. Murray // Food Hydrocolloids. – 2011. – Vol. 25 (4) – Pp. 627–638.
7. Hrinchenko, O. A. Nauchnoe obosnovanie i razrabotka tekhnolohii kulinarney produktsii s ispol'zovaniem polufabrikatov funktsional'nykh kompozitsiy na osnovе polisaharidov / O. A. Hrinchenko: Dis... d-ra tekhn. nauk: [Tekst]. - Khar'kovskiy hos. un-t pitaniya i torhovli. - Khar'kov, 2005. - 380s.
8. Goralchuk A., Gubsky S., Omel'chenko S., Riabets O., Grinchenko O., Fedak N., Kotlyar O., Cheremskа T., Skrynnik V. Impact of added food ingredients on foaming and texture of the whipped toppings: a chemometric analysis / European Food Research and Technology. – 2020. – Vol. 246 (10) – Pp. 1955-1970 <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03547-3>
9. Суха суміш Metro Chef для приготування крему URL: <https://shop.metro.ua/shop/pv/BTY-X374089/0032/0021/Суха-Суміш-Metro-Chef-Для-Приготування-Крему-Для-Тирамісу-2x500г> (data zvernennya: 7.04.2024).
10. Roslinni vershki. Firma «Dulcinea» URL: <https://maffin.com.ua/886917900> (data zvernennya: 14.04.2024).
11. Sukha sumish dlya prihotuvannya desertnoyi produktsiyi «Zbiti vershki». Firma «Dr.Oetker» URL: <https://www.oetker.com.ua/produksiya/p/zbitij-desert> (data zvernennya: 18.04.2024).
12. Napivfabrikat dlya z bivannya «Dry Whip Mokaero 10» URL: <http://www.tradekey.com/product-free/Dry-Whipped-Topping-Mokaero-6333343.html> (data zvernennya: 29.03.2024).
13. Kotlyar O.V., Horal'chuk A.B., Hrinchenko O.O. Obruntuvannya tekhnolohichnikh parametriv virobnitstva sukho ho zhirovoho napivfabrikatu dlya pinopodibnoyi desertnoyi produktsiyi / Prodovol'cha industriya APK. – 2014. – №5. – С. 22-24
14. A. Goralchuk, S. Gubsky, O. Tereshkin, O. Kotlyar, S. Omel'chenko, L. Tovma Development of a theoretical model for obtaining the whipped emulsions from a dry fat-containing mixture and its experimental verification // Eastern-European

Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 2, No. 10 (86). – Pp. 12–19.

Котляр Олег Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, доцент, Кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії Державний біотехнологічний університет, ov.kot1988@gmail.com.

Kotliar Oleh, PhD, Senior Lecturer, Senior Lecturer, Department of food technology in the restaurant industry State Biotechnological University, ov.kot1988@gmail.com.

Омельченко Світлана Борисівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент, Кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії Державний біотехнологічний університет, omelchenko.s.b@gmail.com.

Omelchenko Svitlana, PhD, Senior Lecturer, Senior Lecturer, Department of food technology in the restaurant industry State Biotechnological University, omelchenko.s.b@gmail.com.

Федак Наталя Василівна, кандидат технічних наук, професор, професор, Кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії Державний біотехнологічний університет, fedaknv@ukr.net

Fedak Natalia, PhD, Professor, Professor, Department of food technology in the restaurant industry State Biotechnological University, fedaknv@ukr.net

Чорна Ніна Вікторівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент, Кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії Державний біотехнологічний університет, ninelleblack@ukr.net.

Chorna Nina, PhD, Senior Lecturer, Senior Lecturer, Department of food technology in the restaurant industry State Biotechnological University, ninelleblack@ukr.net.

Лісніченко Олена Олександрівна, кандидат економічних наук, доцент, доцент, Кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії Державний біотехнологічний університет, kdket_hduht@ukr.net.

Lisnichenko Olena, PhD, Senior Lecturer, Senior Lecturer, Department of food technology in the restaurant industry State Biotechnological University, kdket_hduht@ukr.net.

DOI 10.5281/zenodo.13321573

УДК 641.85:637.14.05

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ НАПІВФАБРИКАТІВ ДЕСЕРТНОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ОСНОВІ УФ-КОНЦЕНТРАТІВ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ

Г.В. Дейниченко, В.І. Скриннік, Н.В. Федак

Висвітлено актуальність використання напівфабрикатів на основі ультрафільтраційних (УФ) концентратів білково-вуглеводної молочної сировини для розроблення технології десертної продукції на їх основі. Досліджено органолептичні показники, харчову цінність, хімічний склад напівфабрикатів на основі УФ похідних БВМС. Згідно з отриманими результатами, більшість нутрієнтів у розроблених напівфабрикатах містяться у більшій кількості, ніж у контрольних зразках.

Ключові слова: білково-вуглеводна молочна сировина, ультрафільтрація, напівфабрикат, десертна продукція, показники якості

STUDY OF QUALITY INDICATORS OF SEMI-FINISHED DESSERT PRODUCTS BASED ON UV DAIRY CONCENTRATE

G. Deinychenko, V. Skrynnik, N. Fedak

The article highlights the relevance of technologies for structured dessert products based on ultrafiltration derivatives of protein-carbohydrate dairy raw materials (BCDRM), obtained with the help of semi-permeable membranes of the PAN type.

The processes of concentration polarization and gelation over the surface of semipermeable ultrafiltration membranes are theoretically considered. Mathematical dependencies that describe the accumulation of high molecular weight substances on the surface of the membrane and the actual formation of gel are determined.

The results of the study of the physicochemical and functional-technological properties of polydisperse systems using HMPS and its processing products are given. The rational concentrations of recipe components are established and the technology of semi-finished products for the preparation of structured dessert products based on UV-concentrates of skimmed milk (SFSDP UVCSM) and buttermilk (SFSDP UVCBM) is substantiated.

The chemical composition of semi-finished products based on HMPS was investigated. The obtained results indicate that the developed semi-finished products exceed the control samples in terms of the content of most nutrients. HMPS based on UV derivatives of HMPS compared to the control contain a higher amount of protein by 2.0...2.2% with a simultaneous decrease in the mass fraction of fat by 15.0...15.9%, calorie content by 48...50%.

The results of the study of changes in microbiological and organoleptic indicators of the developed SFSDP UVCSM and SFSDP UVCSM during storage made it possible to determine their storage terms - at a temperature of 2...4 °C for 36 hours.

Keywords: *protein-carbohydrate dairy raw materials, skimmed milk, buttermilk, ultrafiltration, semi-finished products, dessert products, quality indicators*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Одним із шляхів розв'язання проблем розвитку потенціалу ринку молочної промисловості та ресторанної індустрії є підвищення їхньої ресурсо- та енергоефективності. Це включає впровадження системи комплексної переробки, глибоку переробку молочної сировини та широке використання цих продуктів у ресторанному господарстві.[1, 2].

Традиційні методи промислової переробки молока у вершкове масло, сир, кисломолочний сир та казеїн неминуче супроводжуються утворенням вторинних продуктів переробки, таких як знежирене молоко та скотини, які є цінною білково-вуглеводною молочною сировиною (БВМС).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Хімічний склад та харчова цінність білково-вуглеводної молочної сировини були предметом численних наукових досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних вчених.: Г.В. Дейниченко, Г.Є. Поліщук, Т.І. Юдіної, І.В. Золотухіної, Н. Abdel-Haleem, A. Ali, L. Zhao та ін. [3-8].

Основними і найціннішими компонентами білково-вуглеводної молочної сировини є білки, ліпіди (молочний жир) та вуглеводи (лактоза). Окрім цих основних складників, до знежиреного молока, скотини та сироватки також переходять майже всі інші компоненти сухого залишку молока: мінеральні солі, небілкові азотисті сполуки, вітаміни, ферменти, гормони, імунні тіла, органічні кислоти та вода. [3, 6-8].

У багатьох країнах світу зі скотини виробляють згущені та сухі концентрати. Проте такі методи концентрування призводять до зменшення вмісту вільних амінокислот у продуктах, денатурації сироваткових білків та виділення фосфату кальцію, і як наслідок – до суттєвих змін властивостей білків, що знижує розчинність готового продукту. Застосовуючи відомі методи текстурування, такі як прядіння, екструзія, кріоконцентрування та інші, можна отримати на основі молочних білків текстурати з необхідною макро- і мікроструктурою та бажаними функціональними властивостями.

Сучасні мембранні процеси характеризуються високою селективністю, низькими енерговитратами, простотою апаратурного

оформлення та слугують основою для створення безвідходних технологій. Вони не чинять негативного впливу на екологію, оскільки не використовують реагенти [9].

Отже, наукова література містить достатньо даних про функціональні властивості як окремих білків молока, так і білково-вуглеводної молочної сировини в цілому. Вивчення літературних даних показує, що ці властивості грають важливу роль у встановленні технологічних режимів та параметрів для розробки нових технологій на основі білково-вуглеводних молочних сировин. Проте, досить мало уваги було приділено вивченню функціональних властивостей УФ-концентратів білково-вуглеводної молочної сировини. Таким чином, відзначені функціонально-технологічні властивості білково-вуглеводної молочної сировини слід враховувати при розробці технологій отримання концентратів і структурованої десертної продукції на їхній основі.

Аналіз технологій виготовлення кулінарних виробів з використанням концентратів білково-вуглеводної молочної сировини (БВМС) показав, що інформація про використання концентратів знежиреного молока та сколотин в закладах ресторанного господарства обмежена та не систематизована. Тому дослідження і розробка науково обґрунтованих технологій напівфабрикатів на основі концентратів білково-вуглеводної молочної сировини, а також вивчення закономірностей і механізмів регулювання їх функціонально-технологічних властивостей з метою подальшого використання у приготуванні структурованої десертної продукції є актуальними.

Мета статті – дослідження показників якості напівфабрикатів для структурованої десертної продукції (НСДП) на основі ультрафільтраційних (УФ)-похідних БВМС.

Виклад основного матеріалу дослідження. За основу було взято результати власних попередніх досліджень та враховано досвід вітчизняних та зарубіжних дослідників для розробки основної технологічної схеми виробництва напівфабрикатів для структурованої десертної продукції (НСДП) на основі УФ-похідних БВМС. (рис. 1) [10-16].

Технологічний процес виготовлення структурованої десертної продукції (НСДП) складається з наступних етапів: підготовка рецептурних компонентів; отримання напівфабрикату "Структуруюча основа"; отримання напівфабрикату "Молочно-цукрова суміш"; приготування напівфабрикатів для створення структурованої десертної продукції на основі УФ-концентратів знежиреного молока (НСДП УФКЗМ) та сколотин (НСДП УФКС). Підсистеми С₁ – С₂ призначені

для очищення початкової сировини (УФ-концентратів білково-вуглеводної молочної сировини, цукру та желатину) від зайвих механічних домішок для отримання кінцевого продукту відповідної якості.

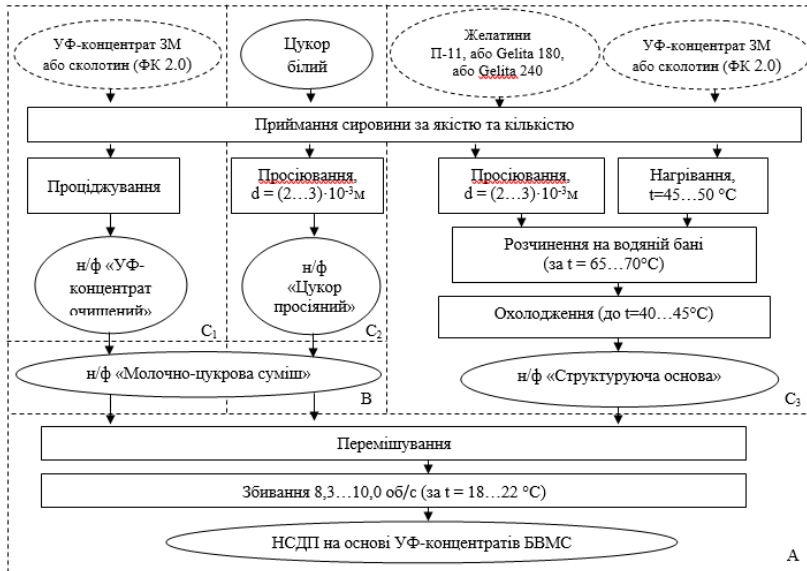


Рис. 1. Принципова технологічна схема приготування напівфабрикату структурованої десертної продукції (НСДП) на основі УФ-концентратів білково-вуглеводної молочної сировини(БВМС)

Підсистема C₃, яка полягає у створенні напівфабрикату "Структуруюча основа", включає в себе розведення одного з видів желатину (П-11, Gelita 180 або Gelita 240) в УФ-похідних білково-вуглеводних молочних сировинах (при $t = 45...50^\circ\text{C}$), їх розчинення на водній бані та охолодження отриманого розчину до температури $18...22^\circ\text{C}$ для подальшого з'єднання з іншими компонентами.

Підсистема В, яка відповідає за отримання напівфабрикату "Молочно-цукрова суміш", включає в себе змішування підготовлених компонентів (УФ-концентрату білково-вуглеводних молочних сировин, цукру та розчину желатину).

Підсистема А «Отримання «НСДП на основі УФ-концентратів БВМС» передбачає з'єднання напівфабрикатів «Структуруюча основа» та «Молочно-цукрова суміш», збивання за температури $18...22^\circ\text{C}$

протягом 1,5...2 хв, що забезпечує рівномірний розподіл пухирців повітря у системі та утворення піноподібної структури.

Розроблені напівфабрикати є нетрадиційними новими продуктами, використання яких передбачається у приготуванні структурованої десертної продукції масового споживання. Тому необхідно дослідити їх харчову, біологічну цінність, органолептичні та функціонально-технологічні властивості.

Результати органолептичної оцінки НСДП на основі УФ-концентратів БВМС наведено у табл. 1. Як контроль використовували «Крем ванільний зі сметани» (рецептура №973 [17]) за традиційною технологією.

Таблиця 1

Показники органолептичної оцінки НСДП на основі УФ-концентратів БВМС

Найменування показника	Характеристика		
	Контроль	НСДП УФКЗМ	НСДП УФКС
Зовнішній вигляд	Пухка, однорідна, <u>жельована</u> маса	Однорідна, ніжна, пластична, дещо <u>жельована</u> маса	Однорідна, ніжна, пластична, злегка <u>жельована</u> маса
Колір	Однорідний, білий	Однорідний, від білого до білого з кремовим відтінком	Однорідний, від білого до білого з кремовим відтінком
Консистенція	Однорідна, <u>піноподібна</u>	Однорідна, ніжна, драгледодібна	Однорідна, ніжна, драгледодібна
Запах та смак	Чисті, кисломолочні, характерні для молочної сировини, солодкий смак	Чисті, характерні для молочних продуктів, без сторонніх присмаків і запахів, солодкий смак	Чисті, характерні для молочних продуктів, без сторонніх присмаків і запахів, солодкий смак

Дані, представлені в табл. 1, підтверджують високу якість розроблених структурованих десертів. Консистенція випробуваних зразків відповідає вимогам для використання їх у приготуванні структурованої десертної продукції. Молочний аромат та солодкий смак, що притаманні цій категорії кулінарної продукції, були виявлені. Високі показники органолептичної оцінки розроблених структурованих десертів сприятимуть їх широкому використанню у технологіях

створення структурованої десертної продукції у закладах ресторанного господарства.

Результати дослідження хімічного складу розроблених напівфабрикатів порівняно з контрольним наведено у табл. 2.

На підставі даних табл. 2 можна стверджувати, що НСДП на основі УФ-похідних БВМС у порівнянні з контролем мають нижчу калорійність на 48...50%, меншу масову частку жиру на

Таблиця 2

Хімічний склад НСДП на основі УФ-концентратів БВМС

Зразок	Вміст, %					Енергетична цінність, ккал/100г
	Сухі речовини, %	в т.ч.				
		білки	жири	вуглеводи	зола	
Контроль	41,6	2,3	16,1	22,5	0,7	244,1
НСДП УФКЗМ	22,5±1,1	5,5±0,2	0,2±0,01	15,6±0,7	0,6±0,03	86,2
НСДП УФКС	21,6±0,9	5,3±0,2	1,1±0,05	13,7±0,6	0,6±0,03	86,0

15,0...15,9%, з одночасним збільшенням кількості білка на 2,0...2,2 %. Завдяки чому розроблені НСДП можуть застосовуватися у спортивному, дієтичному та лікувальному-профілактичному харчуванні. Як продукт функціонального харчування НСДП на основі УФ-похідних БВМС можна вживати при необхідності збагачення раціону білком без збільшення калорійності та зменшення вмісту жиру.

Оскільки розроблені НСДП є продуктами з підвищеним вмістом білка, перед нами стала задача дослідити амінокислотний склад їх білків (табл. 3). Згідно з аналізом даних у табл. 3, в білках розроблених структурованих десертів було ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, включаючи всі незамінні. Відсоток незамінних амінокислот у напівфабрикаті на основі УФ-концентрату знежиреного молока становить 42,4%, а в напівфабрикаті на основі УФ-концентрату сколотин — 41,6%, що на 5,8% та 5,0% відповідно вище, ніж у контрольному зразку. У незамінних амінокислотах спостерігається підвищена кількість лейцину, лізину, метіоніну, а серед замісних — аспарагінової та глутамінової кислот. Результати дослідження мінерального складу структурованих десертів на основі УФ-

концентратів білково-вуглеводних молочних сировин наведені у таблиці 4.

Дослідження показують значні відмінності у мінеральному складі структурованих десертів на основі ультрафільтрованих похідних білково-вуглеводних молочних сировин порівняно з контрольним зразком. Розроблені напівфабрикати відрізняються високим вмістом кальцію, фосфору та магнію (в 3-5 разів більше, ніж у контролі).

Таблиця 3

**Амінокислотний склад білків НСДП на основі УФ-концентратів БВМС,
% на натуральну речовину ($X \pm m, m \leq 0,05$)**

Назва амінокислоти	Контроль	НСДП УФКЗМ	НСДП УФКС
1	2	3	4
Незамінні амінокислоти	0,83	2,33	2,19
в тому числі			
валін	0,14	0,31	0,29
ізолейцин	0,11	0,32	0,30
лейцин	0,19	0,51	0,50
лізін	0,15	0,42	0,40
метіонін	0,03	0,14	0,13
треонін	0,09	0,26	0,24
триптофан	0,02	0,09	0,07
фенілаланін	0,10	0,28	0,26
Замінні амінокислоти	1,44	3,16	3,08
в тому числі			
аланін	0,14	0,15	0,14
аргінін	0,16	0,21	0,19
аспарагінова кислота	0,27	0,35	0,34
гістидин	0,07	0,15	0,13
глутамінова кислота	0,37	1,15	1,13
пролін	0,08	0,38	0,38
серин	0,13	0,29	0,29
тирозин	0,09	0,28	0,28
цистин	0,07	0,13	0,13
гліцин	0,06	0,07	0,07
Загальна кількість АК	2,27	5,49	5,27

Це можливо пов'язано з процесом ультрафільтрації, де зі збільшенням вмісту білка у концентраті зростає вміст кальцію та фосфору, що пов'язані з білками, а також колоїдного фосфату кальцію. Співвідношення кальцію до фосфору у розроблених сумішах

збалансоване і дорівнює 1:1,45, що дуже близько до оптимального значення.

Таблиця 4

Мінеральний склад НСДП на основі УФ-концентратів БВМС

Мінеральні речовини	Вміст (у 100г продукту)		
	Контроль	НСДП УФКЗМ	НСДП УФКС
<u>Макроелементи, мг</u>			
калій	84,6	166,5±4,2	169,3±4,2
кальцій	71,0	164,0±3,6	171,4±4,8
магній	7,1	40,9±0,5	48,7±0,7
натрій	47,4	49,3±1,2	51,8±1,3
сірка	21,9	1,52±0,1	1,5±0,1
фосфор	64,9	238,8±3,4	240,4±3,5
хлор	62,7	54,4±1,4	9,5±0,2
<u>Мікроелементи, мкг</u>			
залізо	0,4	137,7±3,4	143,0±3,6
йод	6,4	19,4±0,5	8,5±0,2
кобальт	0,4	0,6±0,1	0,5±0,1
марганець	6,4	3,9±0,1	3,3±0,1
мідь	16,8	6,5±0,2	6,9±0,1
цинк	0,28	249,0±3,7	210,5±0,2

Вивчали вміст вітамінів у створених напівфабрикатах. Подано результати досліджень у таблиці 5.

Аналіз вітамінного складу напівфабрикатів для структурованої десертної продукції на основі УФ-похідних БВМС показав, що вони є цінним ресурсом вітаміну D, B₁₂, біотину, пантотенової кислоти.

Під час зберігання молочних продуктів найпоширенішими причинами їх псування є мікробіологічні та хімічні чинники. Хімічне псування може виникати внаслідок окислювальних процесів та непотрібних хімічних змін, що відбуваються через дію ферментів.

Молочна продукція створює сприятливе середовище для росту мікроорганізмів. З цієї причини нами було проведено дослідження мікробіологічних показників безпеки створених напівфабрикатів. Ми перевірили зразки структурованих десертів на наявність бактерій групи кишкової палички (БГКП), дріжджів, плісень, патогенних організмів та S.aureus.

Вітамінний склад НСДП на основі УФ-концентратів БВМС

Вітаміни	Вміст (у 100г продукту)		
	Контроль	НСДП УФКЗМ	НСДП УФКС
1	2	3	4
Вітамін А, мг	0,02	0,05±0,01	0,14±0,01
β-Каротин, мг	0,03	0,03±0,01	0,03±0,01
Вітамін D, <u>мкг</u>	0,02	0,11±0,01	0,12±0,01
Вітамін Е, мг	0,04	0,1±0,01	0,11±0,01
Вітамін С, мг	0,38	0,46±0,01	0,56±0,01
Вітамін В ₆ , мг	0,05	0,07±0,01	0,08±0,01
Вітамін В ₁₂ , <u>мкг</u>	0,3	0,67±0,01	0,69±0,01
Біотин, <u>мкг</u>	3,7	4,21±0,08	4,39±0,11
Ніацин, мг	0,07	0,15±0,01	0,17±0,01
Пантотенова кислота, мг	0,2	0,45±0,01	0,51±0,01
Рибофлавін, мг	0,1	0,3±0,01	0,32±0,01
Тіамін, мг	0,02	0,07±0,01	0,07±0,01
Фолатин, <u>мкг</u>	5,00	1,65±0,04	–
Холін, мг	69,6	18,01±0,45	25,22±0,63

Дослідження мікробіологічної безпеки структурованих десертів проводилося з врахуванням гігієнічних вимог щодо їх зберігання в ході експерименту. Зразки аналізувалися при температурах 4°C та 14°C. Результати досліджень представлені у табл. 6. З аналізу даних таблиці б впливає, що температурний режим зберігання структурованих десертів впливає на рівень розвитку мікроорганізмів у продукті. Наприклад, при зберіганні при температурі 4°C протягом 48 годин у жодному зразку не було виявлено ознак мікробного псування, однак при підвищенні температури до 14°C через 48 годин у зразках спостерігалось розмноження дріжджів та плісняви. З цього можна зробити висновок, що для забезпечення мікробіологічної безпеки структурованих десертів рекомендується зберігати їх при температурі від 2 до 6 °C протягом 36 годин.

Таблиця 6

**Динаміка мікробіологічних показників
НСДП на основі УФ-концентратів БВМС під час зберігання**

Найменування показників	Норма	Вміст мікроорганізмів, КУО/г			
		Через 24 години	Через 36 годин	Через 48 годин	Через 72 години
1	2	3	4	5	6
За температури 4°C					
БГКП в 0,1 г	Не припускається	Не виявлено			
<u>S.aureus</u>	Не припускається	Не виявлено			
Дріжджі	100	-	-	-	8
Плісені	50	-	-	-	5
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели	Не припускається	Не виявлено			
За температури 14°C					
БГКП в 0,1 г	Не припускається	Не виявлено			
<u>S.aureus</u>	Не припускається	Не виявлено			
Дріжджі	100	-	-	6	15
Плісені	50	-	-	3	11
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. сальмонели	Не припускається	Не виявлено			

Під час досліджень вмісту кількості солей важких металів у напівфабрикатах розробленої продукції виявили, що вміст солей міді, свинцю, ртуті, олова, кадмію не перевищував допустимих норм, що підтверджує хімічну нешкідливість розроблених продуктів

Висновки. Отримані результати досліджень підтверджують високу якість розроблених структурованих десертів та їх безпечність як з мікробіологічної, так і з хімічної точки зору. Це дозволяє рекомендувати їх для використання в широкому спектрі структурованих десертів у ресторанному бізнесі.

Визначені показники, які відображають харчову цінність структурованих десертів на основі ультрафільтраційних концентратів знежиреного молока (УФКЗМ) та сколотин (УФКС) вказують на їх підвищену біологічну цінність: за рахунок збільшеного у 2,3–2,4 рази

білкового вмісту у продукті, при цьому масова частка жиру зменшується на 15,0–15,9%, а калорійність - на 48–50%, у порівнянні з контрольними зразками. В обох розроблених напівфабрикатах було ідентифіковано вісімнадцять амінокислот, включаючи всі незамінні, а лімітуючі амінокислоти виявилися відсутні.

Аналіз хімічного складу також показав, що структуровані десерти на основі УФКЗМ та УФКС містять значно більше кальцію, фосфору та магнію - в 3–5 разів більше, порівняно з контрольними зразками. Щодо вітамінного складу, виявлено, що структуровані десерти на основі УФКЗМ та УФКС є добрим джерелом вітаміну D, B12, біотину та пантотенової кислоти.

Список джерел інформації / References

1. Rozvytok promy'slovi dlya zabezpechennya zrostannya ta onovlennya ukrayins'koy ekonomiky: naukovo-analitychna dopovid / za red. d-ra ekon. nauk Dejnego L. V.; NAN Ukrayiny, DU «In-t ekon. ta prognozuv. NAN Ukrayiny». Ky'iv, 2018. 158 s.

2. Sychevskyi M., Romanchuk I., Minorova A. Milk whey processing: prospects in Ukraine // Food science and technology. 2019. V. 13, Issue 4. P. 58–68.

3. Dejnychenko G. V., Maznyak Z. O., Zolotuxina I. V. Ul'trafil'tracijni procesy ta tehnologiyi racional'noyi pererobky bilkovo-vuglevodnoyi molochnoyi sy'rovny: monografiya. Xarkiv: Fakt, 2008. 208 s.

4. Polishhuk G. Ye. Formuvannya skladny'x dy'spersny'x sy'stem molochnogo morozy'va z natural'ny'my' komponentamy: avtoref. dy's. ... d-ra techn. nauk: 05.18.04. Ky'iv, 2013. 48 s.

5. Yudina T. I. Naukove obg'runtuvannya tehnologij strukturovanoyi kulinarnoyi produkciyi z vy'kory'stanniam koncentrativ skolyoty'n: dy's. ... d-ra techn. nauk: 05.18.16. Ky'iv, 2016. 405 s.

6. Abdel-Haleem H., Kheadr E., Dabour N. et al. Buttermilk: one of the oldest functional foods // Egyptian Journal of Dairy Science. 2018. 46 (1). P. 11–30.

7. Ali A. H. Current knowledge of buttermilk: Composition, applications in the food industry, nutritional and beneficial health characteristics // Int J Dairy Technol, 2019. 72. P. 169–182.

8. Zhao L., Feng R., Ren F., Mao X. Addition of buttermilk improves the flavor and volatile compound profiles of low-fat yogurt. LWT // Food Science and Technology. 2018. 98. P. 9–17.

9. <https://ziko.com.ua/decision/organization-solution-promyslovi-systemy-ultrafiltracii/>

10. Fedak V. I. Tehnologiya strukturovany'x desertiv na osnovi UF-poxidny'x molochnoyi sy'rovny'. Innovacijni tehnologiyi xarchovoyi produkciyi: kolekty'vna monografiya / G.V. Dejnychenko ta in.; za zag. red. G.V. Dejnychenka. X.: Fakt, 2019. – S. 248–258

11. Deynichenko G., Maluk L., Fedak V. Innovative Technology of Structured Dairy Desserts. COMMODITY SCIENCE – TRADITIONS AND ACTUALITY.

Thirteen scientific conference with international participation. Varna. 2018. R. 197-206.

12. Sposib oderzhannya molochno-bilkovogo napivfabry`kату: pat. na kory`snu model` 88150, Ukrayina, MPK (2014.01) A23S 23/00 / Dejny`chenko G. V., Zolotuxina I. V., Fedak V. I., Fedak N. V.; patentovlasny`k Xark. derzh. un-t xarchuv. ta torgivli. # u201301481; zayavl. 07.02.2013; opubl. 11.03.2014, Byul. #5. 4 s.

13. Sposib oderzhannya molochno-bilkovogo napivfabry`kату: pat. na vy`naxid 108244, Ukrayina, MPK (2015.01) A23S 23/00, A23C 9/152 (2006.01) / Dejny`chenko G. V., Zolotuxina I. V., Fedak V. I., Fedak N. V.; patentovlasny`k Xark. derzh. un-t xarchuv. ta torgivli. # a201301480; zayavl. 07.02.2013; opubl. 10.04.2015, Byul. #7. 3 s.

14. Sposib oderzhannya molochno-bilkovogo napivfabry`kату: pat. na kory`snu model` 110412, Ukrayina, MPK A23S 23/00 / Dejny`chenko G. V., Zolotuxina I. V., Fedak V. I.; patentovlasny`k Xark. derzh. un-t xarchuv. ta torgivli. # u201603245; zayavl. 29.03.2016; opubl. 10.10.2016, Byul. # 19. 3 s.

15. Sposib otry`mannya desertu: pat. na kory`snu model` 110413, Ukrayina, MPK A23S 23/00 / Dejny`chenko G. V., Zolotuxina I. V., Fedak V. I., Skrypka K. A.; patentovlasny`k Xark. derzh. un-t xarchuv. ta torgivli. # u201603246; zayavl. 29.03.2016, opubl. 10.10.2016, Byul. # 19. 4 s.

16. Спосіб отримання десерту: пат. на винахід 115620, Україна, МПК А23С 21/08 (2006.01), А23С 23/00 / Дейниченко Г. В., Золотухіна І. В., Федак В. І., Скрипка К. А.; патентовласник Харк. держ. ун-т харчув. та торгівлі. № а201603242; заявл. 29.03.2016; опубл. 27.11.2017. Бюл. № 22/2017. 4 с.

17. Zbirny`k receptur kulinarnoї produkciyi i napoyiv funkcional`nogo pry`znachennya / za zag. red. M.I. Peresichnogo. 2-ge vy`d., pererobl. i dopovn. Ky`yiv: Ky`yiv. nac. torg.-ekon. un-t, 2013. 772 c.

Дейниченко Григорій Вікторович, доктор технічних наук, професор, професор, Кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії Державний біотехнологічний університет, deinychenkov@btu.kharkov.ua

Deinychenko Gryhorij, Doctor of Science, Professor, Professor, Department of food technology in the restaurant industry State Biotechnological University, deinychenkov@btu.kharkov.ua

Скриннік Вікторія Ігорівна, доктор філософії з харчових технологій, доцент, доцент, кафедра торгівлі, готельно-ресторанної та митної справи, Державний біотехнологічний університет. Адреса: вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002; e-mail: v_skrynnik@btu.kharkiv.ua

Skrynnik Viktoriia, PhD, Associate Professor, Department of Trade, Hotel and Restaurant Business, and Customs, State Biotechnological University (SBTU), Address: Alchevskih str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002. e-mail: v_skrynnik@btu.kharkiv.ua

Федак Наталя Василівна, кандидат технічних наук, професор, професор, Кафедра харчових технологій в ресторанній індустрії Державний біотехнологічний університет, fedaknv@ukr.net

Fedak Natalia, PhD, Professor, Professor, Department of food technology in the restaurant industry State Biotechnological University, fedaknv@ukr.net
DOI 10.5281/zenodo.13321609

УДК 637.521.037:664.48

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ НАПІВФАБРИКАТІВ М'ЯСНИХ РЕСТРУКТУРОВАНИХ ЗАМОРОЖЕНИХ

М.О. Янчева, Т.С. Желєва, А.Т. Інжиянц, О.Б. Дроменко

Наведено спосіб удосконалення технології виробництва напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених. Обґрунтовано технологію реструктурованих напівфабрикатів з використанням у їх складі сумішей для реструктурування. Досліджено основні показники якості та безпечності розроблених виробів, обґрунтовано умови та терміни їх зберігання.

Ключові слова: *напівфабрикати м'ясні реструктуровані заморожені, суміші для реструктурування, показники якості та безпечності.*

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF RESTRUCTURED FROZEN SEMI-FINISHED MEAT

M. Yancheva, T. Zhelieva, A. Inzhyyants, O. Dromenko

The innovative focus of scientific research on the technologies of meat semi-finished products is aimed at the need to develop a technological process for the production of restructured meat products, which allows to regulate the organoleptic and structural-mechanical properties of meat products, to involve in production low-grade raw materials with low functional and technological properties, to expand the assortment, to increase the yield of finished products and the profitability of production. Traditionally, in the technologies of restructured meat products, the monolithic formation of the product is achieved mainly with the help of heat treatment. One of the promising technological solutions in this direction is the development of frozen restructured semi-finished products that imitate portioned semi-finished products. The article is about research devoted to the improvement of the technology for the production of frozen restructured meat semi-finished products due to the use of restructuring mixtures in their composition. After summarizing the results of experimental research and technological development, the technology of restructured semi-finished products with the use of restructuring mixtures in their composition was substantiated, and their main quality and safety indicators were investigated. It has been proven that the quality and safety indicators of restructured frozen semi-finished meat products confirm the compliance of the products with the requirements of regulatory documentation. During the study, 19 amino acids were identified and quantified, of which 37.7% (control) and 37.1% (restructured frozen semi-finished meat

products) are essential, and the remaining 62.3% (control) and 62.9% (restructured frozen semi-finished meat products) on substitute amino acids. The ratio of essential and replaceable amino acids in the control is 1:1.6, in semi-finished restructured frozen meat products – 1:1.7, which makes it possible to characterize them as products with high biological value. Thus, the implementation of the developed technology will be aimed at ensuring the quality and safety of meat semi-finished products, meeting consumer requirements regarding the taste and nutritional characteristics of the product, increasing production efficiency and forming food safety.

Keywords: *restructured frozen semi-finished meat products, functional mixtures, quality and safety indicators.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. М'ясна промисловість, як одна з найважливіших галузей національної економіки, забезпечує населення країни харчовою продукцією, що є одним з основних джерел білка. За багатовекторності її розвитку одним із напрямів є виробництво напівфабрикатів.

Інноваційна спрямованість наукового дослідження технології м'ясних напівфабрикатів базувалася на вивченні відповідності наявного асортименту потребам споживачів та підвищенні харчової і біологічної цінності продукції. На основі аналітичних досліджень було визначено необхідність розробки нового технологічного процесу виробництва реструктурованих заморожених м'ясних напівфабрикатів. Це дозволить не лише задовольнити вимоги споживачів щодо смакових та поживних характеристик, але й забезпечити виробників можливістю використовувати низькосортну сировину з низькими функціонально-технологічними властивостями, розширити асортимент продукції, підвищити вихід готових виробів і рентабельність виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За прогнозами фахівців найближчими роками очікується значне зростання світового ринку заморожених м'ясних напівфабрикатів [1]. У виробництві заморожених напівфабрикатів закордонна промисловість орієнтується не тільки на високопоживні продукти з добрими смаковими якостями, аналогічні стравам домашньої кухні й кращим ресторанним стравам, але й на виготовлені напівфабрикатів, що попереджають передчасне старіння організму, знімають стреси, а також на напівфабрикати традиційної національної кухні багатьох країн.

У сучасній промисловості використовується цілий ряд інновацій, що дозволяє збільшити об'єм продукції, розширити внутрішній ринок збуту, підвищити конкурентоспроможність виробленої продукції, збільшити продуктивність праці, знизити матеріальні витрати, зменшити собівартість виробленої продукції, знизити енергоємність виробництва, відновити виробничі потужності, розширити асортимент

продукції та покращити якість виробів. Ці інновації активно впроваджуються на підприємствах харчової промисловості з метою задоволення зростаючих потреб споживачів і підвищення ефективності виробництва [2].

Останніми роками за допомогою використання комп'ютерної техніки проводиться пошук і розробка нових рецептур м'ясної продукції, яка збалансована за вмістом білків, жирів, вуглеводів, води, мінеральних речовин та вітамінів. Для підвищення харчової та біологічної цінності продукції використовують білкові компоненти тваринного і рослинного походження – знежирене молоко, казеїн, білки крові тощо [3]. Розробляються і впроваджуються новітні технології, які дозволяють мінімізувати втрати при переробці м'яса, забезпечують раціональне використання вторинних продуктів забою тварин.

В умовах нестабільної економіки особливо важливими є комплексні та ресурсозберігаючі технології, спрямовані на максимально ефективну переробку кожного кілограма сировини, мінімізацію втрат та економію робочого часу. Це дозволяє не тільки підвищити ефективність виробництва, але й знизити собівартість продукції, забезпечити раціональне використання ресурсів та підвищити конкурентоспроможність на ринку.

Сучасні технології виробництва м'ясних продуктів передбачають використання різних інгредієнтів та харчових добавок, які поліпшують органолептичні, структурно-механічні і фізико-хімічні показники готових продуктів. Водночас на підприємства надходить значна кількість м'ясної сировини із низькою водозв'язуючою здатністю, тому актуальним є застосування саме функціональних харчових добавок.

Традиційно у технологіях реструктурованих м'ясних продуктів утворення монолітності виробу досягається в основному за допомогою теплової обробки [4]. Одним із перспективних технологічних рішень у цьому напрямку є розробка заморожених реструктурованих напівфабрикатів, які імітують порційний напівфабрикат. Існують дослідження зарубіжних дослідників щодо розробки технологій реструктурованих заморожених напівфабрикатів. Зокрема, існують технології реструктурування за допомогою натурального ексудату, який утворюється на його поверхні під час механічної обробки, шляхом механічного проколювання невеликих шматків м'яса з подальшим їх заморожуванням, використання солей, ферментів, пресування, екструзії, рідкого азоту, процесів заморожування-розморожування, застосування додаткових інгредієнтів рослинного та тваринного походження [5-11].

Мета статті. Метою роботи стало удосконалення технології

напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених. В рамках роботи проведені дослідження щодо обґрунтування технологічної схеми виробництва напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених з використанням в їх складі суміші для реструктування та вивчення показників їх якості та безпечності.

Під час дослідження використовували стандартні методики, методи та прилади, які за своїми метрологічними та технічними характеристиками задовольняють вимоги ДСТУ 4437:2005 та мають відповідне метрологічне забезпечення згідно з чинним законодавством України.

Виклад основного матеріалу дослідження. За попередніми дослідженнями обґрунтовано використання суміші добавок для регулювання адгезійно-когезійних взаємодій, досліджено закономірності зміни функціонально-технологічних, структурно-механічних характеристик м'ясних систем при використанні розробленої суміші для реструктурування. Встановлено оптимальний вміст інгредієнтів суміші для реструктурування у м'ясній системі (до маси м'ясної сировини): сіль кухонна – 1,5 %, суміш фосфатна – 0,3 %, білок тваринний – 2,0 %. Основною сировиною є знежилване м'ясо яловичини вищого, першого та другого сортів.

За результатами досліджень було розроблено технологічну схему виробництва напівфабрикату м'ясного реструктурованого замороженого (НМРЗ), яку наведено на рис. 1.

Виробництво напівфабрикату здійснюють у фаршемішалці шляхом перемішування всіх компонентів рецептури протягом 5...7 хв., з подальшим масуванням. Подрібнену м'ясну сировину змішують із сумішшю для реструктурування (вводиться у кількості 3,8 % до маси м'ясної сировини у сухому вигляді), рецептура фаршу складається з мас. %:

- м'ясна сировина (яловича обрізь)	100,0
- суміш для реструктурування	3,8

Рекомендоване масування проводять за режимом: $\tau = 1$ год (цикл 10 хв масування, 20 хв спокій). Для формування виробів використовують ковбасну оболонку діаметром 100...120 мм із низьким ступенем адгезії до фаршу. Вироби направляють на осадження за температури від 0 до 4 °С протягом 2...4 год.

Заморожування проводять протягом 24 год за температури в холодильній камері -18 ± 1 °С. Заморожені вироби звільняють від оболонки та надають остаточної форми шляхом нарізання на скибочки товщиною 15 ± 1 мм на автоматичній пилі для заморожених продуктів. Продукцію пакують у полімерні пакети, маркують та реалізують у замороженому вигляді. Зберігають напівфабрикати за температури не вище -18 °С – не більше 60 діб; не вище ніж -10 °С – не більше ніж 30

діб; не вище 5 °С – не більше ніж 48 год.

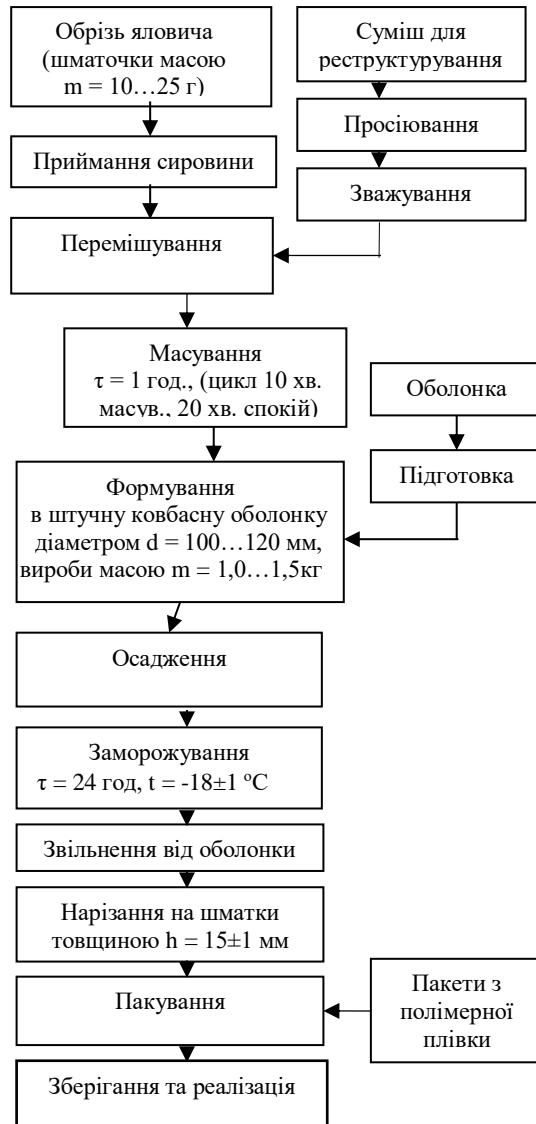


Рис. 1. Технологічна схема виробництва НМР3

Кулінарну обробку виробу проводять у замороженому або

розмороженому вигляді з температурою всередині виробу $-2...0$ °С.

Додавання суміші для реструктурування у рекомендованих концентраціях призводить до отримання реструктурованого продукту який за структурою імітує натуральний м'ясний напівфабрикат, сприяє збереженню нативних властивостей білків і як наслідок – мінімальним втратам під час заморожування-розморожування та теплової обробки м'ясних напівфабрикатів, підвищенню показників вологозв'язуючої здатності, покращенню органолептичних показників.

Розроблена технологія виробництва напівфабрикату м'ясного реструктурованого замороженого не потребує принципово нового обладнання.

Напівфабрикати м'ясні реструктуровані заморожені із використанням суміші для реструктурування є новими виробами в існуючому асортименті м'ясної продукції, тому доцільно комплексно дослідити показники їх якості та безпечності.

В ході наступного етапу досліджень було проведено низку технологічних відпрацювань як в умовах лабораторії, так і в умовах діючого підприємства. Це дозволило визначити основні функціонально-технологічні показники, терміни та режими зберігання продукції.

Основними показниками якості розробленої продукції були обрані: органолептична оцінка, оцінка харчової та біологічної цінності, мікробіологічна оцінка, оцінка показників безпеки виробів.

Досліджено органолептичні показники НМРЗ, які наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Органолептичні показники НМРЗ

Показники	Характеристика
Зовнішній вигляд	Не зліплені, не zdeформовані. Форма однієї штуки – округло-приплюснута. Поверхня рівна, без розірваних країв, без наледеніння та інею
Колір	Від світло-рожевого до темно-червоного кольору
Запах та смак	Властиві відповідній доброякісній м'ясній сировині, з вираженим смаком та ароматом яловичини. Після термічної обробки – властивий цьому виду продукту, без стороннього присмаку та запаху
Консистенція	Консистенція щільна, тверда, некрихка. У розмороженому вигляді щільна, пружна, без відшарування води

З метою визначення харчової цінності розробленого м'ясного напівфабрикату досліджено загальний хімічний склад продукту. Контрольним зразком виступав натуральний порційний напівфабрикат

(ромштекс), структурно-механічні властивості якого відтворює розроблений продукт.

Зазначено, що хімічний склад розробленого продукту характеризується більшим вмістом зольних речовин на 1,7% та меншим вмістом вологи на 9,3%, в порівнянні із контрольним зразком. Енергетична цінність нового продукту склала 192 ккал.

Важливим показником біологічної цінності м'ясних виробів є вміст незамінних і замінних амінокислот. Визначено амінокислотний склад білків НМРЗ, який наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Амінокислотний склад НМРЗ

Найменування амінокислоти (АК)	Вміст амінокислот у НМРЗ			
	Контроль		НМРЗ	
	г/100 г продукту	г/100 г білка	г/100 г продукту	г/100 г білка
Незамінні, у т.ч.:				
Валін	1,430	5,39	1,385	5,33
Ізолейцин	1,118	4,22	1,068	4,11
Лейцин	2,157	8,14	2,074	7,98
Лізин	2,170	8,19	2,106	8,10
Метіонін	0,676	2,55	0,648	2,49
Треонін	1,118	4,22	1,079	4,15
Триптофан	0,299	1,13	0,280	1,08
Фенілаланін	1,040	3,92	1,009	3,88
Сума незамінних АК	10,007	37,745	9,649	37,108
Замінні, у т.ч.:				
Аланін	1,495	5,64	1,556	5,98
Аргінін	1,404	5,29	1,465	5,63
Аспаргінова к-та	2,469	9,31	2,417	9,30
Гідроксипролін	0,455	1,72	0,607	2,33
Гістидин	0,936	3,53	0,888	3,42
Гліцин	1,287	4,85	1,628	6,26
Глутамінова к-та	4,302	16,23	4,205	16,17
Пролін	1,118	4,22	1,300	5,00
Серін	1,144	4,31	1,132	4,35
Тирозин	0,910	3,43	0,866	3,33
Цистеїн	0,390	1,47	0,365	1,41
Сума замінних АК	15,907	62,255	16,430	62,892
Загальна кількість АК	25,914	100,00	26,079	100,00

Під час дослідження ідентифіковано та кількісно визначено 19

амінокислот, із яких 37,7 % (контроль) і 37,1 % (НМРЗ) припадає на незамінні, а решта 62,3 % (контроль) і 62,9 % (НМРЗ) на замінні амінокислоти. Співвідношення незамінних та замінних амінокислот у контролю складає 1:1,6, у НМРЗ – 1:1,7, що дозволяє характеризувати НМРЗ як продукти з високою біологічною цінністю.

Аналізуючи якісний та кількісний склад незамінних амінокислот (табл. 3), слід відзначити, що вміст амінокислот у складі НМРЗ є нижчим, ніж у контрольного зразка, але при цьому перевищує рівень ФАО/ВООЗ за такими амінокислотами як лізин, лейцин, метіонін і цистеїн. Кількість валіну, ізолейцину, треоніну та триптофану наближається до рівня їх вмісту в ідеальному білку. Наявні лімітуючі амінокислоти, а саме – фенілаланін і тирозин, про це свідчить величина амінокислотного скору, яка склала 64,6 %.

Таблиця 3

Біологічна цінність НМРЗ за амінокислотним скором

Незамінні амінокислоти	Амінокислотний склад, %				
	Рекомендований вміст ФАО/ВООЗ, мг АК/1 г білка	Контроль		НМРЗ	
		мг/г білка	скор, %	мг/г білка	скор, %
Валін	50,0	53,9	107,8	53,3	106,5
Ізолейцин	40,0	42,2	105,4	41,1	102,7
Лейцин	70,0	81,4	116,2	79,8	113,9
Лізин	55,0	81,9	148,8	81,0	147,3
Метіонін+цистеїн	35,0	40,2	114,8	39,0	111,4
Треонін	40,0	42,2	105,4	41,5	103,7
Триптофан	10,0	11,3	112,7	10,8	107,7
Фенілаланін+тирозин	60,0	39,2	65,4	38,8	64,6

Проведені дослідження щодо визначення складу мінеральних речовин та вітамінів НМРЗ. Встановлено, що НМРЗ є джерелом макроелементів – натрію (508,6 мг/%), калію (301,9 мг/%) та фосфору (154,7 мг/%), а також мікроелементів – заліза (2,2 мг/%).

Досліджено мікробіологічні показники НМРЗ (табл. 4) після виготовлення та після низькотемпературного зберігання протягом

60 діб, відповідно вимогам, встановленим ДСТУ 4437:2005 для м'ясних напівфабрикатів.

Таблиця 4

Мікробіологічні показники НМРЗ

Показники	Допустимий рівень	Фактичне значення		
		Після виготовлення	Після зберігання	
			30 діб	60 діб
Кількість мезофільних аеробних і факультативних анаеробних мікроорганізмів, КУО/г, в 1 г не більше ніж	$1 \cdot 10^7$	$4,3 \cdot 10^4$	$4,6 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^4$
Патогенні мікроорганізми, зокрема бактерії роду <i>Salmonella</i> , у 25 г	не дозволено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
бактерії роду <i>Listeria monocytogenes</i> , у 25 г	не дозволено	не виявлено	не виявлено	не виявлено
Бактерії групи кишкових паличок (колі форми), у 0,001 г	не дозволено	не виявлено	не виявлено	не виявлено

Після проведення досліджень (табл. 4) встановлено, що патогенні мікроорганізми та бактерії групи кишкової палички не виявлені у свіжовиготовлених напівфабрикатів та тих, що зберігалися протягом 60 діб, а кількість МАФAM у свіжовиготовленого зразка складала $4,3 \cdot 10^4$, що не перевищує встановлених рівнів. Після 60 діб зберігання кількість МАФAM в 1 г досліджуваних зразків дещо підвищилася – до $5,0 \cdot 10^4$, проте залишалася в допустимих межах.

Оцінка показників безпеки виробів визначалась за результатами токсикологічних випробувань та радіаційних досліджень, що наведені у табл. 6 та 7.

На підставі отриманих даних (табл. 5) встановлено, що вміст токсичних елементів, мікотоксинів, нітрозамінів у НМРЗ не перевищує

допустимих рівнів, встановлених наказом МОЗ України від 13.05.2013 р. №368.

Таблиця 5

Вміст токсичних елементів, мікотоксинів, антибіотиків і гормональних препаратів у НМРЗ

Показники	Допустимі рівні, мг/кг, не більше	Фактичне значення, мг/кг
Свинець	0,50	0,03
Кадмій	0,05	0,03
Миш'як	0,10	0,04
Ртуть	0,03	0,01
Мідь	5,00	0,35
Цинк	70,00	4,90
Мікотоксини, мг не більше Афлатоксин В ₁	0,005	не виявлено
Нітрозаміни (сума НДМА і НДЕА), мг/кг, не більше	0,002	не виявлено
Гормональні препарати, мг/кг, не більше: діетилстильбестрол естрадіол-17в	не дозволено 0,0005	не виявлено не виявлено
Антибіотики, од/г, не більше: тетрациклінової групи грисин цинкбацитрацин левоміцетин	0,01 0,50 0,02 0,01	не виявлено не виявлено не виявлено не виявлено

Вміст радіонуклідів у НМРЗ не перевищує допустимих рівнів, встановлених наказом МОЗ України від 03.05.2006 р. №256 (табл. 6).

Таблиця 6

Результати радіаційних досліджень НМРЗ

Показники	Допустимі рівні, мг/кг	Фактичне значення, мг/кг
¹³⁷ Cs	200,0	140,0
⁹⁰ Sr	20,0	11,0

Таким чином, дослідження загального складу показників якості та безпеки НМРЗ підтверджують відповідність продукції вимогам нормативної документації.

Висновки. Після узагальнення результатів експериментальних досліджень і технологічних відпрацювань, обґрунтовано технологію реструктурованих напівфабрикатів, досліджено їх основні показники якості та безпеки. Доведено, що показники якості та безпеки

НМРЗ підтверджують відповідність продукції вимогам нормативної документації. Під час дослідження ідентифіковано та кількісно визначено 19 амінокислот, із яких 37,7 % (контроль) і 37,1 % (НМРЗ) припадає на незамінні, а решта 62,3 % (контроль) і 62,9 % (НМРЗ) на замінні амінокислоти. Співвідношення незамінних та замінних амінокислот у контролю складає 1:1,6, у НМРЗ – 1:1,7, що дозволяє характеризувати НМРЗ як продукти з високою біологічною цінністю.

Таким чином, впровадження розробленої технології буде спрямоване на забезпечення якості та безпечності м'ясних напівфабрикатів, задоволення вимог споживачів щодо смакових та поживних характеристик продукту, підвищення ефективності виробництва та формування продовольчої безпеки.

Список джерел інформації / References.

1. Frozen Semi-finished Products Market Size, Predictions: Predicting Trends and Growth Opportunities from 2024-2031. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/frozen-semi-finished-products-market-size-55zkc>

2. Пашко Ю. Інноваційні процеси на підприємствах харчової промисловості: сучасний погляд. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33078/2/MTPSNTS_2020_Pashko_J-Innovative_processes_in_the_18-19.pdf

Pashko Yu. Innovatsiini protsesy na pidpriemstvakh kharchovoi promyslovosti: suchasnyi pohliad. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/33078/2/MTPSNTS_2020_Pashko_J-Innovative_processes_in_the_18-19.pdf

3. Покращимо та стабілізуємо якість м'ясних напівфабрикатів. URL: <https://harch.tech/2023/11/17/pokrashchymo-ta-stabilizuyemo-jakist-mjasnyh-napivfabrykativ/>

Pokrashchymo ta stabilizuiemo yakist miasnykh napivfabrykativ. URL: <https://harch.tech/2023/11/17/pokrashchymo-ta-stabilizuyemo-jakist-mjasnyh-napivfabrykativ/>

4. Механічна обробка та підготовка сировини до термічної обробки. Особливості виробництва продукції формованого типу. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/326896/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%90%201.%20%D0%92%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%A6%D0%A2%D0%92%D0%9E%20%D0%9C%E2%80%99%D0%AF%D0%A1%D0%9D%D0%98%D0%A5%20%D0%9D%D0%90%D0%9F%D0%86%D0%92%D0%A4%D0%90%D0%91%D0%A0%D0%98%D0%9A%D0%90%D0%A2%D0%86%D0%92.pdf

Mekhanichna obrobka ta pidhotovka syrovyny do termichnoi obrobky. Osoblyvosti vyrobnytstva produktsii formovanoho typu. URL: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/326896/mod_resource/content/1/%D0%A2%D0%95%D0%9C%D0%90%201.%20%D0%92%D0%98%D0%A0%D0%9E%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%A6%D0%A2%D0%92%D0%9E%20%D0%9C%E2%80%99%D0%AF%D0%A1%D0%9D%D0%98%D0%A5%20%D0%9D%D0%90%D0%9F%D0%86%D0%92%D0%A4%D0%90%D0%91%D0%A0%D0%98%D0%9A%D0%90%D0%A2%D0%86%D0%92.pdf

[% 80% 99% D0% AF% D0% A1% D0% 9D% D0% 98% D0% A5% 20% D0% 9D% D0% 90% D0% 9F% D0% 86% D0% 92% D0% A4% D0% 90% D0% 91% D0% A0% D0% 98% D0% 9A% D0% 90% D0% A2% D0% 86% D0% 92. pdf](#)

5. Method of preparing frozen poultry meat portions: Patent Application Publication US 2020/0390132 A1: A23L 13/50, A22C 21/00, A22C 7/00, A23B 4/10. US 2020/0390132 A1. Dec. 17, 2020.

6. Glenn R. Meat Products: Fresh and Restructured. URL: https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/1988_05_01.pdf

7. Texture Profile Analysis in Restructured Chicken with transglutaminase and egg white / Contreras-Castillo C.J., et al. URL: https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2009_08_46.pdf

8. Supaluk Sorapukdee, Pussadee Tangwatcharin. Quality of steak restructured from beef trimmings containing microbial transglutaminase and impacted by freezing and grading by fat level. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2018. Vol. 31. Issue 1. P. 129-137. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0170>

9. Means W. J., Schmidt G. R. Restructuring fresh meat without the use of salt or phosphate. In A. M. Person, & T. R. Duston, Advances in meat research. vol. 3, Restructured meat and poultry products. 1987. New York: AVI Book, Van Nostrand Reinhold. P. 469-487.

10. Sofos J.N., Perejda J.A., Schmidt G.R. Use of starch for water binding in restructured beef products. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-4501\(06\)80234-7](https://doi.org/10.1016/S0167-4501(06)80234-7)

11. Research of technology of restructured combined meat products using a multicomponent brine / Kaldarbekova M., et al. // EurAsian Journal of BioSciences. 2019. Vol. 13. P. 1625-1632.

Янчева Марина Олександрівна, доктор техн. наук, професор, декан факультету переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, e-mail: ya.marina11@gmail.com

Желева Тетяна Сергіївна, канд. техн. наук, доцент кафедри технології м'яса, Державний біотехнологічний університет, e-mail: sts512@ukr.net

Інжиянц Артем Тігранович, технолог ТОВ «Чугуївський м'ясокомбінат», e-mail: artem.inzhyyants@gmail.com

Дроменко Олена Борисівна, канд. техн. наук, доцент, e-mail: elena.dromenko@gmail.com

Yancheva Maryna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Processing and Food Production, State Biotechnological University, e-mail: ya.marina11@gmail.com

Zhelieva Tetiana, PhD, Associate Professor of the Department of Meat Technology, State Biotechnological University, e-mail: sts512@ukr.net

Inzhyyants Artem, Technologist Production of LLC Chuhuyiv Meat Plant, e-mail: artem.inzhyyants@gmail.com

Dromenko Olena, PhD, Associate Professor, e-mail: elena.dromenko@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.13321646

ХАРЧОВА БЕЗПЕКА ТА ЕКСПЕРТИЗА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 613.2.099:664:658.8

АНАЛІЗ ЗАХВОРИЮВАНOSTI НА ХАРЧОВИЙ БОТУЛІЗМ В УКРАЇНІ ТА В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Л.В. Газзаві-Рогозіна, В.В. Євлаш

Здійснено аналіз захворюваності на харчовий ботулізм. Виявлено зв'язок між виникненням отруєнь та вживанням неякісної їжі. Харчовим фактором стало вживання прісноводної риби (16 випадків – 37,2%) та м'ясних консервів домашнього приготування (15 випадків – 34,9). Інші випадки захворювання на ботулізм були пов'язані з вживанням інших кулінарних виробів.

Ключові слова: ботулізм, отруєння, токсин, консерви, гриби, риба, м'ясо.

ANALYSIS OF THE INCIDENCE OF FOOD-FOOD BOTULISM IN UKRAINE AND IN THE KHARKIV REGION

L. Gazzavi-Rogozina, V. Yevlash

Botulism is a severe food poisoning caused by the toxin of the botulism bacterium entering the human or animal body through food. This disease is characterized by high mortality, which ranges from 37 to 100%. Specific and nonspecific treatment does not always succeed, so the main focus should be on the prevention of this disease.

Cases of botulism in Ukraine are registered annually. Throughout the territory, there are regions with well-defined landscape features where the likelihood of outbreaks is very high. The main risk areas are the southeastern and western regions of Ukraine and the Cherkasy region. Botulism diseases are rare in the northern and southern regions of Ukraine. In the risk group, the following food products are identified, which are associated with cases of botulism: canned meat and fish products, canned food and preserves, spices, poultry products, products packed under vacuum, culinary products.

In 2018, Ukraine for the first time at the national level procured anti-botulism serum. Until that time, humanitarian cargo was the only way to provide the citizens of Ukraine with specific serums if necessary. So, at the end of October 2017, at the request of the Ministry of Health, the International Committee of the Red Cross in Ukraine delivered 150 doses of anti-botulinum immunoglobulin, which is distributed between the regions.

In June 2019, the Ministry of Health of Ukraine purchased 204 vials of heptavalent (types A, B, C, D, E, F, G) botulinum antitoxin, manufactured in Canada

at the expense of the state budget. The antitoxin residues as of March 1 of this year are 123 doses.

Keywords: botulism, poisoning, toxin, canned food, mushrooms, fish, meat.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Харчовий ботулізм є тяжкою, потенційно смертельною, але рідкісною хворобою. Це інтоксикація, яка зазвичай викликається в результаті споживання високоактивних нейротоксинів, ботулотоксинів, що утворюються в заражених харчових продуктах. На щастя, ботулізм не передається від людини людині.

Спори *Clostridium botulinum* широко поширені в навколишньому середовищі, характеризуються стійкістю до дії високих температур. Потрапляючи у сприятливі умови, за відсутністю кисню, спори перетворюються у вегетативну клітину та починають виробляти токсини. Відомо 7 типів ботулотоксину: А – G. Чотири з них (типи А, В, Е та інколи F) викликають ботулізм людини. Типи С, D та Е викликають захворювання у тварин.

C. botulinum – облигатний анаероб, розвиток бактерії можливий лише за відсутності кисню. Харчова інтоксикація розвивається у разі, коли бактерії *C. botulinum* ростуть та виробляють токсини в харчових продуктах до їх споживання. *C. botulinum* виробляє спори, які поширені у навколишньому середовищі, включаючи ґрунт, і навіть річкову і морську воду.

Зростання бактерій та вироблення токсину відбуваються у продуктах з низьким вмістом кисню та при певному поєднанні температури зберігання та параметрів консервації. Найчастіше це відбувається у харчових продуктах легкої консервації, а також у продуктах, які не пройшли належної обробки, консервованих чи бутильованих у домашніх умовах. У кислому середовищі (рН менше 4,6) розвитку *C. botulinum* не відбувається, проте низький рівень рН не руйнує токсинів, вироблених раніше. Також для запобігання росту мікроорганізмів та вироблення токсину необхідно зберігати продукти при низьких температурах у поєднанні з використанням посолу та маринування. Бактерія, яка спричиняє хворобу, не псує продукти та не змінює їх органолептику.

Ботулотоксин виявлений у широкому ряді харчових продуктів, включаючи низькокіслотні консервовані овочі, такі як зелена квасоля, шпинат, гриби та буряк; консервованій тунець, ферментована, солоня та копчена риба; м'ясні продукти, такі як шинка та сосиски. Перелік продуктів змінюється залежно від країн, національних особливостей харчування та методів консервації. Іноді ботулотоксини виявляються у продуктах промислового виготовлення.

Незважаючи на те, що спори *C. botulinum* витримують кип'ятіння протягом 5 годин, паличка і токсин більш чутливі до нагрівання: при температурі 100°C паличка гине протягом 5-10 хвилин, токсин руйнується у перші хвилини. Тому готові до вживання продукти в вакуумних упаковках, з низьким вмістом кисню, є найбільш поширеною причиною виникнення інтоксикації.

Спалахи ботулізму відбуваються рідко, але вони є надзвичайними ситуаціями в галузі охорони здоров'я. Харчовий ботулізм характеризується високою летальністю, яка коливається в межах 37–100%. Успіх лікування значною мірою залежить від раннього діагностування та швидкого введення ботулінічного антитоксину. Але специфічна та неспецифічна терапія цього захворювання не завжди має успіх, тому основну увагу потрібно приділяти питанням профілактики.

Згідно зі статистикою ВООЗ щодо причин виникнення харчового ботулізму, наприклад, у США 77% випадків виникли внаслідок вживання рослинних консервів. Тому дотримання відповідних технологій особливо важливо під час домашнього консервування продуктів. У Німеччині у 82% випадків отруєння спричинено продуктами тваринного походження, переважно ковбасами та окорочками. [1; 2].

В Україні щороку реєструються випадки харчового ботулізму. В залежності від особливостей клімату та ландшафту, є регіони де ймовірність виникнення спалахів дуже висока, це Черкаська область, південно-східний та західний регіони України. У північних та південних регіонах України захворювання на ботулізм зустрічаються рідко. Серед продуктів харчування, з якими пов'язані найчастіші випадки захворювання на ботулізм, виділено такі продукти: продукція у вакуумній упаковці, м'ясні та рибні консерви, спеції, вироби з птиці, кулінарні вироби [3;4].

У цей час, через війну, велика кількість людей опинилася в умовах відсутності доступу до свіжої і якісної їжі, тому проблема захворюваності на харчовий ботулізм серед населення залишається актуальною на сьогодні. Ботулізм належить до групи харчових токсикозів. Смертельна доза ботулотоксину для людини становить лише 0,3 мкг, що в 400 000 разів сильніше, ніж отрута гримучої змії. Зараження людини ботулізмом відбувається під час уживання продуктів тваринного і рослинного походження, забруднених клостридіями.

Спорами або вегетативними форми збудника ботулізму контаміновані майже всі харчові продукти, однак захворювання може виникнути лише в разі вживання тих із них, які були недостатньо

термічно оброблені та зберігалися без доступу кисню. Значущим харчовим фактором є консерви домашнього приготування, приготовані без належного дотримання правил консервування; грибні, овочеві, копчені, в'ялені м'ясні та рибні вироби, та інші продукти, в яких є умови для токсиноутворення. Так, описано спалахи ботулізму, пов'язані з вживанням смаженої цибулі під шаром вершкового масла; часнику, що зберігався в олії; приправи до картоплі на основі сиру, що запікається у фользі; соусу сальса, приготованого в домашніх умовах. Спалахи ботулізму, пов'язані з промислово виготовленими харчовими продуктами, зустрічаються набагато рідше порівняно зі спалахами, спричиненими харчовими продуктами домашнього приготування [1–4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Згідно з даними Центру громадського здоров'я України, у 2023 році було зафіксовано 85 випадків захворювання на ботулізм, з них 4 – діти. Всі вони були пов'язані зі вживанням риби та продуктів з неї. "Серед цих випадків, на жаль, два закінчилися смертю – це у місті Київ та у Запорізькій області", – зазначив заступник міністра охорони здоров'я України. Він додав, що "лідерами" за захворюванням на ботулізм є Житомирська та Чернігівська області, де фіксуються найвищі ризики поширення цієї інфекційної хвороби. Понад половина хворих (57,1%) захворіли через вживання консервованих продуктів, 33,3% — через в'ялену/сушену рибу домашнього приготування.

В Україні у 2022 році було зареєстровано 71 осередок ботулізму; 79 людей, хворих на ботулізм, з них дві діти. Чотири випадки закінчились летально. Серед захворілих на ботулізм майже 60% — чоловіки. У 75% випадків хвороба реєструвалась у людей віком 18–59 років. Більше 53% хворих отруїлись через вживання консервованих продуктів.

В Україні у 2021 році зареєстрували 88 осередків захворювання на ботулізм, унаслідок яких захворіли 98 людей, з них три діти. Десять випадків стали летальними. 79 пацієнтам було введено протиботулінічну сироватку. В порівнянні з 2020 роком, в якому захворіло 65 людей, з них чотири випадки з летальним наслідком, у 2021 році відмічається негативна тенденція: випадки захворювання на ботулізм реєстрували в усіх областях України, окрім Закарпатської, Луганської та Миколаївської областей. Найбільше випадків зареєстрували в Волинській області — 9, у Житомирській, Львівській і Чернігівській областях — по 8, у Черкаській — 7. Усі постраждали у 2020 році мали можливість отримати протиботулінічну сироватку.

У 2019 році від ботулізму померло три людини: двоє у Запорізькій області та одна в Чернігівській області. У 2019 році понад

60% тих, хто захворіли, становили жінки. 60% людей, які захворіли – особи віком 25–55 років. [9].

За участю спеціалістів територіальних органів Держпродспоживслужби у 2022 році було розслідувано 54 випадків ботулізму, в яких з 60 постраждалих 2 хворих померло (по одному випадку у Львівській та Чернігівській областях). Обидва випадки пов'язані із вживанням м'ясного паштету домашнього виготовлення та риби-тараньки, придбаної з рук у місці стихійної торгівлі.

Після початку введення воєнного стану у 2022 році, зареєстровано 50 випадків з 55 постраждалими, двоє з яких померло. За результатами розслідування випадків ботулізму у 2022 році встановлено, що 24 випадки з 29 постраждалими пов'язані з вживанням консервації домашнього приготування, а саме: м'ясні консерви – 18 випадків з 21 постраждалим, овочеві – 4 випадки з 5 постраждалими та рибні – 2 випадки з 3 постраждалими, 20 випадків (21 постраждалий) пов'язано із вживанням в'яленої та смаженої риби (15 випадків з 16 постраждалими – домашнього виготовлення, 4 – придбаною в місцях стихійної торгівлі, 1 – невідомого походження). У 10 випадках захворювання пов'язано з продукцією промислового виробництва: рибна продукція – 8, м'ясна – 2), у 5 випадках виробника не встановлено.

Варто пам'ятати, що ботулізм має чітко виражену сезонність. Зростання захворюваності спостерігається у травні–червні (рис. 1).



Рис. 1 Сезонність захворювання на ботулізм в Україні у 2017–2020 роках [4]

У 2018 році, вперше на національному рівні, в Україні була здійснена закупівля сироватки проти ботулізму. До цього часу єдиним способом забезпечити громадян України специфічними сироватками

були гуманітарні вантажі. На прохання МОЗ у жовтні 2017 року Міжнародний Комітет Червоного Хреста в Україні доставив 150 доз протиботулінічного імуноглобуліну, який було розподілено між регіонами.

У червні 2019 року, за кошти державного бюджету, Міністерством охорони здоров'я України було куплено 204 флакони гептавалентного (типи А, В, С, D, E, F, G) ботулінічного антитоксину, канадського виробництва. Залишки антитоксину станом на 1 березня цього року становлять 123 дози [3].

Метою статті є аналіз захворюваності населення Харківської області на харчовий ботулізм та причин його виникнення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Внаслідок підриву російськими окупантами дамби Каховської ГЕС та різкого зниження рівня води у водосховищі, масовий мор риби ніс загрозу виникнення випадків захворювань на ботулізм у 2023 році. Однак на території Харківської області випадки ботулізму не реєструвались. У 2022 році в Харківській області було зафіксовано 2 випадки захворювання на ботулізм.

В Харківській області у 2021 році на харчовий ботулізм захворіло чотири людини, одна з них померла. У двох випадках причиною отруєнь були консервовані гриби, в одному – морепродукти (мідії, лангустини), ще в одному – риба копчена. У 2020 році на харчовий ботулізм захворіли чотири людини, летальних випадків не було. Причиною всіх випадків стала в'ялена (сушена) та копчена риба: у двох випадках ідентифікована як лящ в'ялений (сушений), по одному – як плотва в'ялена (сушена) та карась копчений.

У 2019 році випадків захворювань на ботулізм у Харківській області не зареєстровано.

Протягом попередніх дев'яти років (із 2015 по 2023 рік) на ботулізм захворіли 25 осіб, з яких померли троє.

Протягом 2018 року причиною отруєнь на харчовий ботулізм у всіх випадках була в'ялена та копчена риба. Протягом попередніх років причини отруєнь: три випадки – гриби консервовані (2015 рік), один випадок – м'ясо тушковане (2017 рік), інші – риба в'ялена або копчена.

Таблиця 1

**Аналіз отруєнь грибами та захворювання на ботулізм у 2017–2021 роках
(за п'ять років)**

Причина отруєння	Рік									
	2017		2018		2019		2020		2021	
	Кількість хворих/дітей	Кількість померлих/дітей	Кількість хворих/дітей	Кількість померлих/дітей	Кількість хворих/дітей	Кількість померлих/дітей	Кількість хворих/дітей	Кількість померлих/дітей	Кількість хворих/дітей	Кількість померлих/дітей
Отруєння грибами	0	0	10/0	0	2/0	0	2/1	0	8/1*	2/0
Ботулізм	4/0	0	4/0	1/0	0	0	4/0	0	4/0*	1/0
Усього	4/0	0	14/0	1/0	2/0	0	6/1	0	12/1*	3/0

* За 10 місяців 2021 року.

Висновки. Виходячи з вищезазначеного, можна зробити висновок, що основним продуктом, який призводить до захворювання на ботулізм в Харківській області є риба (сушена (в'ялена) або копчена).

В'ялена – це підсолена, а потім підсушена риба. Для в'ялення використовують напівжирні й жирні види риби – тарань, воблу, ляща, скумбрію, ставриду, жереха, вусаня. В'ялення в природних умовах проводиться на відкритому повітрі: в суху погоду за температури 10.... 20 °С. На приготування в'яленого продукту йде від 13 до 30 діб. У готовому продукті міститься від 40% до 50% вологи, яка спричиняє розмноження збудника ботулізму та накопичення токсину. До того ж приготування в'яленої риби не передбачає високотемпературної обробки, а токсини ботулізму руйнуються в разі нагрівання до 90 °С за 40 хв, кип'ятіння – протягом 10–15 хв.

Копчена риба також може спричинити отруєння токсином ботулізму через випадкове порушення технологічного процесу або умисне зменшення рівня солі та прокопченості рибин для поліпшення смакових властивостей. Ризик виникнення ботулінічних токсинів підвищується в разі використання для копчення риби великого розміру, що створює у їх м'язах сприятливі (анаеробні) умови для розмноження *Cl. botulinum* і токсиноутворення.

Аналогічно може виникнути захворювання на ботулізм у разі порушення технологічного процесу приготування в'ялених або копчених м'ясних (особливо ковбасних) виробів.

Слід пам'ятати: якщо інфікований продукт є твердофазним (копчене м'ясо, зокрема ковбаса, риба), то в ньому можлива так звана гніздова контамінованість збудниками ботулізму й утворення токсинів.

Не слід забувати і про консерви (м'ясні, рибні, грибні, рослинні), особливо виготовлені в домашніх умовах. У разі недостатньої термічної обробки та закривання банок кришками створюються ідеальні умови (відсутність кисню), за яких бактерія може виробляти токсин. При цьому знищити спори збудника ботулізму під час нагрівання, кип'ятіння, стерилізації в домашніх умовах майже неможливо. Таким чином можна знищити тільки вегетативні форми збудника. Спори ботулізму гинуть за температури вище 120 °С, яка здебільшого досягається тільки в промислових умовах за допомогою автоклавування, вприскування перегрітої пари під тиском, стерилізації в тонкому шарі рухомого потоку та інших методів промислової обробки. Збудник ботулізму можна знищити за допомогою оцту й солі, але їх концентрація мусить бути достатньо високою (не менше 1% чистої оцтової есенції від обсягу продукту). Але надто кислий або солоний смак консервів не всім подобається, що призводить до порушень технологічного процесу виготовлення домашніх консервів. Тому спори в банці відмінно проростають і накопичують токсин.

Із метою профілактики захворювання на ботулізм рекомендуємо:

- у разі найменших сумнівів у походженні, безпеці та якості продукту – краще відмовитись від його споживання;
- не купувати й не вживати копчені та в'ялені рибні й м'ясні продукти, що виготовляються в домашніх умовах або реалізуються в неустановлених місцях;
- не виготовляти в домашніх умовах і не вживати солоні, в'ялені та копчені рибні й м'ясні продукти;
- не консервувати в герметично закупорені банки м'ясо, рибу, гриби, які є найбільш сприятливим середовищем для розвитку збудника ботулізму;
- не купувати та не вживати консерви в «бомбажних» банках.

Список джерел інформації / References

1. Зильбер А. П. Этюды критической медицины. Кн. 1. Общие проблемы / А, П, Зильбер – Петрозаводск : Изд-во ПГУ, 1995. – 360 с.

Zilber, A.P. (1995) [Etyudy kriticheskoy medicziny. Kn. 1. Obshhie problemy], Petrozavodsk, Izd-vo PGU, 360 p.

2. Козярін І. П. Невідкладна допомога при харчових отруєннях / І. П. Козярін, В. І. Слободкін – Медицина невідкладних станів: Швидка і невідкладна медична допомога : підручник / за ред. проф. І. С. Зозулі. – К. : ВСВ «Медицина», 2012, – С.705 – 723.

Kozyarin, I.P., Slobodkin, V.G. (2012), Emergency Medicine: Ambulance and Emergency Medicine: Textbook [Nevi`dkladna dopomoga pri kharchovikh

otruyennyakh, Medycina nevidkladnikh staniv: Shvidka i nevidkladna mediczna dopomoga: pidruchnik] VSV «Medycina», Kyiv. 705 – 723/

3. Держсанепідслужба України повідомляє про небезпеку ботулізму [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.oblses-kiev.com.ua/clients/kievoblses.nsf/OpenDocument&>.

Derzhsanepidsluzhba Ukrainy povidomyaye pro nebezpeku botulizmu. <http://www.oblses-kiev.com.ua/clients/kievoblses.nsf/OpenDocument&>, available at: <http://www.oblses-kiev.com.ua/clients/kievoblses.nsf/OpenDocument&>.

4. Центр громадського здоров'я МОЗ України, [Електронний ресурс]. – режим доступу: <https://phc.org.ua/news/kilkist-vipadkiv-botulizmu-zmenshilasya-vdvichi-pomerlikh-utrichi-porivnyano-z-minulim-rokom>

Газзаві-Рогозіна Людмила Вікторівна, канд. с.-г. наук, доц., кафедра хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування, Державний біотехнологічний університет. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0972143881; e-mail: gazzavi@ukr.net.

Gazzavi-Rogozina Liudmyla, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, Biochemistry, Microbiology and Nutrition Hygiene, State Biotechnology University. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0972143881; e-mail: gazzavi@ukr.net.

Євлаш Вікторія Владленівна, д-р техн. наук, проф., кафедра хімії, біохімії, мікробіології та гігієни харчування, Державний біотехнологічний університет.. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: 0677275477; e-mail: evlashvv@gmail.com.

Yevlash Viktoria, Doktor of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Chemistry, Biochemistry, Microbiology and Nutrition Hygiene, State Biotechnology University. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: 0677275477; e-mail: evlashvv@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.13321725

УДК 664.952/.957.002.2

DEVELOPMENT OF ELEMENTS OF THE HACCP SYSTEM FOR TECHNOLOGY OF STRUCTURED MEAT PRODUCTS

N. Grynchenko, P. Pyvovarov, V. Krylov

The main principles of the HACCP system and algorithms for its development for food products are considered. The main critical control points are determined and a basic block diagram of the production of structured meat products is given. Potential risks and limit values of critical control points during product production have been identified. The expediency of using the HACCP system in the development and introduction of new products is substantiated.

Key words: structuring, meat products, HACCP system, quality and safety indicators, critical control points, pollutants

РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ СИСТЕМИ НАССР ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ СТРУКТУРОВАНИХ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ

Н.Г Гринченко, П.П. Пивоваров, В.О. Крилов

Визначено основні передумови розробки та запровадження системи НАССР на виробничих потужностях підприємств харчової галузі. Показано що на сьогоднішній день застосування принципів НАССР є обов'язковою вимогою законодавства ЄС, США, Канади, Японії та багатьох інших розвинених країн світу. Тож гармонізація законодавства України та Європейського Союзу передбачають постійне впровадження на підприємствах харчової промисловості міжнародної системи забезпечення безпеки харчових продуктів.

Проаналізовано досвід підприємств щодо розробки та запровадження системного контролю безпеки харчової продукції. Визначено особливості та індивідуальні підходи у розробці системи НАССР для підприємств м'ясної, молочної промисловості та ресторанного господарства.

Розглянуто основні принципи системи НАССР. Визначено мету застосування даної системи, проаналізовано алгоритми її розробки для харчових продуктів. Визначено, що система НАССР є науково-обґрунтованою системою, яка дозволяє гарантувати виробництво безпечної продукції шляхом ідентифікації і контролю небезпечних факторів: біологічного, хімічного і фізичного походження, починаючи від сировини до обігу та споживання готової продукції.

Здійснено розробку опису продукту з визначенням основних характеристики. Розглянуто вимоги до сировини та її потенційні забруднювачі: біологічні, хімічні та фізичні, а також можливість їх виникнення. Наведено принципову блок-схему виробництва структурованих м'ясних продуктів, в якій визначено основні критичні точки контролю та джерела забруднювання. Ідентифіковано потенційні ризики та граничні значення критичних точок контролю при виробництві продукції. Обґрунтовано доцільність застосування системи НАССР при розробці та впровадженні нової продукції.

***Ключові слова:** структурування, м'ясна продукція, система НАССР, показники якості та безпеки, критичні точки контролю, забруднювачі*

Formulation of the problem. To date, only those manufacturers who actively and purposefully conduct work on the development and implementation of quality management systems, according to the international standards of the ISO 9000 and ISO 22000, can achieve stable commercial success in their activities. Supplement to the Law of Ukraine "On Quality and Safety of Food products and Food Raw Materials" [1], the state standard of Ukraine DSTU 4161-2003 [2] and the ongoing process of harmonization of the legislative base of Ukraine with the EU provide for the

permanent implementation at food industry enterprises of the international system for ensuring the safety of food products of the HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point - analysis of risks and critical control points) [3, 4]. The use of the HACCP system at the stage of development of new food products and their introduction into production allows solving a number of problems, the main ones of which are ensuring the consistently high quality and safety of finished products, increasing their competitiveness, expanding sales markets, etc. Therefore, this approach is justified and responsible from the point of view of introducing innovations at the enterprise and guaranteeing the consumer high quality and safety of products.

Analysis of recent research and publications. According to [5, 6], the local introduction of elements of the food safety system into the practice of the food industry and restaurant industry of Ukraine began more than 20 years ago. However, as early as 1995, this process was started by the McDonald's restaurant chain in accordance with the EU directive on food hygiene 93/43 / EU [7mother].

The quality and safety of food products is a priority task at all stages of the food chain – from the cultivation and primary processing of raw materials to the sale and consumption of finished products, including wholesale and retail trade [7].

The basic idea of the food safety management system is based on the fact that constant control at several separate points of the process, where dangerous factors appear, is simpler, more reliable and less expensive than selective control of finished products. The system suggests dividing business processes into blocks and introducing control over potential risks in each of them [7-11]. In order to produce safe food products, it is necessary to implement three controlled stages:

- a) prevention of danger;
- b) prevention of the spread of danger;
- c) elimination of danger.

In modern conditions, the development and implementation of the HACCP system is a mandatory condition for the functioning of modern responsible enterprises of both the food and restaurant industry.

According to the authors [7, 12], research on the implementation of HACCP in restaurant establishments primarily involves the development of basic sanitary programs in accordance with the requirements of current legislation, which should include the necessary measures for personal hygiene of personnel, cleaning of premises, washing and disinfection of kitchen equipment, inventory and dishes, pest control, storage of raw materials and ingredients, waste disposal, etc. The next stage includes the description of all technological processes related to the production, storage

and sale of dishes, as well as the identification and assessment of potential hazards and the selection of critical control points. For example, such as reception and storage of raw materials, heat treatment of products, temperature, storage conditions and shelf life of ready meals, packaging or serving of ready products, etc. Monitoring procedures, corrective actions in case of exceeding limit values at control points, verification procedures, as well as persons responsible for HACCP procedures during production and circulation of food products should also be defined.

Special attention is paid to the systematic provision of food safety at enterprises processing animal products, in particular meat and dairy products.

Thus, specialists have improved metrological approaches and proposed modern diagnostic methods for determining the content of microorganisms in milk and implementing this control method as relevant to those operating at milk processing enterprises within the framework of the HACCP system [13].

To implement an effective food safety management system in the meat industry, it is necessary, first of all, to train top management, the HACCP group, personnel performing work that affects product safety, and persons responsible for operational control. There may be a need to change technological processes or packaging methods, review requirements for suppliers of raw materials and materials, or even replace production equipment or re-plan premises [14].

The purpose of the article. In view of the above, the purpose of this study is the development and application of some elements of the HACCP system at the stage of development and implementation of the technology of structured meat products (SMP).

Presentation of the main research material. It is common knowledge that for food products, safety indicators are one of the main ones along with quality indicators. Until recently, regulation in the field of food safety in Ukraine was based on the system of pre-market control, the main components of which were the registration of food products, mandatory or voluntary certification, etc.

At the stage of developing the technology of structured meat products, the quality and safety of the raw material, high operational characteristics of the equipment, ensuring sanitary and hygienic norms and rules, high professionalism and culture of the staff were accepted a priori. The development of the technology was based on minimizing the risks of non-standard situations by identifying critical control points (CCP).

According to the basic principles of the HACCP system, the following sequence of development and implementation of the technological system was adopted: product

characteristics → determination of its purpose → development and analysis of the technological process → determination of potential risks and critical limits of control points → development and implementation of monitoring systems → development and implementation of corrective actions.

The characteristics of the product are shown in Table 1.

Table 1

Characteristics and technological purpose of SMP

Indicator	Characteristic
1	2
Product name	Structured meat products
Product origin	Animal
Important product characteristics	pH 6.5...7.5; $a_w \leq 0.85$; dry matter content $\leq 75\%$; protein content $\geq 10\%$
Appointment	As an independent dish, as part of salads, cold and hot dishes
Packaging	Hermetically closed polymer container, packed in cardboard boxes
Expiration date	6 months at a temperature of minus 18 °C and a relative humidity of no more than 85%
Realization	Through the network of state-owned restaurant enterprises; in retail and wholesale trade
Labeling instructions	According to the law «On information for consumers on food products»
Special requirements	Avoid physical damage, excessive humidity and temperature above minus 18 °C

The quality and safety of raw materials and materials used in the production process (Table 2) play an important role in the determination of potential risks and CTC functioning of the technological system. At this stage, the identification of dangerous factors that may arise due to the use of raw materials or packaging materials was carried out. Based on the data in Table 2, it should be noted that the main dangerous factors that can cause spoilage of products are biological (B), chemical (C) and physical (P).

Thus, the potential contamination of *Escherichia coli* bacteria with pathogenic microorganisms (including *Salmonella*), as well as the presence of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in an amount that exceeds the established norms, should be attributed to the biologically dangerous factors characteristic of meat raw materials. In addition, bacterial

and fungal spores, rodent excrement, the presence of which is possible in dry ingredients and water, should also be classified as biological pollution.

Table 2

Identification of dangerous factors in raw materials used in the production of SMP

Name of raw material	Dangerous factors		
	Biological (B)	Chemical (C)	Physical (P)
Raw meat	Escherichia coli bacteria; pathogenic microorganisms (including Salmonella); mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms in an excessive amount	Salts of heavy metals; radionuclides, histamines; nitrosamines, antibiotics	Foreign impurities
Dry ingredients	Spores of bacteria and fungi; excrement of rodents	Salts of heavy metals, pesticides	Foreign impurities
Fat components	–	Fat oxidation products; free radicals	Foreign impurities
Drinkable water	Coli-forms	Salts of heavy metals	Foreign impurities
Flavoring additives, dyes, preservatives	–	–	Foreign impurities

The main chemical hazardous factors, characteristic of all types of raw materials, are salts of heavy metals, as well as individual pollutants. For example, histamines, nitrosamines and antibiotics may be present in meat raw materials, and fat oxidation products and free radicals are most often inherent in fat components. Physical dangerous factors are characteristic of all types of raw materials and are determined by the possible introduction of foreign impurities into the product.

In the course of experimental studies, a basic block diagram of SMP production was developed (Fig. 1), dangerous factors and critical limits of control points were identified (Table 3)

According to this block diagram, 7 main critical control points are defined in the technological process of SMP production.

CCP-1. Incoming quality control of raw materials is carried out according to Table 2 for compliance of raw materials with the requirements of the current regulatory documentation.

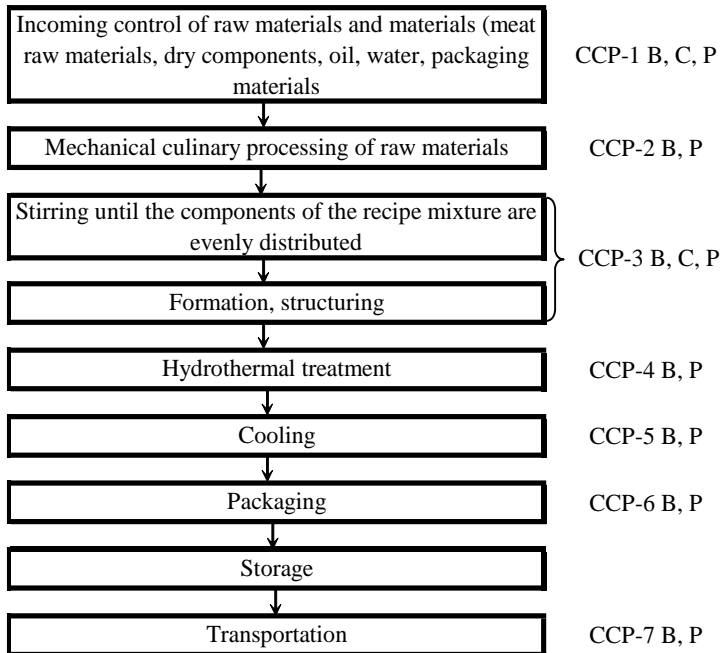


Fig. 1. The basic block diagram of the SMP production with the definition of the main control points

CCP-2. Mechanical culinary processing. Under certain conditions, it can be characterized by physical pollution at the stage of sifting dry ingredients and biological pollution at the stage of thawing fish raw materials.

CCP-3. Mixing, forming, structuring. Biological contamination at the mixing stage is potentially possible due to the growth of bacteria and an increase in the amount of histamine and nitrosamine. This can happen at too high temperatures. The temperature regime of this stage must be adjusted continuously and not exceed 10...12 °C. Chemical pollution can occur when the exposure time of samples in a solution of polyvalent metals is exceeded, as well as when the concentration of these solutions is too high due to the accumulation of free ions.

CCP-4. Hydrothermal treatment. Inadequate heat treatment can lead to the fact that the product was not brought to the state of culinary readiness, which can cause further biological deterioration of the product. Therefore, the optimal mode is a temperature of 100 °C and a processing time of 3...5 minutes.

CCP-5. Cooling. Biological contamination of this stage can occur with too slow cooling, which can lead to the appearance of optimal conditions for the development of pathogenic microorganisms. Therefore, the cooling rate should be regulated, and the process should be carried out with continuous temperature measurement.

CCP-6. Packaging. The packaging process involves additional contact of the product with equipment and personnel. Therefore, strict adherence to sanitary rules for personnel and equipment, periodic briefings on sanitary minimums and sanitary treatment of equipment will minimize the occurrence of biological contamination at this stage.

CCP-7. Transportation. Transportation, as well as storage, should be carried out at temperatures not higher than minus 18 oC and relative humidity not more than 85%. Accordingly, the violation of these regimes can lead to the growth of pathogenic microorganisms and fungi, and therefore to biological spoilage.

As for physical contamination, it is potentially possible at all critical stages due to harmful foreign objects getting into the product. Therefore, continuous visual control and the use of metal detectors are relevant at all stages of the manufacturing process.

The main dangerous factors and limit values of CCP are detailed in the table. 3.

For implementing SMP technology, monitoring of dangerous factors allows identifying and controlling all significant threats to product safety or reducing them to an acceptable level.

Table 3

Identification of potential risks and limit values of CCP in the production of SMP

CCP	Dangerous factors			Technological parameters	Limit values of CCP
	B	C	P		
1	Given in the table 2			–	–
2	–	–	x	Dimensional characteristics of the sieve (d), mm	0,5<d<1

	x	–	–	Temperature in the thickness of muscle tissue, oC	$-1 < t < +1$
3	–	–	x	Temperature, °C	$t \leq 10 \dots 12$
	–	–	–	Duration, min	$5 < \tau < 10$
	x	x	–	Concentration of the solution, %	$4 < c < 6$
	–	–	x	Temperature, °C	$18 < t < 20$
	x	–	x	Duration, min	$3 < \tau < 5$
4	x	–	x	Temperature, °C	$98 < t < 100$
				Duration, min	$3 < \tau < 5$
5	x	–	x	Final temperature, °C	$1 < t < 3$
				Cooling rate, °C/min	$13 < V < 15$
6	x	–	x	–	–
7	x	–	x	Temperature, °C;	$t < 18$;
				Humidity, %	$W < 85$

In addition, the main advantages of implementing the HACCP system are:

- optimization of production processes at all stages of technological processes;
- early detection of inconsistencies and the possibility of excluding their influence in the future;
- rational use of equipment and material resources;
- compliance of the final product with all client (consumer) requirements, including quality and safety indicators;
- fulfillment of the requirements of the legislation of Ukraine, which provide for the implementation of the HACCP system at all enterprises of the food industry;
- the possibility of entering the European and world markets.

Conclusions. The need to implement global and European requirements for food safety is urgent in today's conditions of globalization and growing demand for safe food. Modern standards such as the HACCP system guarantee manufacturers and other participants — operators of the food market — the opportunity to keep up with the times, be competitive, and realize this important advantage in increasing the efficiency of running their own business.

The given materials confirm the expediency of using the HACCP system both at the stage of development and at the stage of introducing new products and will allow overcoming the complexity of real technological processes, minimizing erroneous decisions and obtaining products of high quality and with safety indicators that would satisfy consumer requirements

Список джерел інформації / References

1. Про основні принципи та вимоги до безпечності харчових продуктів: Закон України від 23.12.1997 р. № 771/97-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення: 01.06.2024).

Pro osnovni pryncypy ta vymohy do bezpechnosti kharchovykh produktiv: Zakon Ukrainy vid 23.12.1997 r. № 771/97-VR. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (accessed 01.06.2024).

2. ДСТУ 4161-2003 “Системи управління безпечністю харчових продуктів. – Київ, Держстандарт України, 2003. – 18 с.

DSTU 4161-2003 “Systemy upravlinnya bezpechnisty harchovykh produktiv. – Kyiv, Derzhstandart Ukrainy, 2003. – 18 p.

3. Про державний контроль за дотриманням законодавства про харчові продукти, корми, побічні продукти тваринного походження, здоров'я та благополуччя тварин : Закон України від 18.05.2017 р. № 2042-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text> (дата звернення: 01.06.2024).

Pro derzhavnyi kontrol za dotrymanniam zakonodavstva pro kharchovi produkty, kormy, pobichni produkty tvarynnoho pokhodzhennia, zdorovia ta blahopoluchchia tvaryn: Zakon Ukrainy vid 18.05.2017 r. № 2042-VIII. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2042-19#Text> (accessed 01.06.2024).

4. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР) : Наказ Міністерства аграрної політики України від 01.10.2012 № 590. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Tex> (дата звернення: 01.06.2024)

Pro zatverdzhennia Vymoh shchodo rozrobky, vprovadzhennia ta zastosuvannia postiino diuuchykh protsedur, zasnovanykh na pryncypakh Systemy upravlinnia bezpechnisti kharchovykh produktiv (NASSR): Nakaz Ministerstva ahrarnoi polityky Ukrainy vid 01.10.2012 № 590. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12#Tex> (accessed 01.06.2024).

5. Пчелянська Г.О. Безпека та якість продовольчих товарів: міжнародний аспект. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Економічні науки.* 2012. № 3 (69). Том 2. С. 172–177.

Pchelianska H.O. (2012) Bezpeka ta yakist prodovolchychk tovariv: mizhnarodnyi aspekt. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Serii: Ekonomichni nauky, no. 3 (69), tom 2. Vinnytsia, pp. 172–177.

6. Слободкін В.І. Концептуальні положення Кодексу Аліментаріус та їх реалізація в національному законодавстві України. Проблеми харчування. 2018. № 3-4. С. 13–22.

Slobodkin V.I. (2008) Kontseptualni polozhennia Kodeks Alimentarius ta yikh realizatsiia v natsionalnomu zakonodavstvi Ukrainy. Problemy kharchuvannia.

Natsionalna medychna akademiia pisliadyplomnoi osvity imeni P.L. Shupyka, Kyiv, no. 3-4, pp. 13–22.

7. Колеснікова М.Б., Гринченко О.О., Юрченко С.Б., Андрєєва С.С., Черемська Т.В. Системне забезпечення харчової безпеки продукції закладів ресторанного господарства Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022. №4. С. 64-73.

Kolesnikova M.B., Grynchenko O.O., Yurchenko S.B., Andryeyeva S.S., Cheremskaya T.V. Systemne zabezpechennya harchovoyi bezpechnosti produktsiyi zakladiv restorannogo gospodarstva Tavrijskij naukovyj visnyk. Seriya: Texnichni nauky. 2022. №4. S. 64-73.

8. Quinn B.P., & Marriott N.G. HACCP plan development and assessment: a review. *Journal of Muscle Foods*. 2002. №13(4). P. 313-330.

Quinn B.P., & Marriott N.G. HACCP plan development and assessment: a review. *Journal of Muscle Foods*. 2002. №13(4). P. 313-330.

9. Mortimore S., & Wallace C. HACCP: A practical approach. *Springer Science & Business Media*. 2013. 467 p.

Mortimore S., & Wallace C. HACCP: A practical approach. *Springer Science & Business Media*. 2013. 467 p.

10. Demortain D. Standardizing through concepts: scientific experts and the international development of the HACCP Food Safety Standard. *Centre for Analysis of Risk and Regulation at the London School of Economics and Political Science*. 2007. 20 p.

Demortain D. Standardizing through concepts: scientific experts and the international development of the HACCP Food Safety Standard. *Centre for Analysis of Risk and Regulation at the London School of Economics and Political Science*. 2007. 20 p.

11. Wallace C.A., Holyoak, L., Powell, S.C., & Dykes, F.C. Re-thinking the HACCP team: An investigation into HACCP team knowledge and decision-making for successful HACCP development. *Food Research International*. 2012. № 1, 47(2). p. 236-245.

Wallace C.A., Holyoak, L., Powell, S.C., & Dykes, F.C. Re-thinking the HACCP team: An investigation into HACCP team knowledge and decision-making for successful HACCP development. *Food Research International*. 2012. № 1, 47(2), p. 236-245.

12. Русавська В.А., Чеботаєва Т.С. Застосування принципів системи HACCP для вдосконалення системи управління якістю продукції та послуг у ресторанному бізнесі України. *Підприємництво і торгівля*. 2021. № 28. С. 78-83.

Rusavska V.A., Chebotayeva T.S. Zastosuvannya pryncypiv systemy HACCP dlya vdoskonalennya systemy upravlinnya yakystyu produktsiyi ta poslug u restorannomu biznesi Ukrainy. *Pidpryyemnyctvo i torghivlya*. 2021. № 28. S. 78-83.

13. Остап'юк С.Д. Вдосконалення методології впровадження системи HACCP, як системи управління якістю на молокопереробних підприємствах : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02. Львів. 2017. 20 с.

Ostap'yuk S.D. Vdoskonalennya metodologiyi vprovadzhennya systemy HACCP, yak systemy upravlinnya yakystyu na molokopererobnykh pidpryyemstvax : avtoref. dys. ... kand. texn. nauk : 05.01.02. L'viv. 2017. 20 s.

14. Дідух М.І., Ковальчук Т.І., Трохименко В.З. Особливості впровадження системи НАССР на м'ясопереробному підприємстві ФОП «Якімець В.І.» // Впровадження системи НАССР в Україні. Актуальні питання науки і практики : Всеукр. наук.-практ. конф., 24 черв. 2020 р. – К. : Наук.-метод. центр вищ. та фах. передвищої освіти, 2020. С. 18-22.

Didux M.I., Kovalchuk T.I., Trohymenko V.Z. Osoblyvosti vprova-dzhennya systemy` НАССР na myasopererobnomu pidpryyemstvi FOP «Yakimecz` V.I.» // Vprovadzhennya systemy НАССР v Ukrayini. Aktualni pytannya nauky i praktyky : Vseukr. nauk.-prakt. konf., 24 cherv. 2020 r. – K. : Nauk.-metod. centr vy`shh. ta fax. peredyv`shhoiy osvity`, 2020. S. 18-22.

Гринченко Наталя Геннадіївна, доктор технічних наук, доцент, завідувача кафедрою технології м'яса Державного біотехнологічного університету, tatagrin1201@gmail.com

Nataliya Hennadiivna Grynchenko, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Meat Technology of the State Biotechnological University, tatagrin1201@gmail.com

Пивоваров Пало Петрович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії Державного біотехнологічного університету, pcub@ukr.net

Pavlo Petrovich Pyvovarov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Technology in the Restaurant Industry of the State Biotechnological University, pcub@ukr.net

Крилов Владислав Олександрович, магістр зі спеціальності 181 Харчові технології Державного біотехнологічного університету, vianastasia23@gmail.com

Vladyslav Oleksandrovych Krylov, master of specialty 181 Food technologies of the State Biotechnological University, vianastasia23@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.13321777

ПОВНОЦІННЕ ХАРЧУВАННЯ ТА СТАЛІ ДІЄТИ

УДК 634.232:551.58

ПРОГНОЗУВАННЯ ВМІСТУ ЦУКРІВ У ПЛОДАХ ЧЕРЕШНІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗВІДХОДНОГО ЛАНЦЮГА ВИКОРИСТАННЯ ПЛОДОВОЇ СИРОВИНИ

І.Є. Іванова, М.Є. Сердюк, Т.М. Тимошук, І.А. Кривонос

Проведено аналіз ступеня впливу абіотичних факторів на показник вмісту цукрів у плодах черешні з метою подальшого вдосконалення безвідходного ланцюга використання плодової сировини. На основі регресійного аналізу обґрунтовано формування фонду цукрів за дії періоду цвітіння, останнього місяця формування плодів та термічних параметрів і показників вологості на етапі збору плодів. Прогнозування одного з домінуючих параметрів якості плодів на етапі їх формування дозволить заздалегідь провести розподіл сировини для безвідходного ланцюга використання фруктів і в подальшому запропонувати сорти черешні для довготривалого зберігання, виробництва замороженої продукції, джемів, компотів конфітурів та цукатів.

Ключові слова: сорти черешні, абіотичні фактори, показники якості плодів, цукри, регресійний аналіз, безвідходних ланцюг розподілу плодів.

PREDICTION OF THE SUGARS CONTENT IN CHERRY FRUITS TO ENSURE A WASTE-FREE CHAIN OF THE FRUIT RAW MATERIALS USAGE

I. Ivanova, M. Serdyuk, T. Tymoshchuk, I. Kryvonos

Forecasting one of the dominant parameters of fruit quality at the stage of their formation will make it possible to distribute raw materials for a waste-free chain of fruit use in advance and, subsequently, to offer variety samples for long-term storage, production of frozen products, jams, compotes, jams, and candied fruit. The widespread industrial use of fruit raw materials in the modern market implies the presence of the following characteristics of fruits in terms of varieties: high biological potential of crop productivity, resistance of fruit trees and fruits to stress and high tasting characteristics of fruits. Against the background of many factors affecting the accumulation of sugar in fruits, the influence of weather conditions is decisive. For further improvement of the technology of transportation, storage and processing of fruit raw materials, determining the share of weather indicators in the formation of the sugar fund in sweet cherry fruit is relevant. The aim of the research was to analyse the degree of influence of weather and climatic factors on the sugar content in sweet cherry fruits of three ripening periods. Sweet cherry fruits of 33 pomological varieties

of early, medium and late ripening periods were selected as model varieties. Determination of the share of influence of each factor was carried out by selecting them in the study of the regression model, which was built on the basis of principal components. The statistical calculations made it possible to determine the average and strong correlation between 14 weather factors and sugar content for sweet cherry varieties of three ripening periods. The ranges of participation of weather factors that have the maximum impact on the accumulation of sugars in sweet cherry fruits from Δ_i 9,50% to 30,99%.

The weather parameters that have a predominant influence on the accumulation of sugars in cherry fruits were established: for early and middle varieties, these are the difference between the average maximum and minimum temperatures, the average maximum temperature, the amount of precipitation and the absolute minimum relative humidity during the flowering period, as well as the total number of days with precipitation in April; for late varieties, these are the absolute maximum air temperature, the difference between the average maximum and minimum temperatures, the difference between the absolute maximum and minimum temperatures during the harvesting period and the average temperature in June. The regression analysis made it possible to substantiate that the formation of the sugar fund in sweet cherry fruits of all ripening periods is most influenced by the weather conditions of the flowering period, the last month of fruit formation, as well as thermal parameters and humidity indicators at the stage of harvesting sweet cherries.

Keywords: *sweet cherry varieties, abiotic factors, fruit quality indicators, sugars, regression analysis, abiotic factors, waste-free fruit distribution chain*

Постановка проблеми. Плодоовочева сировина (фрукти, ягоди, овочі) характеризується високою біологічною цінністю за рахунок вмісту біологічно активних речовин (БАР), що підтримують імунітет людини та мають антиоксидантну дію. До числа таких БАР відносяться, насамперед, вітаміни (С, Р, групи В, тощо), низькомолекулярні фенольні сполуки, дубильні речовини, хлорофіли, каротиноїди, ефірні олії, мінеральні речовини. Поряд з високою біологічною цінністю переважна більшість видів плодоовочевої сировини мають короткий термін зберігання, для подовження якого в свіжому вигляді традиційно використовують зберігання в регульованому середовищі, обробку різними видами препаратів, тощо. При цьому одним із найважливіших показників, який визначає придатність сировини до зберігання та подальшої переробки є вміст цукрів. Крім основної функції, що полягає в формуванні смакових властивостей плодоовочевої сировини, цукри виконують провідну роль у окисних процесах та обумовлюють ступінь стиглості сировини, а також придатність її до зберігання та визначення подальшого напрямку переробки.

Проте вміст цукрів вважається лабільним показником, який істотно змінюється під впливом зовнішніх абіотичних стресорів. В завдання роботи входило на прикладі одного із улюблених населенням

видів плодоовочевої сировини, що має обмежений термін зберігання та споживається переважно в свіжому вигляді, дослідити механізм формування вмісту цукрів під впливом абіотичних стресових чинників. Планується, що в подальшому на підставі отриманих результатів досліджень можна буде зробити прогноз потенційної збереженості плодів черешні в безвідходному ланцюзі переробки фруктів, що є актуальним на етапі розбудови переробної галузі Півдня Степової зони України в післявоєнний період.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В багатьох країнах світу черешня визнана однією з найбільш популярних та комерційно важливих десертних культур. В торгівельну мережу вона поступає як в свіжому, так і консервованому вигляді. Високий попит пов'язаний, в першу чергу, з високими смаковими якість та функціональними властивостями.

Найважливішим показником, що визначає напрям подальшої переробки свіжої фруктової сировини, є вміст сухих речовин. Саме цей показник визначає норму витрат сировини, допоміжних матеріалів, тривалість технологічного процесу під час виготовлення різних видів консервованих продуктів (варення, джемів, тощо), під час заморожування та сушіння продуктів [2; 3; 4; 5; 6].

Основною частиною сухих речовин плодової сировини, включаючи черешню, є вуглеводи, які на 70 – 80 % представлені цукрами. Переважаючою формою цукрів в черешнях є глюкоза. Присутні також фруктоза, сорбіт та сахароза. [7; 8; 9]

Цукри є первинними продуктами фотосинтезу, забезпечують високу харчову цінність та особливі смакові якості черешні. Приймаючи участь у процесі дихання, саме вуглеводи забезпечують всі живі клітини необхідною енергією. Вони утворюють клітинні оболонки та інші структури, приймають участь у захисних реакціях організму та формують імунітет плодів [10; 11].

Цукри відносять до антиоксидантних низькомолекулярних сполук, які знешкоджують активні форми кисню (АФК) [12].

Антиоксидантні властивості розчинних вуглеводів були виявлені при вивченні низькотемпературного стресу рослинної сировини [13]. Встановленим фактом є внутрішньоклітинне накопичення низькомолекулярних цукрів у відповідь на гіпотермію, що має вагоме захисне та адаптаційне значення під час холодильного зберігання та транспортування плодів [14].

Дослідники зазначають, що цукри виконують у клітинах не тільки звичайні функції – метаболічну, енергетичну, кріопротекторну та осморегуляторну, але і виступають ефективними перехоплювачами

гідроксильних радикалів і забезпечують надійний захист біомолекул від пошкоджень [15; 16]. Нестача сахарози у плодах може сприяти розвитку окисного стресу, а саме накопиченню активних форм кисню, і впливати на експресію генів, пов'язаних з окисним стресом [3].

На думку деяких авторів, вміст цукрів у фруктах є досить стійкою сортовою ознакою, яка може змінюватися лише за істотних зовнішніх стресових чинників. Для плодових багаторічних культур такими стресовими чинниками в першу чергу виступають аномальні погодні умови вегетаційного періоду [17; 18].

Встановлено, що у роки, які характеризуються максимальною кількістю опадів плоди накопичують значно нижчу кількість цукрів, ніж у посушливі. У посушливі роки у плодах відзначається зниження загального запасу поживних речовин, проте зафіксовано збільшення кількості цукрів за рахунок зменшення вільної вологи [19; 20].

Українськими та іноземними вченими було встановлено залежність зміни вмісту цукрів у плодах черешні сортів різних термінів досягання залежно від регіону вирощування [6; 7]. Встановлено, що по мірі просування культури з півночі на південь вміст цукрів у плодах одних і тих же сортів зростає. Так, в південних регіонах світу плоди виїдених сортів черешні містять загальних цукрів — 12,4–17,7%. Вміст цукрів у плодах черешні, які вирощені на півдні України коливається на рівні 12,82 - 15,00% [8; 21].

Таким чином, масову частку цукрів у плодах черешні можна віднести до інтегральних показників, що характеризують її придатність до охолодження, транспортування, холодильного зберігання та різних способів консервування. Точне визначення цього параметру має велике наукове та практичне значення. Прогнозування вмісту цукрів дозволить точно встановити терміни збирання плодів, завчасно визначити об'єми та напрямки її технологічної обробки.

Для аналізу впливу ряду факторів експериментальних досліджень, якими є абіотичні стресові чинники, на обраний показник, тобто вміст цукрів, найбільш ефективним методом є кореляційно-регресійний аналіз. Проте, при проведенні наших досліджень були виявлені певні методичні обмеження пов'язані з особливостями проведення експерименту. Такого напрямку експерименти можна провести тільки один раз на рік. За методичними вимогами для збору необхідного достовірного об'єму вибірки експериментальні спостереження повинні бути проведені впродовж 10-15 років. При цьому кількість факторів, що ми аналізуємо не повинні перебільшувати кількість років спостережень. В таких умовах за великої кількості факторів застосування класичного методу найменших квадратів для

побудови регресійної моделі є неможливим. Тому для побудови регресійної моделі буде запропоновано використати інший математичний підхід – метод головних компонент [22]. Даний метод раніше не використовувався для вирішення подібних задач.

З огляду на це, питання прогнозування вмісту цукрів у плодах черешні залежно від долі участі стресових абіотичних чинників методом головних компонент є новим, цікавим і актуальним для подальшого вдосконалення технології транспортування зберігання та переробки плодової сировини.

Мета досліджень полягала у визначенні впливу стресових погодних факторів на накопичення цукрів у плодах черешні залежно від терміну досягання та створення математичних моделей прогнозування їх вмісту для забезпечення подальшого збереження біологічної цінності плодової сировини у безвідходному циклі використання.

Матеріали та методи

Дослідження проведені протягом 2008-2019 рр. з використанням щоденних метеорологічних даних метеостанції м. Мелітополя, Україна.

Як матеріали досліджень були обрані 33 сорти плодів черешні 3 термінів досягання (раннього, середнього, пізнього) зібрані у садівничих господарствах Південної степової підзони України (рис 1).



Рис 1. Модельні сорти плодів черешні трьох термінів досягання взяті для дослідження протягом 2008-2019 рр.

Плоди черешні обраних модельних сортів збирали у стані споживчої стиглості. Зберігали та транспортували до лабораторії за умов, щоб плоди в період визначення показника мали зовнішній вигляд та смак, властивий помологічному сорту.

Вміст масової концентрації цукрів (ц, %) визначали фериціанідним методом [8].

Визначення частки впливу кожного з погодних факторів, що були відібрані на підставі побудови регресійної моделі проводили методом головних компонент.

Використання методу головних компонент пов'язано з наявністю мультиколеніарності та порушенню умов теореми Гауса-Маркова [23].

Тому, для побудови регресійної моделі суттєвого перевищення кількості незалежних перемінних над кількістю експериментів нами застосовано метод головних компонент [22; 24].

Алгоритм проведення досліджень:

1. Розрахунок набору головних компонент:

$$PC_i = \sum_{j=1}^m p_{ij} \cdot x_{ij}, i = 1 \dots n \quad (1)$$

2. Будуємо регресійне рівняння залежності між показником що досліджуємо Y (вміст цукрів в плодах черешні) и головними компонентами:

$$\hat{Y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i \cdot PC_i, \quad (2)$$

Модель перетворюємо шляхом підстановки у формулу 2 через вихідний набір факторів та отримуємо від показників погоднокліматичних факторів :

$$\hat{Y} = a_0 + \sum_{j=1}^n a_j \cdot X_j, \quad (3)$$

де X_j – фактори; a_j – параметри моделі; \hat{Y} – показники вмісту цукрів черешні.

Проводим аналіз та будуємо за формулою (3) регресії .

1. Для визначення ступеню впливу кожного з факторів на досліджувані показники використовуємо дельта-коефіцієнти Δ_j .

$$\Delta_i = \left| \frac{\tilde{a}_i r_{yx_i}}{R^2} \right|, \quad (4)$$

де \tilde{a}_i - параметри регресійної моделі в стандартизованих факторах \tilde{X}_i

r_{yx_i} – парні коефіцієнти кореляції

R^2 – коефіцієнт детермінації

Для виконання статистичного аналізу застосовані засоби сучасних комп'ютерних технологій DataMining - програмне середовище RStudio.

Для виконання статистичного аналізу застосовані засоби сучасних комп'ютерних технологій DataMining - програмне середовище RStudio.

Результати досліджень та обговорення. Середній вміст цукрів у плодах черешні 33 досліджених сортів трьох строків досягання становив 12,63 %. У плодах черешні груп сортів раннього, середнього та пізнього термінів досягання визначено максимальний середній вміст цукрів «Світ Ерліз» (12,85%), «Талісман», «Кордія», «Октавія», «Крупноплідна», «Меотіда» від 13,78% до 14,59%.

Проведений двохфакторний дисперсійний аналіз встановив, що для сортів всіх термінів досягання вирішальний вплив на формування цукрів мали погодні умови років досліджень (фактор А). Частка впливу фактору А для всіх груп сортів становила 74,5 % – 61,9 % . Вплив сортових особливостей (фактор В) мав менший вплив та становив від 3,1% до 12,4% для групи сортів, що взяті для дослідження [3].

Враховуючи вищенаведене, отриманими раніше результатами доведена доцільність прогнозування накопичення фонду цукрів у плодах черешні за середніми значеннями для 3-х груп сортів, а не окремо для кожного помологічного сорту.

Потім було проведено аналіз наявності кореляційних зв'язків між показником накопичення фонду цукрів в плодах черешні раннього (Y_1), середнього (Y_2), пізнього(Y_3) термінів досягання, та комплексом погодних умов (факторів)– X_i .

Відібрані 14 показників погодних факторів (X_i), які у вказаний період можуть суттєво впливати на накопичення цукрів у плодах черешні раннього (Y_1), середнього (Y_2), пізнього (Y_3) термінів досягання (Табл. 1). До них ми віднесли термічні показники повітря (°C): середня температура квітня (X_6), травня (X_{14}), червня (X_1); різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами травня (X_2) та за період збору плодів (X_{10}); середня температура за рік (X_{11}); абсолютна максимальна температура (X_4), середня максимальна температура (X_8), середня мінімальна температура (X_{13}), різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами (X_{12}) в період збору плодів. Показники вологості повітря (%) в період цвітіння: абсолютна мінімальна відносна вологість повітря (X_3), середня мінімальна відносна вологість повітря (X_9) та сума опадів (X_5), а також загальна кількість днів з опадами в квітні (X_7).

Таблиця 1

Таблиця коефіцієнтів парної кореляції між погодними факторами (X_i) та вмістом цукрів у плодах черешні раннього ($r_{y_1x_i}$), середнього ($r_{y_2x_i}$), пізнього ($r_{y_3x_i}$) термінів достигання.

Умовне позначення фактору (X_i)	Чинники	Парні коефіцієнти кореляції $r_{Y_jX_i}$ для груп сортів		
		ранні	середні	пізні
		$r_{Y_1X_i}$	$r_{Y_2X_i}$	$r_{Y_3X_i}$
X_1	Середня температура червня, °С	-0,534*	-0,664	-0,654
X_2	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами травня, °С	0,520*	0,569	0,359*
X_3	Абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння, %	0,965	0,958	0,615
X_4	Абсолютна максимальна температура в період збору плодів, °С	0,401*	0,464*	0,864
X_5	Сума опадів в період цвітіння, %	-0,649	-0,626	-0,284*
X_6	Середня температура квітня, °С	0,621	0,705	0,192*
X_7	Загальна кількість днів з опадами в квітні, %	0,714	0,743	0,414*
X_8	Середня максимальна температура в період збору плодів, °С	0,785	0,851	0,546*
X_9	Середня мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння, %	0,528*	0,637	0,512*
X_{10}	Різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами в період збору плодів, °С	0,624	0,653	0,589
X_{11}	Середня температура за рік, °С	-0,581	-0,638	-0,480*
X_{12}	Різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами в період збору плодів, °С	-0,300*	-0,380*	-0,763
X_{13}	Середня мінімальна температура в період збору плодів, °С	-0,658	-0,720	-0,685
X_{14}	Середня температура травня, °С	-0,588	-0,637	-0,729

*незначимі парні коефіцієнти кореляції $|r_{Y_j X_i}| \leq 0,55$, $i = 1..25, j = 1..3$

Побудовані регресійні моделі залежності показника цукрів для кожної групи сортів від головних компонент ($PC_i, i = 1..5$).

Рівняння регресії для ранніх сортів має вид:

$$\hat{Y}_1 = 11,9533 + 0,6637PC_1 - 0,2324PC_2 - 0,2822PC_3 - 0,3528PC_4 + 0,3165PC_5$$

Рівняння регресії для середніх сортів має вид:

$$\hat{Y}_2 = 12,853 + 0,6316PC_1 - 0,1546PC_2 - 0,2603PC_3 - 0,1628PC_4 + 0,2776PC_5$$

Рівняння регресії для пізніх сортів має вид:

$$\hat{Y}_3 = 13,1095 + 0,5884PC_1 + 0,6733PC_2 - 0,5537PC_3 + 0,0574PC_4 + 0,0111PC_5$$

Значення коефіцієнтів детермінації для ранніх, середніх та пізніх сортів дорівнюють; 0,9209; 0,8159; 0,8588 – відповідно. Значення p-value < 0,05 для всіх регресійних моделей, що каже про адекватність моделей на підставі критерію Фішера при рівні значущості 0,05.

В табл. 2 представлена регресійна модель, яка характеризує залежність показника цукрів (для $\hat{Y}_1, \hat{Y}_2, \hat{Y}_3$) від погодних факторів. Коефіцієнти моделей (в стандартизованих факторах \tilde{x}_i) наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Коефіцієнти регресійної моделі в стандартизованих факторах

	\tilde{a}_1	\tilde{a}_2	\tilde{a}_3	\tilde{a}_4	\tilde{a}_5	\tilde{a}_6	\tilde{a}_7
\hat{Y}_1	-0,2833	-0,0020	0,3623	0,0863	-0,5228	0,1512	0,2950
\hat{Y}_2	-0,2537	0,008732	0,296458	0,126151	-0,3590	0,1668	0,244980 8
\hat{Y}_3	-0,4019	0,02958 2	0,116499	0,638081	-0,0636	-0,1358	- 0,09878 2
	\tilde{a}_8	\tilde{a}_9	\tilde{a}_{10}	\tilde{a}_{11}	\tilde{a}_{12}	\tilde{a}_{13}	\tilde{a}_{14}
\hat{Y}_1	0,2930	0,1218	0,2810	0,0317	0,0065	-0,1114	-0,0593
\hat{Y}_2	0,25327 6	0,194473	0,288316	0,010818	-	-0,12481	- 0,09123
\hat{Y}_3	-0,00138	0,186504	0,4421	-0,05426	-0,4061	-0,20678	- 0,23116

Для сортів раннього та середнього термінів досягання Δ_i варіює в межах від 0,12 до 16,06 % (Рис. 2-3).



Рис. 2. Діаграма впливу погодних факторів (Δ_i , %) та їх ранги на накопичення цукрів в плодах черешні сортів раннього терміну досягання



Рис. 3. Діаграма впливу погодних факторів (Δ_i , %) та їх ранги на накопичення цукрів в плодах черешні сортів середнього терміну досягання

Для плодів групи сортів пізнього терміну досягання $\Delta_i, \%$ варіює від 0,84 до 13,98% (Рис. 4).



Рис. 4. Діаграма впливу погодних факторів ($\Delta_i, \%$) та їх ранги на накопичення цукрів в плодах черешні сортів пізнього терміну досягання

Для подальшого аналізу результатів досліджень фактори в залежності від значень коефіцієнтів $\Delta_i (i=1..14)$ було поділено на 3 групи. Де: 1 група – фактори, що мають сильний вплив на накопичення фонду цукрів

$\Delta_i \geq 9,50\%$); 2 група – фактори, що мають середній вплив на накопичення фонду цукрів (Δ_i від 2,00 % до 9,49 %);

3 група $\Delta_i \leq 2,00\%$; 3 група – інші фактори, що мають слабкий вплив на накопичення фонду цукрів ($\Delta_i \leq 2,00\%$).

Для 1 групи визначено 4 спільні фактори. Вони мають показники Δ_i від 9,50% до 19,66%. Це термічні показники в період збору плодів, а саме різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами (X_{10}), середня максимальна температура (X_8). Показники вологості в період цвітіння це сума опадів (X_5), абсолютна мінімальна відносна вологість повітря (X_3), а також загальна кількість днів з опадами в квітні (X_7). Для плодів пізнього терміну досягання до 1 групи віднесено фактори з діапазоном Δ_i від 14,64% до 30,99%. А саме це термічні показники в період збору плодів: абсолютна максимальна температура повітря (X_4), різниця між середніми

максимальними та мінімальними температурами (X_{10}), різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами (X_{12}), а також середня температура червня (X_1).

Згідно даних рис. 2 до другої групи відносяться фактори зі значенням Δ_i від 3,29 % до 9,48 %. Виявлено 4 спільні погодні фактори для плодів раннього та середнього термінів досягання це: середня температура квітня (X_6) та червня (X_1), середня мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння (X_9), середня мінімальна температура в період збору плодів (X_{13}). Також для групи сортів середнього терміну досягання до погодних факторів, що мають середній вплив на накопичення цукрів виділені: абсолютна максимальна температура в період збору плодів (X_4) та середня температура повітря травня (X_{14}). Для плодів черешні пізнього терміну досягання частки впливу погодних факторів (Δ_i), які мають середній вплив на накопичення цукрів знаходяться в діапазоні значень 2,30%-7,97%. А саме це: середня температура травня (X_{14}); середня мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння (X_9); середня мінімальна температура (X_{13}) в період збору плодів; загальна кількість днів з опадами в квітні (X_7) та абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння (X_3).

До третьої групи відносяться інші погодні фактори, що мають значення Δ_i для сортів раннього строка созревания от 0,06% до 1,9%; для групи сортів середнього терміну досягання Δ_i 0,13% – 0,39% ; пізнього терміну досягання 0,04%-1,46%. Сумарний відсоток долі впливу факторів цієї групи для групи сортів раннього терміну досягання становить – 5,12% (для сортів середнього терміну досягання - 0,80%, для групи сортів пізнього терміну досягання – 4,57 %). Для всіх груп сортів визначено 2 спільні погодні фактори, що не суттєво впливають на накопичення фонду цукрів трьох термінів досягання це: різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами травня та середня температура повітря за рік.

Таким чином, на накопичення цукрів у плодах черешні незалежно від терміну досягання найбільший вплив мають погодні умови періоду цвітіння, останнього місяця формування плодів та термічні параметри і показники вологості на етапі збору плодів.

Висновки.

1. Під час визначення впливу стресових погодних факторів на накопичення цукрів у плодах черешні встановлена середня та сильна кореляційна залежність між 14 погодними факторами (X_i , $i=1..14$) та вмістом цукрів для сортів черешні раннього, середнього, пізнього термінів досягання ($|r_{Y_j X_i}| \geq 0,55$, $i = 1..14$, $j = 1..3$).

2. На основі побудованих регресійних моделей виконано аналіз впливу частки кожного з погодних факторів на показник вмісту цукрів в плодах черешні різного терміну досягання. Розраховані коефіцієнти відносного впливу факторів Δ_i , % показали, що найбільший вплив встановлений для групи температурних показників та показників вологості з максимальною долею участі $\Delta_i \geq 9,50\%$ в загальному впливі факторів на показник вмісту цукрів в плодах черешні.

3. Встановлено діапазони частки участі погодних факторів, що мають максимальний вплив на формування фонду цукрів в плодах черешні (Δ_i 9,50% до 30,99%).

4. Для сортів черешні трьох термінів досягання визначено погодні параметри, що максимально впливають на процес накопичення цукрів в плодах черешні. Для ранніх та середніх сортів це різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами, середня максимальна температура, сума опадів та абсолютна мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння, а також загальна кількість днів з опадами в квітні; для пізніх сортів це абсолютна максимальна температура повітря, різниця між середніми максимальними та мінімальними температурами, різниця між абсолютними максимальними та мінімальними температурами в період збору плодів та середня температура червня.

5. На основі регресійного аналізу встановлено, що накопичення цукрів у плодах черешні не залежить від терміну досягання, а найбільший вплив мають погодні умови періоду цвітіння, останнього місяця формування плодів, а також термічні параметри і показники вологості під час збору плодів. Отримані результати дозволять прогнозувати вміст цукрів в плодах черешні залежно від наявних стресових погодних умов, що дасть змогу в подальшому при розробці безвідходного циклу використання плодів черешні забезпечити збереження біологічної цінності плодової сировини.

Список джерел інформації / Referenses

1. Bujdosó G.; Hrotkó K.; Feldmane D., Giovannini D., Demirsoy H., Tao R., Ercisli S.; Ertek N., Malchev S. What kind of sweet cherries do the final consumers prefer? *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 2020. 11 (1). P. 37-48.

Bujdosó, G., Hrotkó, K., Feldmane, D., Giovannini, D., Demirsoy, H., Tao, R., Ercisli, S., Ertek, N., Malchev, S. (2020). What kind of sweet cherries do the final consumers prefer? *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 11 (1), 37-48.

2. Cliff M. A., Stanich K., Toivonen P.M.A. Evaluation of the Sensory, Physicochemical, and Visual Characteristics of a Sweet Cherry Cultivar Treated in a Commercial Orchard with a Cherry Cuticle Supplement when a Rainfall Event Does

Not Occur. *HortTechnology*, 2017. 27(3). P. 416-423.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH03621-16>

Cliff, M.A.; Stanich, K.; Toivonen, P.M.A. (2017). Evaluation of the Sensory, Physicochemical, and Visual Characteristics of a Sweet Cherry Cultivar Treated in a Commercial Orchard with a Cherry Cuticle Supplement when a Rainfall Event Does Not Occur. *HortTechnology*, 27(3), 416-423.
<https://doi.org/10.21273/HORTTECH03621-16>.

3. Сердюк М.С. Формування сухих розчинних речовин у плодах черешні під впливом абіотичних факторів / М.С. Сердюк, І.Є. Іванова, В.М. Малкіна, І.А. Кривонос, Т.М. Тимошук., К.С. Євстафієва // *Scientific Horizons*, 2020. №3(88). P. 127–135. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-88-3-127-135>.

Serdiuk, M.Ye., Ivanova, I.Ye., Malkina, V.M., Kryvonos, I.A., Tymoshchuk, T.M., & Ievstafiiieva, K.S. (2020). Formuvannia sukhykh rozchynnykh rechovyn u plodakh chereszni pid vplyvom abiotychnykh faktoriv [Formation of dry soluble substances in sweet cherry fruits under the influence of abiotic factors]. *Naukovi horyzonty - Scientific horizons*, 88 (3), 127–135. DOI: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-127-135.[in Ukrainian].

4. Fallahi E. Horticulture in Iran can be an alternative to petroleum and a major source of international business with unique potential and challenges. *HortScience*, 2017. 52(9). P. 1145-1147. DOI: 10.21273/HORTSCI12080-17

Fallahi, E. (2017). Horticulture in Iran can be an alternative to petroleum and a major source of international business with unique potential and challenges. *HortScience*, 52(9), 1145-1147. DOI: 10.21273/HORTSCI12080-17.

5. Long L.E., Núñez-Elisea R., Cahn H. Evaluation of sweet cherry cultivars and advanced selections adapted to the Pacific Northwest USA. *Acta Horticultura*, 2008. 795. P. 255-259. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.34

Long, L.E., Núñez-Elisea, R., & Cahn, H. (2008). Evaluation of sweet cherry cultivars and advanced selections adapted to the Pacific Northwest USA. *Acta Horticulturae*, 795, 255-259. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.795.34.

6. Basanta M.F, Ponce N.M, Salum M.L, Raffo M. D, Vicente A.R, Erra-Balsells R, Stortz C.A. Compositional changes in cell wall polysaccharides from five sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars during on-tree ripening. *J Agric Food Chem*, 2014. 62(51). P. 12418-27.

Basanta, M.F, Ponce, N.M, Salum, M.L, Raffo, M.D, Vicente, A.R, Erra-Balsells, R, & Stortz, C.A. (2014). Compositional changes in cell wall polysaccharides from five sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars during on-tree ripening. *J Agric Food Chem*, 62(51), 12418-27.

7. Slavin J.; Lloyd B. Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*, 2012. 3(4). P. 506-516. DOI: 10.3945/an.112.002154

Slavin, J., Lloyd, B. (2012). Health Benefits of Fruits and Vegetables. *Advances in Nutrition*, 3(4), 506-516. DOI: 10.3945/an.112.002154

8. Біохімія фруктів та овочів / В.В. Євлаш, О.П. Прісс, М.С. Сердюк, Л.Ф. Павлоцька, Л.А. Скуріхіна, Н.В. Дуденко, О.І. Сухаренко // Мелітополь. Люкс, 2019. 2005 с.

Yevlash, V.V, Priss, O.P., Serdyuk, M.Ye., Pavlotska, L.F., Skurikhina, L.A., Dudenko, N.V., & Sukharenko, O.I. (2019). Biokhimiia plodiv ta ovochiv [Biochemistry of fruits and vegetables], Melitopol. Liuks, 2005 p. [in Ukrainian].

9. Serdyuk M., Stepanenko D. Formation of the taste of plum fruits under the influence of abiotic factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2015. 4(10). P. 55-60. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.46579

Serdyuk, M., Stepanenko, D. (2015). Formation of the taste of plum fruits under the influence of abiotic factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(10). 55-60. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.46579.

10. Deng L., Pan X., Chen L., Shen L., Sheng J. Effects of preharvest nitric oxide treatment on ethylene biosynthesis and soluble sugars metabolism in 'Golden Delicious' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 2013. 84. P. 9-15.

Deng, L., Pan, X., Chen, L., Shen, L., Sheng, J. (2013). Effects of preharvest nitric oxide treatment on ethylene biosynthesis and soluble sugars metabolism in 'Golden Delicious' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 84, 9-15.

11. Belitz I.H.D., Grosch I.W. Fruits and fruit products. *Food chemistry*, 2004. 06. P. 861.

Belitz, I.H.D., Grosch, I.W. (2004). Fruits and fruit products. *Food chemistry*, 06, 861.

12. Shen B., Jensen R.G., Bohnert H.J. Mannitol protects against oxidation by hydroxyl radicals. *Plant Physiology*, 1997. 115(2). P. 527-532.

Shen, B., Jensen, R.G., Bohnert, H.J. (1997). Mannitol protects against oxidation by hydroxyl radicals. *Plant Physiology*, 115(2), 527-532.

13. León P., Sheen J. Sugar and hormone connections. *Trends in plant science*, 2003. 8(3). P. 110-116.

León, P., Sheen, J. (2003). Sugar and hormone connections. *Trends in plant science*, 8(3), 110-116.

14. Sonnwald U., Sheen J., Hajlrezaei M.-R., Kossmann J., Heyer A., Thethewey R.N. Willmitzer L. Increased Potato Tuber Size Resulting from Apoplastic Expression of a Yeast Invertase. *Nature Biotechnol*, 1997. 15. P. 794-797.

Sonnwald, U., Sheen, J., Hajlrezaei, M.-R., Kossmann, J., Heyer, A., Thethewey, R. N. (1997). Willmitzer L. Increased Potato Tuber Size Resulting from Apoplastic Expression of a Yeast Invertase. *Nature Biotechnol*, 15, 794-797.

15. Choi S.M., Jeong S.W., Jeong W.J., Kwon S.Y., Chow W.S., Park Y.I. Chloroplast Cu/Zn-Superoxide Dismutase Is a Highly Sensitive Site in Cucumber Leaves Chilled in the Light. *Planta*, 2002. 216. P. 315-324.

Choi, S.M., Jeong, S.W., Jeong, W.J., Kwon, S.Y., Chow, W.S., Park, Y.I. (2002). Chloroplast Cu/Zn-Superoxide Dismutase Is a Highly Sensitive Site in Cucumber Leaves Chilled in the Light. *Planta*, 216, 315-324.

16. Deryabin A.N., Dubinina I.M., Burakhanova E.A., Astakhova N.V., Sabelnikova E.P., Trunova T.I. Influence of Yeast-Derived Invertase Gene Expression in Potato Plants on Membrane Lipid Peroxidation at Low Temperature / A.N. Deryabin, I.M. Dubinina, E.A. Burakhanova, N.V. Astakhova, E.P. Sabelnikova, T.I. Trunova // *J. Therm. Biol.*, 2005. 30. P. 73-77.

Deryabin, A.N., Dubinina, I.M., Burakhanova, E.A., Astakhova, N.V., Sabel'nikova, E.P., Trunova, T.I. (2005). Influence of Yeast-Derived Invertase Gene Expression in Potato Plants on Membrane Lipid Peroxidation at Low Temperature. *J. Therm. Biol.*, 30, 73-77.

17. Кондратенко Т.Є. Сорти яблуні для промислових і аматорських садів України: монографія. Київ, 2010. Манускрипт-АСВ.

Kondratenko, T.Ye. (2010). Sorty yabluni dlia promyslovykh i amatorskykh sadiv Ukrainy [Apple varieties for industrial and amateur gardens in Ukraine]: monohrafiia. *Manuskrypt-ASV*. [in Ukrainian].

18. Сердюк М.Є. Вплив погодних умов на формування компонентів хімічного складу плодів сливи. / М.Є. Сердюк, Н.А. Гапріндашвілі, П.В. Гогунська // Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава, 2013.1. Р. 44 – 49.

Serdyuk, M.Ye., Naprindashvili, N.A., & Hohunska, P.V. (2013). Vplyv pohodnykh umov na formuvannya komponentiv khimichnoho skladu plodiv slyvy [Influence of weather conditions on the formation of components of the chemical composition of plum fruits]. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 1, 44 – 49 [in Ukrainian].

19. Oric W.R., Hancock J.H. (2008). Plums. Temperate Fruit Crop Breeding, 2008. P. 337–358. DOI: [10.1007/978-1-4020-6907-9_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6907-9_11).

Oric, W.R., Hancock, J.H. (2008). Plums. Temperate Fruit Crop Breeding, 337–358. DOI: [10.1007/978-1-4020-6907-9_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6907-9_11).

20. Сердюк М.Є., Гапріндашвілі Н.А. Прогнозування вмісту цукрів у плодах яблуні залежно від абіотичних чинників // Первый независимый научный вестник, 2015. 3. Р. 104 – 108.

Serdyuk, M.Ye., Naprindashvili, N.A. (2015). Prohnozuvannya vmistu tsukriv u plodakh yabluni zalezno vid abiotychnykh chynnykiv [Prediction of sugar content in apple fruits depending on abiotic factors]. *First Independent Scientific Bulletin*, 3, 104 - 108 [in Ukrainian].

21. Иванова І.Є. Урожайність черешні залежно від кліматичних умов років вирощування / І.Є. Иванова, М.Є. Сердюк, Т.В. Герасько, Е.С. Білоус, І.А. Кривонос // Вісник Аграрної науки Причорномор'я, 2019. Вип. 3(103). С. 61-70.

Ivanova, I.E., Serdiuk, M.E., Herasko, T.V., Bilous, E.S., Kryvonos, I.A. (2019). Urozhainist chereshni zalezno vid klimatychnykh umov rokiv vyroshchuvannya [Cherry yields depending on the climatic conditions of the years of cultivation]. *Visnyk Ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 3(103), 61-70 [in Ukrainian].

22. Chigozie Acha Kelechi (2012), Regression and Principal Component Analyses: a Comparison Using Few Regressors, *American Journal of Mathematics and Statistics*, Vol. 2(1), pp. 1-5. DOI: [10.5923/j.ajms.20120201.01](https://doi.org/10.5923/j.ajms.20120201.01)

Chigozie Acha Kelechi (2012). Regression and Principal Component Analyses: a Comparison Using Few Regressors. *American Journal of Mathematics and Statistics*, Vol. 2(1), 1-5. DOI: [10.5923/j.ajms.20120201.01](https://doi.org/10.5923/j.ajms.20120201.01)

23. Damodar N. Gujarati. Basic Econometrics. *The McGraw-Hill Companies*, 2004. 1002 p. [ISBN 978-0071123433](https://doi.org/10.1002/9780071123433)

Damodar, N. Gujarati. (2004) Basic Econometrics. *The McGraw-Hill Companies*, 1002. ISBN 978-0071123433

24. Ming-ming Chen., Jing-lian Ma. Application of Principal Component Regression. Analysis in Economic Analysis, 3rd International Conference on

Management Science, Education Technology, Arts, Social Science and Economics, Atlantis Press, 2015. DOI:10.2991/msetasse-15.2015.255

Ming-ming, Chen., Jing-lian, Ma. (2015). Application of Principal Component Regression. Analysis in Economic Analysis, 3rd International Conference on Management Science, Education Technology, Arts, Social Science and Economics, *Atlantis Press*. DOI:10.2991/msetasse-15.2015.255

Іванова Ірина Євгенівна, к.с.-г. наук, доцент, декан факультету Агротехнологій та екології, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. Адреса: вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя. e-mail: iryuaivanova2017@gmail.com. Тел.: +38097-968-47-45.

Ivanova Iryna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, the dean of Agrotechnology and ecology faculty, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University. Address: Zhukovskoho str., 66, Zaporizhzhia, Ukraine, 69063. E-mail: iryuaivanova2017@gmail.com. Tel.: +380979684745.

Сердюк Марина Єгорівна, д.т.н., професор кафедри готельно-ресторанної справи та туризму, Національний університет біоресурсів та природокористування України. Адреса: вул. Героїв оборони 15, Київ, 03041. E-mail: maryna.serdiuk@nubip.edu.ua Тел.: +380671633371

Serdyuk Marina, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Department of Food Technologies and Hotel and Restaurant Business, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Address: Heroyiv Oborony st., 15 Kyiv, 03041, Ukraine. E-mail: maryna.serdiuk@nubip.edu.ua Tel.: +380671633371

Тимошук Тетяна Миколаївна, к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри здоров'я фітоценозів і трофології, Поліський національний університет. Адреса: бульвар Старий, 7, Житомир, Житомирська область, 10008. E-mail: tat-niktim@ukr.net Тел.: +380964933024

Tymoshchuk Tetiana, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Health of Phytocenoses and Trophology, Polissia National University. Address: Staryi Av., 7, Zhytomyr, 10008. E-mail: tat-niktim@ukr.net Tel.: +380964933024

Кривонос Ірина Анатоліївна, старший викладач кафедри іноземних мов, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. Адреса: вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя. e-mail: iryua.a.krivonos@gmail.com. Тел.: +380982133899

Kryvonos Iryna, Senior teacher of Foreign Languages department, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University. Address: Zhukovskoho str., 66, Zaporizhzhia, Ukraine, 69063. E-mail: iryua.a.krivonos@gmail.com. Tel.: +380982133899

DOI 10.5281/zenodo.13321829

УДК 612.3

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕГУЛЯТОРНИХ НОРМ У СИСТЕМІ ХАРЧУВАННЯ ДІТЕЙ ДОШКІЛЬНОГО ТА ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Ю.М. Гончар

Здійснено всебічний аналіз положень Постанови №305 «Про затвердження норм та Порядку організації харчування у закладах освіти та дитячих закладах оздоровлення та відпочинку» від 24 березня 2021 р. та Наказу №2205 «Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти» від 25 вересня 2020 р. щодо аспектів впровадження у реальних умовах, запропоновано та обгрунтовано необхідні зміни, уточнення і доповнення по тексту для унеможливлення подвійного трактування і врегулювання деяких аспектів організації виробництва продукції харчування та її споживання.

Ключові слова: Постанова № 305, реформа харчування школярів.

ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF REGULATORY NORMS IN THE SCHOOL NUTRITION SYSTEM

Yu. Honchar

The article undertakes a comprehensive analysis of the regulatory framework governing the nutrition system for children in school settings in Ukraine. This analysis is primarily based on Resolution No. 305, "On the Approval of Norms and the Procedure for Organizing Nutrition in Educational Institutions and Children's Health and Recreation Institutions," dated March 24, 2021, and Order No. 2205, "On the Approval of the Sanitary Regulations for General Secondary Education Institutions," dated September 25, 2020. The study addresses the practical implementation of these regulations, proposing necessary amendments and additions to eliminate ambiguities and regulate certain aspects of food production and consumption. This study employs a comprehensive analytical approach to examine the provisions of the aforementioned regulatory documents.

The analysis reveals inconsistencies in the current regulatory framework, which hinder the effective implementation of the school nutrition reform. Notably, the study highlights the lack of clear guidelines on the use of certain food products as raw materials for children's meals. It emphasizes the need for a detailed list of permitted spices and seasonings to improve the palatability of dishes that are low in salt and sugar. Additionally, the research underscores the necessity for precise regulations regarding the type of chocolate allowed for school-aged children and the conditions under which it can be consumed. The study's findings underscore the importance of harmonizing the regulatory norms to ensure coherent and practical guidelines for school nutrition.

This research contributes to the ongoing reform of the school nutrition system in Ukraine by providing a critical assessment of the current regulatory norms and proposing practical amendments to enhance their effectiveness. The study's originality lies in its detailed examination of the practical implementation challenges and its focus on harmonizing regulatory documents to improve the quality of nutrition provided in educational institutions. By addressing these issues, the study aims to support the development of a healthier future generation and foster a more effective school nutrition system. The article concludes that while significant strides have been made in reforming the school nutrition system, further refinement of the regulatory framework is essential. Recommendations include creating exhaustive lists of permissible ingredients, clear guidelines for menu planning, and addressing ambiguities in current regulations to improve the quality of school nutrition.

Keywords: Resolution No. 305, nutrition reform, school nutrition.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Здорове харчування має важливе значення для оптимального розвитку та росту дітей. Це не лише зміцнює фізичну силу та здоров'я, а й суттєво впливає на їхню успішність у навчанні. Споживаючи збалансовану за харчовою та біологічною цінністю, у достатній для конкретної вікової групи і рівня фізичної активності їжу, засвоюючи звички здорового харчування, діти можуть не лише захистити себе від різних захворювань, але й підвищити рівень енергії та концентрацію уваги. Організація якісного харчування у дошкільних та шкільних закладах є запорукою зростання здорової нації.

У 2020 році з ініціативи першої леді Олени Зеленської було розпочато реформу системи харчування в закладах освіти України. До реалізації цієї Реформи були залучені профільні міністерства (освіти і науки, охорони здоров'я, економіки), а також окремі державні установи, зокрема Державна служба України з питань безпечності харчових продуктів та захисту споживачів, Централізована закупівельна організація Державна установа «Професійні закупівлі», Державне підприємство «Прозорро», Центр громадського здоров'я МОЗ, Антимонопольний комітет України. Імплементация Реморми стала можливою за співфінансування її Дитячим фондом ООН ЮНІСЕФ, у рамках грантових українсько-швейцарських проєктів DECIDE («Децентралізація для розвитку демократичної освіти» та «Діємо для здоров'я»). До реформи долучились і шановані та популярні персони, як от Євген Клопотенко та його команда CultFood. До реалізації принципів здорового харчування у освітньому середовищі долучились також і Асоціація дієтологів України, і Національна асоціація громадського харчування [1]. Когорта професіоналів-практиків і теоретиків-науковців здійснила всебічний аналіз проблем з якими стикаються заклади освіти у питаннях організації харчування дітей. Одним із

перших і основоположних кроків було оновлення норм і правил організації харчування у закладах освіти, оздоровлення та відпочинку. Зокрема, на зміну Постанові № 1591 «Про затвердження норм харчування у закладах освіти та дитячих закладах оздоровлення та відпочинку» від 22 листопада 2004 р. (далі – Постанова № 1591) було прийнято Постанову №305 «Про затвердження норм та Порядку організації харчування у закладах освіти та дитячих закладах оздоровлення та відпочинку» від 24 березня 2021 р. (далі – Постанова №305) [2, 3]. На зміну Державним санітарним правилам і нормам влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу, ДСанПіН 5.5.2.008-01, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 14 серпня 2001 року № 63 (далі – ДсанПіН) було прийнято Санітарний регламент для закладів загальної середньої освіти, затверджений згідно Наказу №2205 від 25 вересня 2020 р. (далі – Санітарний регламент) [4, 5]. Паралельно, все ще чинними при цьому залишаються нормативні документи, які регулюють харчування дітей у дошкільних закладах, зокрема Інструкція з організації харчування дітей у дошкільних навчальних закладах, затвердженої від 17.04.2006 Наказом №298/227 та окремий Санітарний регламент для дошкільних навчальних закладів, затверджений Наказом Міністру України № 2205 від 25 вересня 2020 року [6]. Однак, на практиці при розробленні технологічної документації на страви та вироби, плануванні меню виявлено існування неузгодженостей основних чинних нормативних документів між собою, а також відсутність регулювання щодо використання ряду харчових продуктів у якості сировини для страв та виробів, що можуть пропонуватися дітям. Саме тому питання удосконалення чинної нормативної документації є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З метою роз'яснення нових норм і правил було створено онлайн-платформу «Знаймо», де розміщено різноманітні інструктивно-інформативні матеріали [7]. Однак, у формі схем та відео-пояснень декламувались зазначені у нових нормах та правилах основні положення, але не розглядалися спірні моменти, не роз'яснювались альтернативні варіанти на рахунок доцільності, можливості, спроможності і законності згідно чинних регулюючих документів.

У публікаціях колективу авторів [8, 9] уточнено змістову сутність деяких понять теорії та практики організації харчування, зокрема визначено основні напрямки здійснюваних інновацій та встановлено наявність кореляційного зв'язку між оцінкою якості харчування та загальною оцінкою якості закладу освіти на думку школярів та батьків.

Однак, науковці не розглядали питання удосконалення оновленої нормативної документації.

Питанню вивчення шляхів формування харчових звичок у дітей шкільного віку та тенденцій шкільного харчування дітей присвячено статтю авторів Клубей С., Погорелової К., Салтикової Г., Гнилокурєнко Г., Король О. [10]. Науковцями було розроблено шаблон анкети-опитувальника для оцінки якості харчування школярів, яка може бути використана закладами освіти для покращення раціонів харчування та організації процесу споживання їжі. Наведено результати опитування, зокрема згадуються деякі улюблені продукти школярів.

У статті [11] проаналізовано стан харчування школярів 6-11 років на прикладі шести 4-х тижневих меню шкільних сніданків з двох різних закладів освіти та розраховано харчову та енергетичну цінність і проаналізовано раціони згідно чинних норм.

За аналогією Латіна Г. О., Заїкіна Г. Л. [12] проаналізували якість харчового раціону і режиму харчування школярів віком від 10 до 16 років і встановили незбалансованість їх харчування.

Однак, публікацій присвячених питанням аналізу ефективності новоприйнятих норм і правил з позиції їх імплементації на практиці – немає.

Мета статті. Мета статті полягає в аналізі і вирішенні проблемних аспектів регуляторних норм у системі харчування школярів, зокрема у встановленні стандартів та рекомендацій щодо вибору продуктів, які включаються до меню шкільних закладів.

Відповідно, завданнями дослідження є аналіз протиріч та неоднозначностей у чинних нормативних документах; а також вироблення рекомендацій щодо їхнього вдосконалення з метою поліпшення якості харчування школярів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

З огляду на численну кількість негативних відгуків щодо обмеження вмісту солі і цукру у харчуванні школярів було запропоновано кількаетапний півторарічний перехід на знижений вміст солі у раціоні школярів [13].

Необхідним є також створення вичерпного переліку прянощів і спецій, дозволених до використання у шкільному харчуванні. У Постанові зазначено, що прянощі і спеції можуть використовуватися для приготування страв, виробів і напоїв, однак не розкрито питання щодо асортименту таких, що дозволені до вживання у харчуванні дітей шкільного віку. Закономірно, що не всі прянощі і спеції можуть бути дозволені і для вживання дорослими, і дітьми шкільного віку, і дітьми дошкільного віку.

У Санітарному регламенті відсутнє будь-яке згадування про використання спецій, натомість вказано про можливість додавання зелені, а також свіжих і сухих прянощів. Натомість, також відсутній перелік дозволених до використання.

Варто згадати, що одним із пунктів Постанови категорично забороняється використання композицій спецій і прянощів з додаванням підсолоджувачів, синтетичних барвників та ароматизаторів (крім ваніліну, етилваніліну та ванільного екстракту), підсилювачів смаку та аромату, що є зрозумілим і логічним і дозволяє хоч якимось виокремити асортимент дозволених.

Доцільність використання прянощів і спецій обумовлена потребою надати повнішого, виразнішого смаку і аромату стравам зі зниженим вмістом солі і за повної відсутності цукру або його зниженої кількості залежно від групи страв, виробів і напоїв. Особливо з огляду на численність скарг від батьків здобувачів освіти на незадовільні органолептичні показники пропонованої їжі та напоїв. Найпоширенішим зауваженням є «прісність» смаку і аромату. Що доволі легко покращити за рахунок використання спецій і прянощів. В той же час, наприклад, може виникнути питання чи дозволено замовляти і використовувати таку спецію як паприка мелена або паприка копчена мелена, можна використовувати карі мелений чи тільки карі мелений ніжний, перець червоний гострий мелений чи суміш перців, італійські трави, хмелі-сунелі та бадьян, тощо. Вибір тої чи іншої сировини не може бути інтуїтивним, на розсуд кухаря, технолога чи медичної сестри, натомість він має бути чітко визначеним у відповідних нормативних документах. Крім того, у контексті суб'єктивності суджень відповідальних осіб має бути регламентовано не тільки чіткий перелік дозволених до використання прянощів і спецій, а й алгоритм дій відповідальних осіб у разі відсутності запитуваної інформації у наявному переліку.

Однак, на практиці за наявного неналежного врегулювання цього питання і для унеможливлення будь-яких спірних моментів, з острахом перед контролюючими органами, та за неможливості посилатися на відповідну нормативну документацію у цьому питанні, працівники бояться використовувати спеції та прянощі за виключенням лаврового листа, перцю духмяного горошком і кориці, які були колись впродовж тривалого часу дозвалені до використання уже не чинними на сьогодні нормативними документами. В той же час, навіть за умови таких заходів безпеки з боку відповідальних осіб, школярів можуть ненароком наражати на небезпеку. Адже ринок України заповнений переважно продуктом переробки не *Cinnamomum zeylanicum* (корицею), а

Cinnamomum aromaticum (касією). Перша є дорогавартісною спецією з широким спектром корисних властивостей, а друга – відзначається низькою ціною і наявністю у своєму складі з більш ніж у 300 разів вищою концентрацією токсичної речовини – кумарину. У результаті вживання касії може спостерігатись запаморочення, головний біль, розлад шлунку тощо. З огляду на тендерний принцип щодо обрання дешевшої сировини, закономірно, що до закладів надходить не кориця, а касія.

Отже, питання формування вичерпного переліку дозволених до використання спецій і прянощів є актуальним і потребує деталізованого роз'яснення, розміщеного у основних нормативних документах: Постанови чи Санітарному регламенті.

При формуванні меню згідно чинної нормативної документації виникає питання щодо виду шоколаду дозволеного для дітей шкільного віку. Згідно ДСТУ 3924:2014 ймовірні такі варіації шоколаду: темного (чорного), молочного, білого, виготовленого із кількох видів шоколадних мас, пористого, з добавками чи шоколаду з начинками. Кожен із перелічених видів має різну харчову і біологічну цінність. Крім того, відкривим є питання щодо граничної концентрації емульгатора соєвого лецитину, рекомендованого діапазону вмісту какао тертого, цукрів, молочного жиру, дозволу наявності розпушувачів (наприклад, у шоколаді Milka наявні гідрокарбонати натрію та амонію), чи регуляторів кислотності (наприклад, гідрокарбонату калію, E524), у складі шоколаду для дітей шкільного віку.

Також у Постанові №305 зазначено рекомендацію щодо споживання шоколаду дітьми шкільного віку три рази на тиждень за умови 7-ми денного перебуванні у закладі освіти дитячих чи закладах оздоровлення та відпочинку (Додатки 4 та 8). Відповідно у закладах дошкільної освіти регламентовано для вживання шоколад тільки дітям віком від 4 років у розмірі 15г/порція, а у закладах для дітей шкільного віку – 20г/порція. В той же час відсутні настанови щодо включення такого продукту у раціон харчування дітей за умови 5-ти чи 6-ти денного перебування у закладі.

Неоднозначним є формулювання щодо страв з птиці на предмет допустимості подавання страв з м'яса птиці з кісточкою. У додатках до норм зазначено форму контролю маси нетто порцій харчових продуктів для приготування готових страв та виробів або маса нетто порції готового виробу/страви (у разі зазначення) для відповідної вікової групи, однак, це не є прямою заборонаю на пропозицію подібних страв.

Потребують гармонізації чинні нормативні документи щодо можливості використання субпродуктів, консервованих горошку і

кукурудзи. Так, наприклад, у чинній Інструкції з організації харчування дітей у дошкільних навчальних закладах, затвердженій від 17.04.2006 Наказом №298/227, п.1.17 дозволені до використання консерви м'ясні, рибні та овочеві як виняток при відсутності свіжої аналогічної сировини за умови попередньої термічної обробки при використанні у приготуванні перших і других страв [6]. В той же час Постановою №305, яка також регулює питання організації харчування дошкільнят, п.47 забороняється їх використання. В той же час, за умови частих перебоїв електроживлення в умовах війни, яка триває вже три роки, забезпечення якості необробленої сировини є проблематичним. Тому обґрунтованим є здійснення запасу консервів промислового виробництва, як рибних, м'ясних, так і плодоовочевих (консервованого горошку і кукурудзи).

Аналогічні суперечності є з питання використання субпродуктів у меню дітей. З одного боку у Постанові 305 відсутня пряма заборона до використання субпродуктів, але з іншого боку за умови їх використання, їх неможливо обліковувати, бо вони не входять до жодної з категорій страв, норми споживання яких мають бути дотриманими. Натомість у згаданій уже Інструкції п.4.7 є дозвіл стосовно використання субпродуктів, але виключно печінки і язика. Подібні протиріччя мають бути виключені.

Відсутня також інформація щодо можливості приготування бульйонів з рибної та м'ясної сировини. Так, у примірному меню Інструкції у кількох рядках є вказівка на можливість використання м'ясного бульйону. У Постанові взагалі відсутні будь-які згадки про можливість використання їх використання. Відповідно у операторів ринку постає логічне запитання щодо можливості використання бульйонів з м'яса, птиці, риби чи овочів. Не розкритим також є питання, які саме бульйони можуть бути запропоновані дітям: м'ясні, м'ясо-кісткові чи кісткові, а також якою повинна бути їх концентрація, режими зберігання, чи можливим є, наприклад, приготування висококонцентрованих бульйонів фіюме і наступним розведенням при приготуванні перших страв впродовж тижня. Ці моменти мають знайти відображення у Постанові або у Санітарному регламенті.

Від операторів ринку часто надходить питання щодо дозволу пропонувати у меню борошняні страви, такі як пельмені та вареники. Згідно загальноприйнятої класифікації страв та виробів, вареники, пельмені, млинчики, галушки тощо відносяться до групи борошняних страв. П.47 Постанови категорично забороняється виготовлення і реалізація млинців із сиром м'яким, сиром кисломолочним або м'ясом. Натомість з іншого боку Постанова чітко зазначає, що приготування

борошняних страв і виробів передбачено тільки для сніданку та/або підвечірку і виготовляється або закладом, або оператором ринку харчових продуктів, який здійснює постачання послуг з харчування. Тобто інші борошняні страви дозволені, зокрема пельмені і вареники. В той же час, п.3 п.п.10 Порядку організації харчування у закладах освіти та дитячих закладах оздоровлення та відпочинку, затвердженого Постановою №305, забороняється замовляти та реалізовувати будь-які технологічно-оброблені м'ясні та рибні харчові продукти. Тобто пельмені промислового виробництва, які згідно ДСТУ 4437:2005 класифікуються як технологічно-оброблені м'ясні продукти, є однозначно забороненими. Виходить, що за умови відсутності чіткої заборони, пельмені можна готувати, але самостійно, а не використовувати промислового виробництва. Однак, чомусь усі нові збірники рецептур оминають такий продукт. Натомість пропонують, наприклад, рецептури солодких вареників з сиром, які за умови використання виключно цільнозернового борошна, не є привабливо пухкими, білими і мають специфічний присмак. Саме тому раціональним з точки зору балансу органолептичних показників є комбінація тіста з цільнозернового борошна і м'ясної начинки при приготуванні пельменів.

Висновки. Отже, виявлено і обґрунтовано необхідність системного підходу до вирішення проблемних аспектів регуляторних норм у сфері харчування школярів. З огляду на висвітлені недоліки, виявлені у чинних нормативних документах, що регулюють вибір та використання продуктів у меню шкільних закладів, неоднозначність у визначенні допустимих прянощів і спецій, видів шоколаду, ступеню обов'язкової обробки птиці тощо, нагальною є потреба у здійсненні уточнень у чинних нормативних документах. Беручи до уваги зафіксовані неузгодженості щодо використання субпродуктів та консервів у раціонах харчування, необхідне здійснення гармонізації та уточнення нормативно-правової бази з метою забезпечення високої якості харчування школярів та виключення можливих протиріч у вимогах до харчових продуктів.

Список джерел інформації / References

1. ПІРО РЕФОРМУ // Онлайн-платформа "Знаймо": [Веб-сайт]. URL: <https://znaimo.gov.ua/pro-reformu> (дата звернення: 30.04.2022).
2. ПРО РЕФОРМУ. Online platform "Znaemo": [Website]. URL: <https://znaimo.gov.ua/pro-reformu> (Accessed: April 30, 2022).
2. Про затвердження норм харчування у закладах освіти та дитячих закладах оздоровлення та відпочинку: ПОСТАНОВА від 22 листопада 2004 р.

№ 1591. Київ: Кабінет Міністрів України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/305-2021-%D0%BF#Text>

On approval of nutrition standards in educational institutions and children's health and recreation facilities: RESOLUTION of November 22, 2004 No. 1591. Kyiv: Cabinet of Ministers of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/305-2021-%D0%BF#Text>

3. Про затвердження норм та Порядку організації харчування у закладах освіти та дитячих закладах оздоровлення та відпочинку: ПОСТАНОВА від 24 березня 2021 р. № 305 // Кабінет Міністрів України. Київ URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/305-2021-%D0%BF>

On approval of norms and procedure for organizing nutrition in educational institutions and children's health and recreation facilities: RESOLUTION of March 24, 2021 No. 305 // Cabinet of Ministers of Ukraine. Kyiv. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/305-2021-%D0%BF>

4. Державні санітарні правила і норми влаштування, утримання загальноосвітніх навчальних закладів та організації навчально-виховного процесу ДСанПіН 5.5.2.008-01 : Постанова Головного державного санітарного лікаря України від 14.08.2001 № 63 // Київ: Державна санітарно-епідеміологічна служба (Державна санепідем.служба). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0063588-01#Text>

State sanitary rules and norms for the arrangement, maintenance of general education institutions and organization of educational process: RESOLUTION of the Chief State Sanitary Doctor of Ukraine of August 14, 2001 No. 63. Kyiv: State Sanitary and Epidemiological Service (State Sanitary Epidemiological Service). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0063588-01#Text>

5. Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти: НАКАЗ 25.09.2020 № 2205 // МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ. Київ: Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10 листопада 2020 р. за № 1111/35394. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text>

On approval of the Sanitary Regulations for general secondary education institutions: ORDER of September 25, 2020 No. 2205. Kyiv: Ministry of Health of Ukraine. Kyiv: Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on November 10, 2020, under No. 1111/35394. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text>

6. Про затвердження Інструкції з організації харчування дітей у дошкільних навчальних закладах: НАКАЗ від 17.04.2006 № 298/227 // МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ; МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ. Київ: Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 5 травня 2006 р. за N 523/12397. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0523-06#Text>

On approval of the Instruction for organizing children's nutrition in preschool educational institutions: ORDER of April 17, 2006 No. 298/227. Kyiv: Ministry of Education and Science of Ukraine; Ministry of Health of Ukraine. Kyiv: Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on May 5, 2006, under No. 523/12397. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0523-06#Text>

7. Оновлення законодавства // Онлайн-платформа "Знаймо": [Веб-сайт]. URL: <https://znaimo.gov.ua/Contents/ContentItems/4vbpX5nf250d8rtna6dqvwa6xk> (дата звернення: 30.04.2024).

LEGISLATION UPDATE. Online platform "Znaemo": [Website]. URL: <https://znaimo.gov.ua/Contents/ContentItems/4vbpX5nf250d8rtna6dqvwa6xk> (Accessed: April 30, 2024).

8. П'ятницька Г. Т., Григоренко О. М., П'ятницька Н. О., Литвин Н. Ю. Інноваційний розвиток організації харчування школярів як невід'ємна складова управління сучасними закладами загальної середньої освіти. *Бізнес Інформ*. 2020. №12. С. 471–481. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-12-471-481>

Pyatnytska, H. T., Grygorenko, O. M., Pyatnytska, N. O., & Lytvyn, N. Y. (2020). Innovative development of schoolchildren's nutrition organization as an integral component of management in modern general secondary education institutions. *Business Inform*, 12, 471–481. URL: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2020-12-471-481>

9. П'ятницька Н.О., Парубець О.В., Григоренко О.М. Організація обслуговування учнів у шкільних їдальнях: основи теорії і практики. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. Том 32 (71). № 2, 2021. С. 50-57. URL: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/71-2-8>

Pyatnytska, N. O., Parubets, O. V., & Grygorenko, O. M. (2021). Organization of student service in school canteens: basics of theory and practice. *Scientific Notes of V. I. Vernadsky Taurida National University. Series: Economics and Management*, 32(71), 50-57. URL: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/71-2-8>

10. Клубей, С., Погорелова, К., Салтикова, Г., Гнилоскуренко, Г. В., & Король, О. Сучасні тенденції шкільного харчування та фактори формування харчових звичок у дітей різного віку. *Ukrainian scientific medical youth journal*, issue, 1 (121), 2021. С. 70-82. DOI: 10.32345/USMYJ.1.2021.70-82 URL: <http://ir.librarynmu.com/handle/123456789/2651>

Klubey, S., Pogorelova, K., Saltykova, H., Hnyloskurenko, H. V., & Korol, O. (2021). Modern trends in school nutrition and factors shaping dietary habits in children of different ages. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*, 1(121), 70-82. DOI: 10.32345/USMYJ.1.2021.70-82 URL: <http://ir.librarynmu.com/handle/123456789/2651>

11. Прядко, О., Бутенко, А., Ткачук, В. Аналіз раціону шкільного харчування. *Товарознавчий вісник*. 2021. № 14. С. 58-64. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2021-14-6>

Pryadko, O., Butenko, A., & Tkachuk, V. (2021). Analysis of the school nutrition ration. *Commodity Expert Bulletin*, 14, 58-64. URL: <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2021-14-6>

12. Латіна Г. О., Заїкіна Г. Л. Оцінка режиму та раціону харчування учнів 10-16 років закладів загальної середньої освіти. *Український журнал медицини, біології та спорту*. 2022. Том 7, № 5 (39). С. 272-277. URL: <https://jmbms.com.ua/pdf/7/5/jmbms0-2022-7-5-272.pdf>

Latyna, H. O., & Zaikina, H. L. (2022). Evaluation of the regime and diet of students aged 10-16 in general secondary education institutions. *Ukrainian Journal of*

Medicine, Biology and Sports, 7(5), 272-277. URL: <https://jmbs.com.ua/pdf/7/5/jmbs0-2022-7-5-272.pdf>

13. Капнік О. Нове шкільне харчування: чому не всі задоволені меню та як відреагував його ідеолог Клопотенко // Ексклюзив ТСН. 2022. URL: <https://tsn.ua/exclusive/nove-shkilne-harchuvannya-chomu-ne-vsi-zadovoleni-menyu-ta-yak-vidreaguval-yogo-ideolog-klopotenko-1954831.html>.

Карпук О. New school nutrition: why not everyone is satisfied with the menu and how its ideologist Klopotenko reacted // Exclusive TSN. 2022. URL: <https://tsn.ua/exclusive/nove-shkilne-harchuvannya-chomu-ne-vsi-zadovoleni-menyu-ta-yak-vidreaguval-yogo-ideolog-klopotenko-1954831.html>.

Гончар Юлія Миколаївна, доктор філософії з харчових технологій, доцент кафедри харчових технологій і готельно-ресторанної справи, Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. Адреса: вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, Запорізька обл. 69063, Україна. Тел.: +380635262762; e-mail: honchar1992@ukr.net.

Yulia Honchar, PhD in Food Technology, Associate Professor of the Department of Food Technology and Hotel-Restaurant Business, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University. Address: 66 Zhukovsky Street, Zaporizhzhia, Zaporizhzhia Oblast, 69063, Ukraine. Tel.: +380635262762; Email: honchar1992@ukr.net.

DOI 10.5281/zenodo.13321871

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ХАРЧОВОЇ ІНДУСТРІЇ

УДК 620.197.

ЕКСТРАКТ ВИНОГРАДНИХ КІСТОЧОК У ПРОТИКОРОЗІЙНОМУ ЗАХИСТІ СТАЛЕЙ

О.М. Савченко, О.І. Сиза, О.О. Корольов, О.В. Богомолов

Отриманий водно-спиртовий екстракт виноградних кісточок є ефективним засобом захисту металів від корозії, ступінь захисту становить 93,6 - 97,3 % в залежності від виду сталі. Наявність значної кількості речовин поліфенольної природи в екстракті виноградних кісточок, які забезпечують утворення пасивного захисного шару на поверхні сталі підтверджено хроматографічними дослідженнями.

Ключові слова: екстракт виноградних кісточок, інгібітори корозії, поліфеноли.

GRAPE SEED EXTRACT IN ANTI-CORROSION PROTECTION OF STEEL

O. Savchenko, O. Syza, O. Korolev, O. Bogomolov

At food industry enterprises, it is possible to use only environmentally safe inhibitors, for example, of plant origin, for anti-corrosion protection of metal communications and equipment. The purpose of the scientific research was to obtain grape seed extract and to study its anti-corrosion effect on the stability of steels used for manufacturing equipment of food enterprises. According to the chromatographic study, the water-ethanol extract of grape seed powder contains terpene alcohols, aldehydes, phenolic acids, flavonoids, stilbenes, etc. The maximum value of the total content of polyphenols is observed in the extractant with the content of water and ethanol in a ratio of 50:50, which is equal to 42.3 mg/g in gallic acid equivalent per 1 g of dry powder. That is, the content of polyphenols is almost 4.5% of the mass of dry substances of the powder in the equivalent of gallic acid. Therefore, in the future, a 50% water-ethanol solution (1 mass part of dry powder / 10 mass parts of extractant) was used to obtain inhibitors.

Gravimetric and electrochemical (polarization resistance indicator P5126) methods were used to evaluate the anti-corrosion properties of the extract. It was found that the optimal amount of grape seed extract in 0.1 M HCl solution for corrosion protection of steels is 30 g/l, the degree of protection is 93.6 - 97.3% depending on the type of steel. Thus, the water-alcohol extract of grape seed powder obtained by us is an effective means of protecting metals from corrosion. The presence

of a significant amount of substances of a polyphenolic nature and terpenes in the extract ensures the formation of a passive protective layer on the surface of the steel.

Key words: *grape seed extract, corrosion inhibitors, polyphenols.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Промисловість України нараховує декілька тисяч харчових підприємств [1]. На жаль, у багатьох випадках на підприємствах зустрічається не стійке до дії агресивних середовищ обладнання і заміна його в найближчий час не планується. Поряд із нержавіючими сталями для виготовлення обладнання харчової промисловості використовують маловуглецеві – сталь 20 та Ст3, які недостатньо стійкі до корозії [2]: у виробництві солі, спирту та лікеро-горілчаніх виробів, цукру, пива та безалкогольних напоїв, охолоджувальних системах тощо. Навіть для сплавів підвищеної корозійної стійкості існує небезпека руйнування в агресивних природних (повітря, водойми, ґрунти) та технологічних середовищах [1, 2].

Відомо, що середовища харчових виробництв характеризуються підвищеною агресивністю [1]. Це обумовлено застосуванням різних температурних режимів харчових технологій, наявністю процесу руху сировини та готової продукції, тривале зберігання технологічних середовищ у нерухомому стані, різна кислотність розчинів та іншими факторами. За умов корозії, збільшуються втрати цінної продукції, витрати на очищення, мийку і дезінфекцію обладнання, а продукти корозії можуть забруднювати технологічні середовища, погіршуючи їх органолептичні властивості і санітарно-гігієнічні показники.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Застосування інгібіторів є ефективним засобом захисту металів від корозії [3, 4]. На підприємствах харчової промисловості можливе використання тільки безпечних з екологічної точки зору інгібіторів, наприклад, рослинного походження. Так, в останні роки з рослинної сировини розроблені інгібітори корозії науковцями Дніпропетровської металургійної академії, Чернігівського національного технологічного університету, Національного технічного університету «Київський політехнічний інститут», Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України (м. Львів) та ін. [5-10]. Кожен з них має певні недоліки і застосування їх у харчовій промисловості обмежується нетривалими термінами придатності; невідповідністю органолептичних показників (різкий та неприємний запах); відсутністю обґрунтованих санітарно-гігієнічних та технологічних вимог.

Тому актуальним завданням є продовження дослідження протикорозійних властивостей рослинної сировини, що використовується в харчових виробництвах та створення ефективних, дешевих, безпечних інгібіторів корозії як при виробництві, так і застосуванні.

Метою наукового пошуку було отримання екстракту виноградних кісточок і дослідження протикорозійного впливу його на стійкість сталей, які використовуються для виготовлення обладнання і комунікацій харчових підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для виділення активних діючих речовин зі складу рослинної сировини застосовуються безліч технологічних заходів, але найбільш ефективним, простим і доступним є метод екстракції [11] – це процес, що забезпечує розчинення, десорбцію та дифузію компонентів рослинної сировини (рис.1).

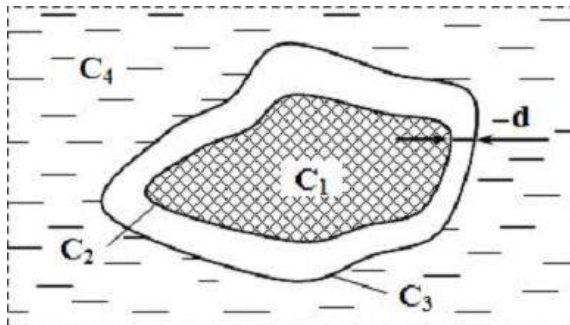


Рис. 1. Рослинна клітина в екстрагенті

В харчових технологіях вибір розчинника обмежений, як правило, водою, етанолом або їх сумішшю. Процес екстракції проводили при перемішуванні підготовленої та подрібненої рослинної сировини за наявності необхідної кількості екстрагенту (водно-спиртового розчину). Далі застосували операції фільтрації та декантації екстракту.

Компонентний склад летких речовин рослинного екстракту порошку виноградних кісточок встановили за допомогою хромато-мас-спектрометрії на газовому хроматографі “FINIGAN FOCUS” з мас-селективним детектором фірми Termo Electronics. Визначили екстрактивні речовини, порівнюючи піки на хроматограмі і мас-спектри окремих компонентів з результатами для еталонних сполук у бібліотеці мас-спектрів “NIST-5”. Визначали кількісний вміст активних речовин екстракту методом внутрішньої нормалізації площ піків без застосування коригувальних коефіцієнтів [12].

Результати хроматографічних досліджень для встановлення хімічного складу екстракту порошку виноградних кісточок представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

**Розшифрування хроматограм зразку екстракту порошку
виноградних кісточок**

Пік	Назва компоненту	Час утримування τ, хв	Кількісне співвідношення, %
1	Гексаналь	9,58	0,1
2	Бензойний альдегід	10,26	2,3
3	Фенілетиловий спирт	11,39	1,3
4	d-Манноза	13,00	1,4
5	Бузковий альдегід	13,46	3,7
6	Камфен	13,89	0,7
7	Коричний альдегід	14,01	4,0
8	Карвакрол	14,59	4,0
9	Е-цитраль	14,92	1,2
10	Нерол	15,56	5,0
11	Гераніол	16,06	5,1
12	Борнеол	18,24	1,0
13	Ліналоол	18,32	1,2
14	Галова кислота	18,69	5,2
15	Октадеканова кислота	19,60	3,3
16	Линолева кислота	18,09	1,2
17	Гексадеканова кислота	18,24	2,1
18	(9Z)-Октадеценева кислота	19,62	2,0
19	Ресвератрол	19,21	1,2
20	Ліноленова кислота	16,74	0,1
21	Елагова кислота	18,81	2,2
22	α-кариофилен	21,01	1,0
23	Кверцетин	23,07	5,0
24	Кверцетин-3- моноглюкозид	23,15	6,0
25	Кверцетин-3- моноглюкуронозид	23,49	3,1
26	α –терпениол	23,94	1,0
27	Катехін	24,16	2,0
28	Епікатехін	24,46	2,5
29	Кемпферол	24,49	6,9
30	Мирицитин	24,84	5,7

* жирним шрифтом виділені поліфенольні сполуки

До складу водно-етанолового екстракту порошка виноградних кісточок (рис. 2) входять альдегіди, терпени, фенольні сполуки: флавоноїди, стилбени, флаваноли, фенольні кислоти та інші речовини.

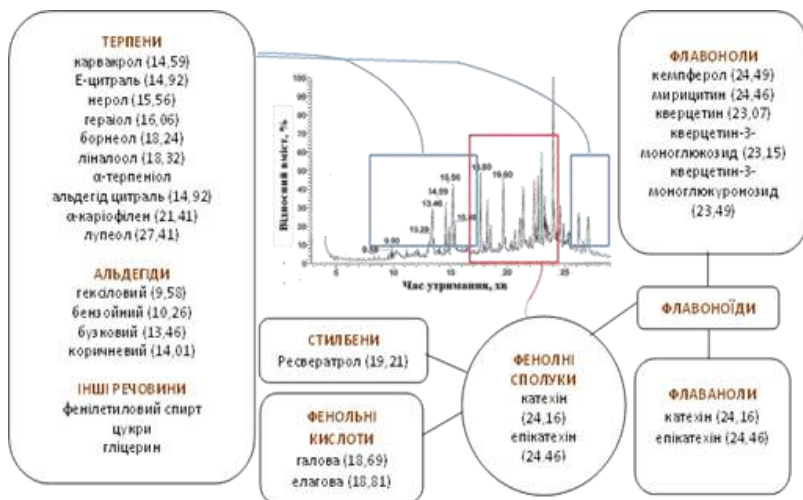


Рис. 2. Ідентифікація сполук поліфенольної природи екстракту порошку виноградних кісточок (в дужках – час утримання в хв.)

За результатами порівняння площі піків на хроматограмах для отримання кількісного співвідношення між компонентами екстракту виноградного порошку виявили, що за кількісним вмістом речовини утворили наступний ряд від більшого до меншого: кверцетин-3-моноглокозид; кемпферол; кверцетин; мирицитин; галова кислота; кверцетин-3-моноглокуронозид; ресвератрол (елагова кислота); катехін (епікатехін).

Речовини екстракту виноградного порошку, які ідентифіковані хроматографічними методами збігаються з основними класами поліфенольних сполук відомих з літературних джерел різних сортів винограду [13].

Загальну кількість поліфенольних речовин визначали спектрофотометричним методом з реактивом Folin-Ciocalteu [14]. До 0,1 мг досліджуваного розчину, стандартного розчину або розчину порівняння додали 0,5 мг реактиву Folin-Ciocalteu та 2,0 мг води. Екстракти розбавили в 10 разів і витримували при кімнатній температурі протягом 8 хв, прибавили 1,5 мг 20% водного розчину

натрій карбонату. Втримали розчини 30 хв в термостаті за температури $45 \pm 0,2$ °С. Вимірювали оптичну густина за довжини хвилі світла 765 нм на спектрофотометрі СФ-46 після набуття розчинами синього кольору. Визначали загальну кількість поліфенолів у екстрактах в мг галової кислоти в перерахунку на одиницю маси сухої речовини порошку виноградних кісточок (галової кислоти еквівалент, мг/г СР) з застосуванням коефіцієнтів лінійної регресії залежності оптичної густини від концентрації стандартних водних розчинів галової кислоти: slope 0,001036 та intercept 0,00262.

Дослідження загальної кількості поліфенолів в екстрактах порошку виноградних кісточок від температури показали монотонне зростання кількості екстрагованих речовин з підвищенням температури. Максимальною температурою, за якої можливе вилучення екстративних речовин є 333 К, яка обмежує термічну стійкість поліфенольних сполук.

Для виявлення оптимального співвідношення складових водно-спиртового екстракту досліджено залежність кількості поліфенольних речовин в екстракті від співвідношення етанолу і води у водно-спиртових розчинах (рис. 3).

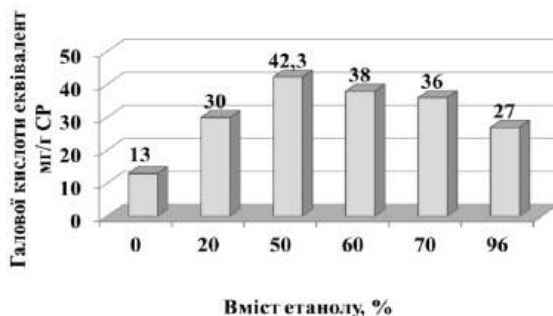


Рис. 3. Загальна кількість поліфенолів у екстрактах виноградних кісточок за температури 333 К

Максимальне значення загальної кількості поліфенолів спостерігається в екстрагенті з вмістом води та етанолу у співвідношенні 50:50. Загальна кількість поліфенолів у 50 % розчині етанолу складає 42,3 мг/г в еквіваленті галової кислоти у перерахунку на 1 г сухого порошку виноградних кісточок. Отже, порошок виноградних кісточок містить 4,5% поліфенолів в еквіваленті галової кислоти. Тому в подальшому для отримання інгібіторів використовували 50 % водно-етанольний розчин (1 мас. ч. сухого порошку / 10 мас. ч. екстрагента).

Для оцінювання протикорозійних властивостей екстракту виноградних кісточок застосовували гравіметричний та електрохімічний (індикатор поляризаційного опору Р5126) методи. Для обробки робочих поверхонь обладнання харчових підприємств використовують хлоридну кислоту в якості дезінфікуючого засобу. Тому в якості робочих середовищ досліджували 0,1М розчин хлоридної кислоти з додаванням розробленого інгібітору.

Корозійні випробування проводили гравіметричним методом на зразках сталі Ст3 за температури 273 К.

Швидкість корозії оцінювали за формулою $K_m = (m_1 - m_2) / S \cdot t$, де K_m – швидкість корозії, г/(м²·год); m_1 – маса зразка до випробування, г; m_2 – маса зразка після випробування, г; S – площа поверхні зразка, м²; t – тривалість дослідження, год.

Ефективність протикорозійної захисної дії інгібітора визначали за ступенем захисту: $Z_m = [(K_m - K'_m) / K_m] \cdot 100\%$, де K_m, K'_m – швидкість корозії за втратою маси металу без інгібітору та з інгібітором, відповідно, г/(м²·год).

Результати гравіметричних досліджень ефективності інгібуючої дії екстракту порошку виноградних кісточок за температури 293 К на сталі Ст3, 12Х17, 08Х18Н10, 12Х18Н10Т наведені у таблиці 2 (час експозиції 3 години).

Витримані зразки в 0,1 М розчині НСІ без інгібітору вкриті пухкими, темно сірими продуктами корозії. У інгібованих розчинах зразки сталі покриті міцними, рівномірними, матовими сірими плівками. Швидкість корозії при цьому сповільнюється у 1,85-38,5 разів залежно від кількості інгібітору і марки сталі.

Виявлено, що оптимальна кількість екстракту виноградних кісточок у 0,1 М розчині НСІ для протикорозійного захисту сталей складає 30 г/л. При підвищенні концентрації інгібуючої добавки до 50 г/л спостерігали незначне зниження ступеня захисту.

Таблиця 2

Протикорозійна ефективність екстракту порошку виноградних кісточок на сталях у 0,1М розчині НСІ

Сталь	$C_{ін}$, г/л	K_m , г/(м ² ·год)	Ступінь захисту, Z_m , %	Коефіцієнт гальмування корозії, γ_m
Ст3	–	20,834	–	–
	10	7,275	65,1	2,864
	20	3,968	80,9	5,250
	30	1,083	94,8	19,22
	40	2,021	90,3	10,31

	50	2,605	87,5	7,99
12X17	–	32,532	–	–
	10	17,530	46,114	1,856
	20	13,316	79,067	2,443
	30	0,846	97,4	38,453
	40	3,383	89,6	9,617
	50	7,091	78,2	4,587
12X18H10T	–	10,307	–	–
	10	4,417	57,1	2,333
	20	1,472	85,7	7,000
	30	0,659	93,6	15,640
	40	0,948	90,8	10,872
08X18H10	–	16,933	–	–
	10	4,417	73,9	3,833
	20	1,104	93,5	15,333
	30	0,813	95,2	20,827
	40	1,608	90,5	10,531

Дослідження поляризаційного опору R_p для сталі 20 у 0,1 М розчині хлоридної кислоти підтвердили найвищу ефективність дії інгібітора за концентрації 30 г/л (рис. 4), хоча на початковому етапі протягом двох годин кращі захисні властивості спостерігались у розчині з концентрацією інгібітора у 20 г/л.

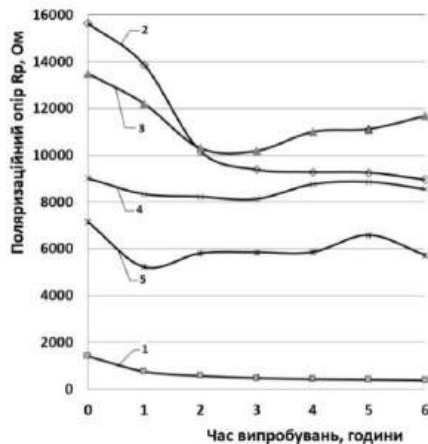


Рис. 4. Поляризаційний опір сталі 20 у 0,1 М НСІ (крива 1) та з додаванням різної кількості інгібітора, г/л: 2 – 20; 3 – 30; 4 – 40; 5 – 50

Тенденція, яка була виявлена під час гравіметричних досліджень, що при збільшенні концентрації інгібітора у розчині кислоти захист стали 20 зменшується підтвердилась (криві 4 і 5). Протягом перших 2-3 годин спостерігали зменшення поляризаційного опору, яке у подальшому набувало сталих значень. На поверхні зразків утворився захисний матовий механічно міцний шар насиченого сірого кольору.

Отримані результати пояснюються наступним механізмом дії інгібітора. Компоненти рослинних екстрактів адсорбуються на поверхні сталі і можуть утворювати ковалентні зв'язки з катіонами металу за донорно-акцепторним механізмом або йонні. У результаті взаємодії утворюється захисна плівка, яка ізолює поверхню сталі від дії агресивного середовища. Речовинами порошку виноградних кісточок, які здатні суттєво впливати на корозійний процес, є дубильні речовини, вуглеводи, феноли, амінокислоти, альдегіди, терпени. У поліфенолах (катехін, кверцетин, кемпферол) на частку гідроксильних груп доводиться 15-30% молекулярної маси (рис. 5), які можуть утворювати хемосорбційні зв'язки з поверхнею металу.



Рис. 5. Структурні формули флаванолів

Від орієнтації молекул щодо поверхні сталі залежать інгібуєчий захисний ефект. Можуть утворюватися стійкі хімічні зв'язки між гідроксильними групами поліфенолів і атомами феруму, якщо молекули розміщені плоско по відношенню до поверхні зразка. А при збільшенні концентрації – молекули можуть розміщуватися перпендикулярно і утворювати рухливі комплексні сполуки з іонами феруму. Дослідили незалежними методами, що при збільшенні концентрації інгібуєчої добавки до 40 – 50 г/л захист дещо знижується.

Висновки. Таким чином, отримані екстракти виноградних кісточок проявляють інгібуєчий ефект і забезпечують протикорозійний захист сталей як вуглецевих так і нержавіючих, які використовуються для виготовлення обладнання харчових підприємств. Оптимальна концентрація екстракту виноградних кісточок у 0,1 М розчині HCl складає 30 г/л, ступінь захисту набуває значень від 93,6 до 97,3 % в

залежності від виду сталі. Хроматографічні дослідження підтвердили наявність значної кількості речовин поліфенольної природи в екстрактах виноградних кісточок, які забезпечують утворення пасивного захисного шару на поверхні сталі.

Список джерел інформації / References

1. Тищенко Г.П. Корозія і захист від корозії в харчовій промисловості: Кн.1. Дніпропетровськ: УДХТУ, 2002. 457 с.

Tyshhenko G. P. Koroziya i zachyst vid koroziyi v xarchovij promyslovosti: Kн.1. Dnipropetrovsk: UDXTU, 2002. 457 s.

2. Стоєв П. І., Литовченко С. В., Гірка І. О., Грицина В. Т. Хімічна корозія та захист металів: навчальний посібник. Харків: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2019. 216 с.

Stoyev P. I., Lytovchenko S. V., Girka I. O., Grycyuna V. T. Ximichna koroziya ta zachyst metaliv: navchal'nyj posibnyk. Xarkiv: XNU imeni V. N. Karazina, 2019. 216 s.

3. Погребова І. С. Інгібітори корозії металів: Навчальний посібник. Київ: «Хай Тек Прес», 2012. 296 с.

Pogrebova I. S. Ingibitory koroziyi metaliv: Navchalnyj posibnyk. Kyiv: «Хай Тек Прес», 2012. 296 с.

4. Роменский Н. П., Сологуб Н.А., Прейс Г.А. Повышение долговечности оборудования пищевой промышленности. Київ: Урожай. 1989. 160 с.

Romenskyu N. P., Solohub N. A., Preys H. A. Pidvyshchennya dovhovichnosti obladnannya kharchovoyi promyslovosti. Kyiv: Urozhay. 1989. 160 s.

5. Сиза О. ., Корольов О. О., Савченко О. М., Гаценко С. В., Пасічніченко І.В. Протикорозійні властивості продуктів переробки рослинної сировини. Фіз.-хім. механіка матеріалів. Спец. Випуск. 2006. № 5. С. 874-888.

Syza O. I., Korolov O. O., Savchenko O. M., Gacenko S. V., Pasichnichenko I.V. Protikorozijni vlastyosti produktiv pererobky roslynnoyi syrovyny. Fiz.-xim. mexanika materialiv. Specz. Vypusk. 2006. № 5. S. 874-888.

6. Сиза О. І., Савченко О. М., Квашук Ю. В. Деклараційний патент України на корисну модель № 70027. Інгібітор корозії. Заявл. 07.11.2011. Опубл. 25.05.2012, Бюл. № 10, МПК (2006.01), С23 F11/10.

Syza O. I., Savchenko O. M., Kvaschuk Yu. V. Deklaracijnyj patent Ukrayiny na korysnu model № 70027. Ingibitor koroziyi. Zayavl. 07.11.2011. Opubl. 25.05.2012, Byul. № 10, MPK (2006.01), S23 F11/10.

7. Syza O. I., Savchenko O. M., Kvaschuk Yu. V., Shtyl N. A., Chelyabieva V. M. New Inhibitors Based on Vegetable Raw Materials and the Regularities of Their Adsorption on the Steel Surface. Materials Science. 2016. Vol. 51, № 5. P. 627-637.

Syza O. I., Savchenko O.M., Kvaschuk Yu.V., Shtyl N.A., Chelyabieva V.M. New Inhibitors Based on Vegetable Raw Materials and the Regularities of Their Adsorption on the Steel Surface. Materials Science. 2016. Vol. 51, № 5. P. 627-637.

8. Savchenko O. N., Sizaya O. I., Chelyabieva V. N., Maksimenko A. A. Plant Extracts for Inhibitory Protection of Steel. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2018. Vol. 54. № 3. P. 490-495.

Savchenko O. N., Sizaya O. I., Chelyabieva V. N., Maksimenko A. A. Plant Extracts for Inhibitory Protection of Steel. Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2018. Vol. 54. № 3. P. 490-495.

9. Чигиринец Е. Э., Липатов С. Ю. Исследование ингибирующих свойств водных экстрактов косточковых препаратов. Экотехнологии и ресурсосбережение. 2003. №6. С. 8-41.

Chyhyrnyets YE. E., Lipatov S. YU. Doslidzhennya inhibuyuchykh vlastyvostey vodnykh ekstraktiv kistochkovykh preparativ. Ekotekhnolohiyi ta resursozberezhennya. 2003. №6. С. 8-41.

10. Слободян З., Хабурский Я., Горак Ю. Экстракти дубової кори – «зелені» інгібітори корозії середньовуглецевих сталей у нейтральних та кислих середовищах. Вісник: ТНТУ. 2012. № 4 (68). С. 73-80.

Slobodyan Z., Haburskyj Ya., Gorak Yu. Ekstrakty dubovoyi kory – «zeleni» ingibitory koroziyi serednovuglecevykh stalej u nejtralnyx ta kyslyx seredovysyhax. Visnyk: TNTU. 2012. №4 (68). S. 73-80.

11. Сидоров Ю. І. Екстракція рослинної сировини. Львів: «Львівська політехніка», 2008. 336 с.

Sydorov Yu. I. Ekstrakciya roslynnoyi syrovyny. Lviv: «Lvivska politexnika», 2008. 336 s.

12. Мінаєва В. О. Хроматографічний аналіз: підручник. Черкаси: Вид. ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2013. 284 с.

Skorobahaty Ya. P. Fizyko-khimichni metody analizu. Lviv: Kameniar, 1993.

13. Mirbagheri V. S., Alizadeh E., Elahi M. Y., Bahabadi S. E. Phenolic content and antioxidant properties of seeds from different grape cultivars grown in Iran. Natural product research. 2017. Vol. 32. Is. 4. P. 425-429.

Mirbagheri V. S., Alizadeh E., Elahi M. Y., Bahabadi S. E. Phenolic content and antioxidant properties of seeds from different grape cultivars grown in Iran. Natural product research. 2017. Vol. 32. Is. 4. P. 425-429.

14. Apak R., Gorinstein S., Böhm V., Schaich K. M., Özyürek M., Güçlü K. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report) // Pure and Applied Chemistry: International Union of Pure and Applied Chemistry Journal. 2013. Vol. 85. Is. 5. P. 957-998.

Apak R., Gorinstein S., Böhm V., Schaich K. M., Özyürek M., Güçlü K. Methods of measurement and evaluation of natural antioxidant capacity/activity (IUPAC Technical Report) // Pure and Applied Chemistry: International Union of Pure and Applied Chemistry Journal. 2013. Vol. 85. Is. 5. P. 957-998.

Савченко О.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри хімії, технологій та фармації, Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка, Україна, savchenkolm68@ukr.net.

Savchenko O. M., Ph.D of Technical Sciences., docent, Docent of the Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», savchenkolm68@ukr.net.

Сиза О.І., д.т.н., професор, професор кафедри хімії, технологій та фармації, Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка, syza7@ukr.net.

Syza O.I., Sc.D in Tech., Professor, Professor of the Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», syza7@ukr.net.

Корольов О.О., к.т.н., доцент, доцент кафедри хімії, технологій та фармації, Національний університет "Чернігівський колегіум" імені Т.Г. Шевченка, a4461461@online.ua.

Korolev O.O., Ph.D of Technical Sciences., associateprofessor, associateprofessorof the Department of Chemistry, Technology and Pharmacy, T.H. Shevchenko National University «Chernihiv Colehium», a4461461@online.ua.

Богомолов О.В., д.т.н., професор, завідувач кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, oiplxv@ukr.net.

Bogomolov A. V. Sc.D in Tech., Professor, Head of Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production State Biotechnological University, oiplxv@ukr.net.

DOI 10.5281/zenodo.13321921

УДК 631.362.

СЕПАРАЦІЯ НАСІННЯ ПРОСА ЗА ДАЛЬНІСТЮ ВІДСКОКУ ПІСЛЯ УДАРУ ОБ ПОХИЛУ ВІДБИВНУ ПОВЕРХНЮ

О.О. Богомолов

Розглянуто питання можливості сепарації насіння проса за траєкторією відскоку після удару об похилу поверхню від насіння бур'янів, мишій та курячого проса. Отримані залежності швидкості руху насіння після удару від висоти падіння на ударну поверхню та критичної швидкості. Аналіз варіаційних кривих дальності відскоку після удару свідчить про те, що перекриваються вони не суттєво і є велика впрогідність можливості очищення основної культури від насіння важковідокремлюваних домішок.

Ключові слова. Насіння, пружність, просо, мишій, куряче просо, сепарація, дальність польоту, удар.

ON THE QUESTION OF SEPARATION OF MILLET SEEDS BY FLIGHT DISTANCE AFTER IMPACT ON AN INCLINED REFLECTIVE SURFACE

O. Bogomolov

The issue of the possibility of separating millet seeds from mouse and chicken millet seeds by flight distance after hitting an inclined reflective surface from mouse and chicken millet seeds was considered. The methods of separating seed mixtures from difficult-to-separate weeds, in particular, millet seeds from mouse and chicken millet, were analyzed. It is noted that millet seeds have similar characteristics of size and aerodynamic properties to the seeds of mouse and chicken millet and therefore are difficult to separate on machines with air sieve trier working bodies, which are currently produced by the industry. It was established that one of the areas of development and improvement of processes and means of separation of millet seeds from mouse and chicken millet seeds, which requires further research, is the area of separation of the mixture according to the elastic properties of its components. It is proposed to separate the mixture of millet seeds, mouse and chicken millet due to the forces of gravity and elastic components of the mixture according to the flight distance of the particles of the mixture after the impact. The obtained dependences of the speed of seed movement on the height of the fall on an inclined surface and the critical speed. The analysis of the obtained dependences shows that when the height of the seed falls on the separating impact surface up to 0.5 m, the differences in the values of the velocities of the millet during the impact do not exceed 5%, so when calculating the aerodynamic resistance of the medium to the seed, it can be neglected. It was found that at lower seed speeds during the impact, the difference in the range of speeds after the impact decreases, which is a positive factor in improving the quality of separation. The analysis of the variation curves of the flight distance after the impact indicates the possibility of cleaning millet seeds from the seeds of the mouse and chicken millet according to the flight distance after the impact on the inclined reflecting surface. Separation by flight distance of the seed mixture of millet and fillers should be carried out according to the elastic properties of technical plywood.

Keywords. *Seed, elasticity, millet, mouse, chicken millet, separation, flight range, impact.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сепарація насінневих сумішей здійснюється за різницею фізико-механічних властивостей компонентів суміші. Основними ознаками за якими здійснюють розділення сумішей є: довжина, ширина, товщина, аеродинамічні властивості, густина, коефіцієнти тертя, форма, шерехуватість, форма, колір, пружні властивості [1]. Найбільш розповсюдженими є методи сепарації за розмірами та аеродинамічними властивостями компонентів суміші [2]. Наразі, як промисловістю

України, так і всього світу випускаються машини для сепарації насіння за цими ознаками з пневмо-решітно-трієрними робочими органами, які потребують достатньо високих витрат енергії на процес сепарації [2-6]. Тому дослідження спрямовані на пошук та розробку енергозберігаючих процесів та обладнання є безперечно актуальними.

Мета досліджень. Аналіз та обґрунтування можливості очищення засміченого насіння проса від важковідокремлюваного насіння бур'янів мишію та курячого проса за дальністю відскоку після удару об похилу відбивну поверхню.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

В останні роки увага вчених все більше приділяється розвитку нового напрямку сепарації сипких сумішей у яких не витрачається енергія на процес сепарації, а саме розробці гравітаційних сепараторів насінневих сумішей. [7]. Одним з перспективних напрямів розвитку та удосконалення процесів та засобів сепарації у яких енергія не витрачається і який заслуговує особливої уваги з боку виробників є напрям ударно-гравітаційної сепарації зерна за відмінностями у пружних властивостях та дальністю відскоку частинок від пружної поверхні [8-11]

Це пояснюється тим, що пружні властивості значної кількості сільськогосподарських культур не повністю вивчені. В той же час пружні, щільні зерна це як правило зерна з високими посівними та технологічними якостями, тому що, внутрішня структура зерна менше змінюється ніж інші властивості і має високу кореляцію з посівними та технологічними якостями.

Для досліджень була прийнята суміш насіння проса з домішками бур'янів , а саме насіння мишію та курячого проса.

Сепарація сипких сумішей за пружністю на відбивних поверхнях [9,10] має в порівнянні з іншими гравітаційними способами сепарації на похилих поверхнях, наприклад фрикційних площинах [2], або поділ у гвинтовому каналі [1,7] декілька переваг:

- контакт насіння із поверхнею проводиться при приблизно рівних швидкостях і кутах між векторами швидкості і нормаллю до самої поверхні, що забезпечує рівні умови для усієї суміші;
- область зустрічних потоків насіння мінімальна за рахунок чого знижується ймовірність порушення процесу сепарації через взаємні зіткнення частинок між собою;
- рух насіння до і після удару вільний і більше сприяє сепарації тільки за пружними властивостями, а фрикційний вплив робочої поверхні немає істотного значення при очищенні високопружного насіння.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процес сепарації на відбивній поверхні розділяють на три стадії:

- отримання початкової швидкості насіння до моменту удару;
- удар насіння об відбивну поверхню, при якому відбувається зміна напрямку та швидкості руху;
- рух насіння до моменту поділу за дальністю відскоку від місця удару.

Схема сепарації насіння за пружними властивостями (рис.1) набула найбільше поширення. За цією схемою швидкість насіння до моменту удару досягається при падінні їх з певної висоти H . Поверхня 1 встановлюється під кутом α до горизонту, при якому забезпечується максимальна дальність відскоку. Цей кут дорівнює $22^\circ 30'$ [11]. Після удару частинки рухаються по параболічних траєкторіях без урахування опору повітря. Більш пружні насіння відскакують на більшу відстань і мають більш продовговату траєкторію руху. Чим більше різниця в дальності відскоку $\Delta L = L_1 - L_2$ пружного (L_1) і не пружного (L_2) зерна, тим вище ефективність його сепарації.

Тобто підвищення ефективності очищення насіння за пружністю визначається умовами, при яких різниця дальності відскоку насіння та засмічувачів максимальна.

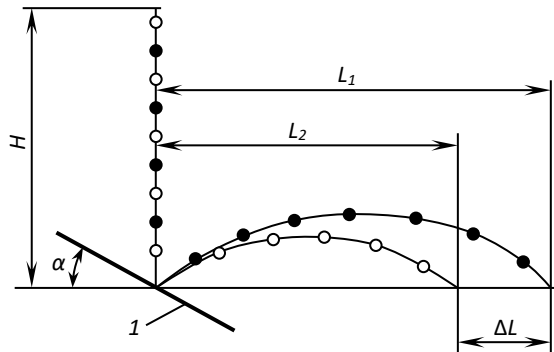


Рис. 1. Схема визначення дальності відскоку насіння після удару об робочу поверхню

1 – відбивна поверхня;

●○ насіння суміш; ● пружна компонента; ○ непружна компонента

Швидкість поступального руху насіння до моменту удару залежить від висоти падіння насіння – H , і від аеродинамічного опору середовища, у якому воно рухається, у нашому випадку повітря.

Величина сили опору повітря R може бути знайдена за формулою Ньютона:

$$R = kpS(V - V_B)^2, \quad (1)$$

де R – сила опору повітря, n

k – коефіцієнт опору повітря;

p – щільність повітря, $кг/м^3$;

S – площа проекції на площину, перпендикулярна напрямку повітряного потоку (міделевий перетин), $м^2$;

V – швидкість руху насіння, $м/с$;

V_B – швидкість повітря потоку, $м/с$.

Коефіцієнт опору повітря може бути виражений через критичну швидкість насіння $V_{кр}$:

$$K = \frac{mg}{pSv_{кр}^2}, \quad (2)$$

де m – маса насіння, $кг$;

g – прискорення вільного падіння, $м/с^2$;

$V_{кр}$ – критична швидкість насіння, $м/с$.

Величина критичної швидкості насіння може бути знайдена експериментально на вітрильному класифікаторі. Для насіння проса критична швидкість перебуває в інтервалі 4,5...9,0 $м/с$; для насіння бур'янів 2,5...7,0 $м/с$.

При падінні насіння у нерухливому повітряному середовищі $V_B=0$, тоді сила опору повітря для насіння визначається з вираження:

$$R = \frac{mgv^2}{v_{кр}^2}, \quad (3)$$

Диференціальне рівняння руху насіння при його падінні з деякої висоти на відбивну поверхню має вигляд:

$$m \frac{dv}{dt} = mg - R = mg \left(\frac{v_{кр}^2 - v^2}{v_{кр}^2} \right). \quad (4)$$

З рівняння (4), після інтегрування та перетворень, одержуємо вираження для швидкості насіння V_1 до моменту удару, як функції висоти падіння H і критичної швидкості $V_{кр}$:

$$V_1 = V_{кр} \sqrt{1 - e^{-2gH/V_{кр}^2}}, \quad (5)$$

де e – основа натурального логарифма.

При розрахунках по формулі (5), одержуємо графіки залежності швидкості насіння до моменту удару від висоти падіння при різних рівнях критичної швидкості насіння (рис. 2). Тут же наведений графік залежності V_1 від H при падінні в безповітряному середовищі, обчислений по формулі Галілея: $V_1 = \sqrt{2gH}$.

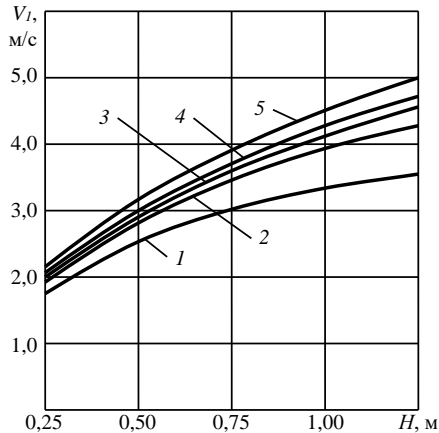


Рис. 2. Залежність швидкості руху насіння V_I від висоти падіння H і критичної швидкості $V_{кр}$: 1 – $V_{кр}=4,0$ м/с; 2 – $V_{кр}=6,0$ м/с; 3 – $V_{кр}=8,0$ м/с; 4 – $V_{кр}=10,0$ м/с; 5 – $V_I = \sqrt{2gH}$

Аналіз отриманих залежностей (рис.2) показує, що, при висотах падіння до 0,5 м відмінності у величинах швидкостей насіння проса до моменту удару не перевищують 5% і, отже, аеродинамічним опором середовища можна зневажити. З графіків видно, що зниження швидкості насіння під час удару сприяє зменшенню дальності їх польоту після удару і є позитивним чинником, бо має менший діапазон розбіжностей швидкості.

При подачі насінної суміші безперервним потоком виникає супутній рух прикордонних шарів повітря. У цьому випадку значення аеродинамічного опору повітря, як фактор, що сприяє поділу суміші, зменшується.

Для встановлення можливості якісної сепарації насіння проса від насіння бур'янів були виконані експериментальні дослідження з визначення дальності відскоку насіння проса та зазначених бур'янів після удару об похилу відбивну поверхню. Приймачі продуктів встановлювались в проміжку між відстанями L_1 та L_2 . Висота з якої падали частинки дорівнювала 0,3 м. При такій висоті пружні властивості насіння проявляються повністю, що доведено в [11].

Однак при сепарації насіння на відбивних сепараторах з багатократним ударом для збільшення кількості ударів, висоту в 0,1 м обирати не доцільно з-за малої дальності польоту після удару і зменшенні при цьому кількості ударів об відбивні поверхні. Більшу висоту скидання ніж 0,3м обирати недоцільно з точки зору зайвих

енерговитрат на підйом вихідної суміші до живильника. Графіки дальності відскоку представлено на рис. 3 та 4.

Після аналізу варіаційних кривих проса та бур'янів можна говорити про можливість сепарації насіння проса за дальністю відскоку, але з втратами основної культури у відході. Насіння курячого проса має більшу мінливість в дальності відскоку але менші перекриття кривих з насінням проса, тому результати сепарації проса від курячого проса будуть кращими.

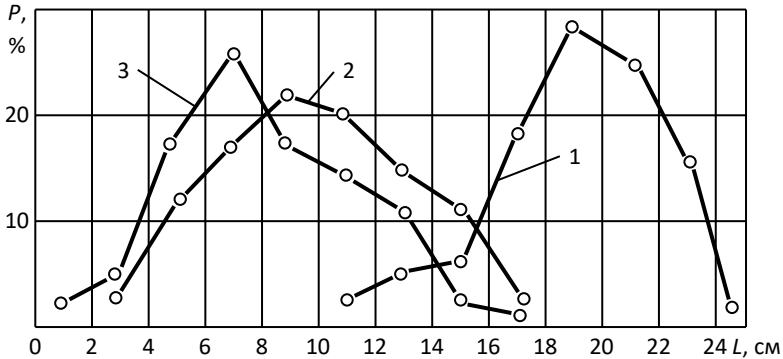


Рис. 3. Графіки дальності відскоку насіння проса та засмічувачів після удару по фанері технічній: 1 – просо; 2 – мишій; 3 – куряче просо

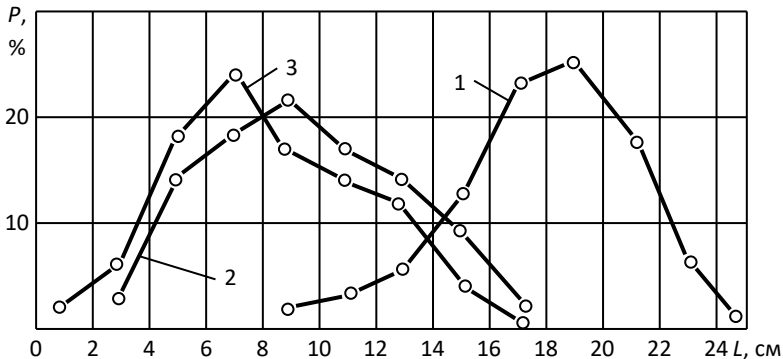


Рис. 4. Графіки дальності відскоку насіння проса та засмічувачів після удару по сталі: 1 – просо; 2 – мишій; 3 – куряче просо

В дійсності насіння проса засмічується обома і більше видами засмічувачів, тому для сепарації таких сумішей потрібно використовувати гравітаційні сепаратори з багатократним ударом, що підтверджено багатьма дослідженнями під час сепарації інших

культур [11]. Як видно з рис. 3 та 4. дещо більші розбіжності в дальності відскоку проса та засмічувачів отримані після удару насіння проса та засмічувачів по фанері технічній, тому що перекриття варіаційних кривих менші.

Висновки. Результати проведених досліджень дальності відскоку насіння проса та засмічувачів після удару об похилу відбивну поверхню показують, що можна очистити насіння проса від насіння мишію та курячого проса за рахунок розбіжностей у пружних властивостях компонентів суміші та ударних взаємодій зерна з похилою поверхнею після удару.

Список джерел інформації/Referenses

1. Машини і обладнання для зберігання та комплексної обробки зерна /А.С. Кобец, Ю.О. Чурсінов, С.А. Черних та ін.- Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2014.-614с.

Mashyny i obladnannia dlia zberihannia ta kompleksnoi obrobky zerna /A.S. Kobets, Yu.O. Chursinov, S.A. Chernykh ta in.- Dnipropetrovsk: DDAEU, 2014.-614s.

2. Наукові основи ошадливої підготовки насіння з поліпшеним біологічним потенціалом: монографія/Бредихін В.В., Богомолов О.В., Сліпченко М.В., та ін.-Харків: Діса+, 2023-408с.

Naukovi osnovy oshchadlyvoi pidgotovky nasinnia z polipshenym biolohichnym potentsialom: monohrafiia/Bredykhin V.V., Bohomolov O.V., Slipchenko M.V., ta in.-Kharkiv: Disa+, 2023-408s.

3. Gheorghe Voicu, Tudor Casandroi, Constantin Tarcolea. (2008). Testing Stochastic Models for Simulating the Seeds Separation Process on the Sieves of a Cleaning System, and a Comparison with Experimental Data. Agric. conspec. sci. Vol. 73. No. 2. P. 95-101.

Gheorghe Voicu, Tudor Casandroi, Constantin Tarcolea. (2008). Testing Stochastic Models for Simulating the Seeds Separation Process on the Sieves of a Cleaning System, and a Comparison with Experimental Data. Agric. conspec. sci. Vol. 73. No. 2. P. 95-101.

4. Богомолов О.В. До розробки алгоритму аналізу та сепарації зернових сумішей / О.В. Богомолов, В.М. Кісь, І.М. Лук'янов, В.В. Акішнін, О.О. Богомолов // Вісник ХНТУСГ. – Харків, 2019. – С. 60–66.

Bohomolov O.V. Do rozrobky alhorytmu analizu ta separatsii zernovykh sumishei / O.V. Bohomolov, V.M. Kis, I.M. Lukianov, V.V. Akinshyn, O.O. Bohomolov // Visnyk KhNTUSH. – Kharkiv, 2019. – S. 60–66.

5. Panasiewicz M. The technique and analysis of the process of separation and cleaning grain materials / M. Panasiewicz, P. Sobczak, J. Mazur, K. Zawislak, D. Andrejko// Journal of Food Engineering, 2012.-P. 603-608.

Panasiewicz M. The technique and analysis of the process of separation and cleaning grain materials / M. Panasiewicz, P. Sobczak, J. Mazur, K. Zawislak, D. Andrejko// Journal of Food Engineering, 2012.-P. 603-608.

6. Ghosh Tathagata. (2013). Modeling of an air-based density separator. Theses and Dissertations Mining Engineering. University of Kentucky UKnowledge. 139 p.

Ghosh Tathagata. (2013). Modeling of an air-based density separator. Theses and Dissertations Mining Engineering. University of Kentucky UKnowledge. 139 p.

7. Шелест А.Г. Сепарування зернових мас із використанням сил гравітації/ А.Г. Шелест, Т.П. Чернишук, В.С. Кошулько // Ж. Хранение и переработка зерна, 2017. – №11. – С.47–49.

Shelest A.H. Separuvannia zernovykh mas iz vykorystanniam syl hravitatsii / A.H. Shelest, T.P. Chernyshuk, V.S. Koshulko // Zh. Khranenyu y prererobotka zerna, 2017. – №11. – С.47–49.

8. Брагінець М.В. Питання розвитку зернопереробної галузі агропромислового комплексу України /М.В.Брагінець, О.О. Богомолов // Інженерія переробних і харчових виробництв: Вісник ХНТУСГ, м. Харків. 2016. – Вип. № 2. – С. 8–11.

Brahinets M.V. Pytannia rozvytku zernopererobnoi haluzi ahropromyslovoho kompleksu Ukrainy /M.V.Brahinets, O.O. Bohomolov // Inzheneriia pererobnykh i kharchovykh vyrobnytstv: Visnyk KhNTUSH, m. Kharkiv. 2016. – Vyp. № 2. – S. 8–11.

9. Брагінець М.В. Аналіз конструкцій сепараторів для сепарації важкороздільних зернових сумішей / М.В.Брагінець, О.О. Богомолов // Інженерія переробних і харчових виробництв: Вісник ХНТУСГ, м. Харків. 2016. – Вип. № 2. – С. 47–51.

Brahinets M.V. Analiz konstruksii separatoriv dlia separatsii vazhkorozdilnykh zernovykh sumishei / M.V.Brahinets, O.O. Bohomolov // Inzheneriia pererobnykh i kharchovykh vyrobnytstv: Visnyk KhNTUSH, m. Kharkiv. 2016. – Vyp. № 2. – S. 47–51.

10. Багаторусний ударний сепаратор: Патент на корисну модель №62244, Україна, МКВ В07В13/00, Богомолов О.В., Богомолова В.П. №201014867. Опубл.25.08.2011. бюл. №16.-4с.

Bahatoiarusnyi udarnyi separator: Patent na korysnu model №62244, Ukraina, MKV V07V13/00, Bohomolov O.V., Bohomolova V.P. №201014867. Opubl.25.08.2011. biul. №16.-4s.

11. Богомолов А.В. Сепарация трудноразделимых сыпучих смесей / А.В. Богомолов.– Харьков: ХНТУСГ, 2013. – 308 с.

Bohomolov A.V. Separatsiya trudnorazdelymykh syrchykh smesei / A.V. Bohomolov.– Kharkov: KhNTUSH, 2013. – 308 s.

Богомолов Олександр Олексійович, аспірант кафедри Обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв ДБТУ, e-mail bogomolov25@gmail.com

Bohomolov Oleksandr Oleksiyovych, graduate student of the department of equipment and engineering of processing and food industries, DBTU, e-mail bogomolov25@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.13322004

УДК 631.362

ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПРОЦЕСІВ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНОВИХ СУМІШЕЙ

**О.В. Богомолов, В.М. Михайлов, О.І. Завгородній, П.В. Гурський,
О.О. Богомолов, Е.М. Науменко, Є.В. Бойко**

Розглянуті питання енергозбереження в переробній галузі при сепарації зернових сумішей. Наведено результати сепарації насіння проса засміченістю 6,2% насінням мишію та курячого проса, та результати сепарації насіння гороху засміченістю 5,9% його половинками. Встановлено, що за один пропуск сумішей можна отримати 81,6% насіння проса та 89,2% насіння гороху 1-го класу без витрат енергії на процес сепарації.

Ключові слова: зерно, процес, сепарація, енергоємність, обладнання.

WAYS OF REDUCING THE ENERGY CONSUMPTION OF GRAIN MIXTURE SEPARATION PROCESSES

**O. Bogomolov, V. Mykhailov, O. Zavorodniy, P. Gurskyi,
O. Bogomolov, E. Naumenko, E. Boyko**

Abstract. *Ways to increase the energy efficiency of agricultural equipment in relation to processing and food industries are considered, in particular due to excessive and unjustified consumption of electricity during the separation of grain mixtures. It has been proven that cleaning grain from impurities improves storage conditions, reduces transportation costs, reduces grain contamination by pests, and improves the quality of food raw materials used for production. The problem of separation of grain mixtures on modern grain cleaning machines is analyzed from the point of view of their energy efficiency. The choice of methods with minimum consumption of electrical energy for the process of grain separation is offered, which is guaranteed by the differences in the basic physical and mechanical properties of the grain material. The energy efficiency of the use of grain cleaning machines, which ensure the process of dividing the grain mass into fractions according to the set of physical and mechanical properties relative to one working body, is substantiated. Ways of reducing the energy consumption for the separation of grain mixtures to a minimum are proposed. An algorithm for the separation of grain mixtures, taking into account the minimization of energy consumption on modern grain cleaning machines, and an algorithm for the separation of hard-to-separate grain mixtures, using the equipment developed by the authors, have been developed. It is shown that with the help of gravitational shock separators developed by the authors for separating grain mixtures according to their elastic properties, it is possible to clean the seeds of many agricultural crops from weeds and impurities that are difficult to separate. The results of the separation of millet seeds with 6.2% contamination by mouse and chicken millet*

seeds, and the results of the separation of pea seeds with 5.9% contamination with its halves are given. It was established that 81.6% of millet seeds and 89.2% of pea seeds of the 1st class can be obtained in one pass of the mixtures without spending energy on the separation process.

Key words: *grain, process, separation, energy intensity, equipment.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Необґрунтоване і часто невиправдано надмірне споживання електроенергії під час виробничого процесу спричиняє погіршення екологічної безпеки населення внаслідок інтенсивного використання водних і земельних ресурсів і призводить до забруднення атмосфери.

На процеси виробництва та переробки сільськогосподарської продукції споживається значна кількість енергії, яка, в першу чергу, найбільше використовується під час сушіння зернової продукції. Наступними за споживанням енергії є процеси сепарації зернового матеріалу під час його сортування та видалення домішок сміттєвих культур. Наукові дослідження багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених присвячені енергоефективності процесів переробки і зберігання зернових культур. Однак більшість з них були в основному спрямовані на розгляд питань зменшення енерговитрат лише під час сушіння і подрібнення зерна, а окремі з них на переміщення потоків повітря під час зберігання зернової маси.

Протягом тривалого часу в Україні пріоритетним напрямком наукових досліджень було підвищення продуктивності та якості сепарації зернових культур не зважаючи на питомі витрати енергії на ці процеси. Наукові дослідження енерговитратності обладнання і процесів для сепарації зернових культур практично не проводилися, шляхи зниження енергоемності процесів сепарації зерна не розглядалися, тому ці завдання на сьогодні є безумовно важливими і актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В пріоритетах реалізації політики енергозбереження в Україні безсумнівно одним з напрямків наукових досліджень є зниження енергоемності в сільському господарстві [1]. Найбільш успішно це завдання може бути реалізовано в переробній галузі, а саме при переробці і зберіганні зерна.

Завжди серед вітчизняних і зарубіжних вчених велике значення і важливість мали дослідження процесів переробки і зберігання зернової продукції, що є основою зміцнення продовольчої безпеки будь-якої країни. Значна кількість наукових досліджень була спрямована на удосконалення процесів переробки зернових культур, удосконалення конструкцій машин з підвищенням їх продуктивності без аналізу енергоефективності та шляхів зменшення їх енергоемності. Тобто, зважаючи на концептуальний підхід щодо максимального підвищення

продуктивності машин, зниженню енерговитратності процесів сепарації зернових сумішей з боку науковців приділялось недостатньо уваги

Тому останнім часом особливого значення набувають наукові дослідження енергоефективності процесів переробки і зберігання зернової продукції, зокрема під час її сушіння, зберігання та здрібнення [2-10]. Заслужують на увагу наукові дослідження зниження енерговитратності процесів переробки зернових культур в роботах авторів [11-13] та зниження енергоємності процесів сепарації в роботах авторів [14-20]. Зважаючи на важливість для промисловості України аналіз та шляхи зниження енергоємності процесів сепарації зернових сумішей нині є особливо актуальним завданням.

Метою статті є розробка алгоритмів сепарації звичайних і важкороздільних зернових сумішей з діапазонами енерговитрат на основі аналізу енергоємності процесу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Природно-кліматичні умови, науково-технічний потенціал та працьовиті і відповідальні фахівці агропромислової сфери забезпечили Україні провідну світову роль у виробництві зернових, зернобобових і круп'яних культур. В переробній і харчовій промисловості широкого використання набули такі зернові культури, як горох, просо, ріпак, гірчиця, нут, коноплі, що останнім часом мають значне поширення в якості посівних культур агропромислового комплексу.

Післязбиральний стан зерна навіть після попереднього очищення містить певну частку органічних і мінеральних домішок, насіння бур'янів і зернин інших культур, дрібних, дефектних або пошкоджених зернин основної культури, що призводить до погіршення якості основної зернової культури, тому однією з ключових умов забезпечення кількісно-якісного зберігання зерна є його своєчасна сепарація, тобто видалення цих шкідливих включень з метою очищення основної зернової культури. Очищення основної зернової культури від домішок сприяє підвищенню якості зернового матеріалу, покращує умови і збільшує тривалість її зберігання, зменшує її зараженість шкідниками, знижує вартість перевезення, створює сприятливі умови для сушіння, забезпечує необхідну якість борошна і крупи через відсутність насіння бур'янів.

Сепарація зернових сумішей ґрунтується на принципах відмінності часток суміші за фізико-механічними властивостями. Основними фізико-механічними властивостями зернових сумішей є: довжина, ширина, товщина, форма, аеродинамічні властивості, пружність, щільність, коефіцієнт тертя, шорсткість, колір,

електрофізичні властивості. Під час вибору способу сепарації насамперед враховуються ознаки зернової суміші, які забезпечують максимально повне розділення вихідної суміші на фракції, що мають певні задані показники якості.

За ознаками, які враховуються в конструкціях зерноочисних машин, можна виділити три основні групи зернових сепараторів.

До першої групи відносяться сепаратори, в конструктивних елементах яких використовують одну або дві ознаки поділу зернового матеріалу на одному робочому органі. Це сепаратори з робочими органами решетами з круглими отворами, що розділяють зернові суміші за однією ознакою – шириною; решетами з трикутними отворами, що розділяють зернові суміші за двома ознаками – формою і шириною.

До другої групи відносяться зернові сепаратори, конструкції яких дозволяють послідовно розділяти зернові суміші за трьома і більше ознаками. Це сепаратори повітряно-решітно-трієрні. Процес сепарації зернових сумішей на таких сепараторах, що використовують ознаки послідовного поділу, називають процесом за комплексом фізико-механічних властивостей.

В третю групу входять зернові сепаратори, конструкція яких дозволяє одночасно використовувати комбінацію властивостей на одному робочому органі. Це вібраційні сепаратори з фрикційними неперфорованими поверхнями, падді-машини та інші. Процес поділу на цих сепараторах називають сепарацією за сукупністю фізико-механічних властивостей.

Зазвичай агропромислові підприємства використовують сепаратори усіх трьох груп для очищення зернових сумішей. Більшість зерноочисних машин, що випускаються промисловістю, в залежності від призначення традиційно мають пневмо-решітно-трієрні робочі органи, або один з них, або їх комбінацію.

Суміші, компоненти яких мають розбіжності в розмірах та аеродинамічних властивостях, можна назвати звичайними або традиційними. Для сепарації таких сумішей застосовують, як правило, зерноочисні машини з пневмо-решітно-трієрними робочими органами.

Поділ сумішей, компоненти яких мають близькі характеристики розмірів та аеродинамічних властивостей, на машинах з пневмо-решітно-трієрними робочими органами виконати практично неможливо, тому такі суміші називають важкороздільними. Для поділу на фракції важкороздільних зернових сумішей використовуються сепаратори, що розділяють за такою сукупністю фізико-механічних властивостей, як форма зерна, питома вага, шорсткість, колір, фрикційні і пружні властивості. Але при поділі за щільністю, шорсткістю і

кольором сукупність ознак не використовується. Однак, варто зазначити, що нині ще не всі фізико-механічні властивості компонентів зернових сумішей досліджені і повною мірою розкриті науковцями.

Протягом тривалого часу дослідження енерговитрат на процес сепарації не проводилися через незначну масу зернового матеріалу, який знаходиться в робочому органі зерноочисної машини, відносно маси самого робочого органу, зважаючи на те, що основні витрати енергії спрямовані на приведення його в рухومی стан.

Останнім часом важливим напрямком досліджень вчених, щодо сепарації зерна є зниження енерговитрат на процес поділу зернових сумішей на фракції. Одним із можливих шляхів зниження енергоємності процесу розглядалась і аналізувалася доцільність застосування коливання зерна на нерухомих решетах за рахунок пульсуючого повітряного потоку замість коливання самих решіт сепаратора. Така ідея безперечно заслуговує на увагу, але дослідження у цьому напрямку поки що не проводилися. Крім того, для створення пульсуючого повітряного потоку також необхідні витрати енергії, які можуть бути співставні з витратами на коливальних решетах. Можливо коливання зерна на нерухомих решетах за рахунок його підкидання на решетах не пульсуючим повітряним потоком а, наприклад, за допомогою електростатичного поля і дозволить зменшити енерговитрати на процес сепарації, але для того щоб ця ідея мала практичне застосування також необхідно провести комплекс відповідних досліджень.

Деякими вченими розглядалася перспектива зниження енерговитрат на процес сепарації зерна із застосуванням резонансу. Однак цей метод поки не застосовується для розробки конструкцій зерноочисних машин внаслідок розбіжності режимів робочих органів, що забезпечують якісне очищення зерна та резонансних режимів.

На основі системного підходу нами було проаналізовано такі характеристики сучасних зерноочисних машин, як продуктивність, потужність приводу та питомі витрати енергії. Встановлено, що у більшості сучасних зерноочисних машин енергоємність знаходиться в межах від 0,1 до 0,3 кВт год/т. Найбільшою вона є у спеціальних зерноочисних машин – від 0,3 до 3,5 кВт·год/т., призначених, як правило для сепарації важкороздільних зернових сумішей. Тобто існує зерноочисне обладнання має досить високу енергоємність. У середньому вона становить приблизно 0,5 кВт·год/т. При виробництві зерна тільки на попереднє та первинне очищення за останні роки в Україні витрати електроенергії становлять не менше 100 млн. кВт·год.

Для сепарації важкороздільних зернових сумішей особливо

високу енергоємність мають машини спеціального призначення. У багатьох випадках через брак коштів для придбання спеціальних машин, при сепарації важкороздільних зернових сумішей на виробництві використовують багаторазові перепуски сумішей через робочі органи існуючих машин, з пневмо-решітно-трієрними робочими органами, якими забезпечені практично всі агропідприємства. Це призводить не тільки до збільшення енергоємності, але й до зниження якості зерна та втрат зерна у відході.

Якими ж повинні бути напрями зниження енерговитрат на процеси сепарації зернових сумішей?

На основі результатів комплексу досліджень по розділенню зернових сумішей на сепараторах з різними діапазонами енерговитрат нами розроблено алгоритм сепарації зернових сумішей (рис.1), компоненти яких мають розбіжності в розмірах, аеродинамічних властивостях і щільності компонентів суміші та алгоритм сепарації важкороздільних зернових сумішей (рис.2), компоненти яких мають розбіжності в пружних і аеродинамічних властивостях, формах і коефіцієнтах тертя.

На наш погляд, під час вибору способу сепарації насамперед варто застосовувати ознаки, які забезпечують максимально повне розділення зернової суміші, одночасно враховуючи кореляцію ознак та енергоємність процесу. Застосування кореляційних ознак для поділу за товщиною або шириною зерна можливе, наприклад, під час вибору першого решета сепаратора. Однак, ми вважаємо, що для мінімізації енерговитрат на процес розділення сепарацію зернової суміші варто здійснювати у такій послідовності: починати поділ треба за розмірами з використання решіт з продовгуватими отворами, тобто за товщиною зерна, потім з використанням решіт з круглими отворами, тобто з шириною зерна. Це пояснюється тим, що інтенсивність коливання решітного стану з продовгуватими отворами решіт нижча ніж решіт з круглими отворами, тому що для проходження зернової частки крізь продовгуватий отвір їй достатньо перевернутися на бік. Тобто у цьому випадку зерно потрібно підкидати на половину його ширини, а у випадку з круглими решетами підкидати на половину його довжини. А отже на цей процес буде витрачатися більше енергії. Крім того потім сепарацію за шириною необхідно проводити одночасно із сепарацією за аеродинамічними властивостями на комбінованих машинах. Після чого проводять сепарацію за довжиною на трієрах, а потім за аеродинамічними властивостями та щільністю на каменевідбірних машинах та пневматичних сортувальних столах.

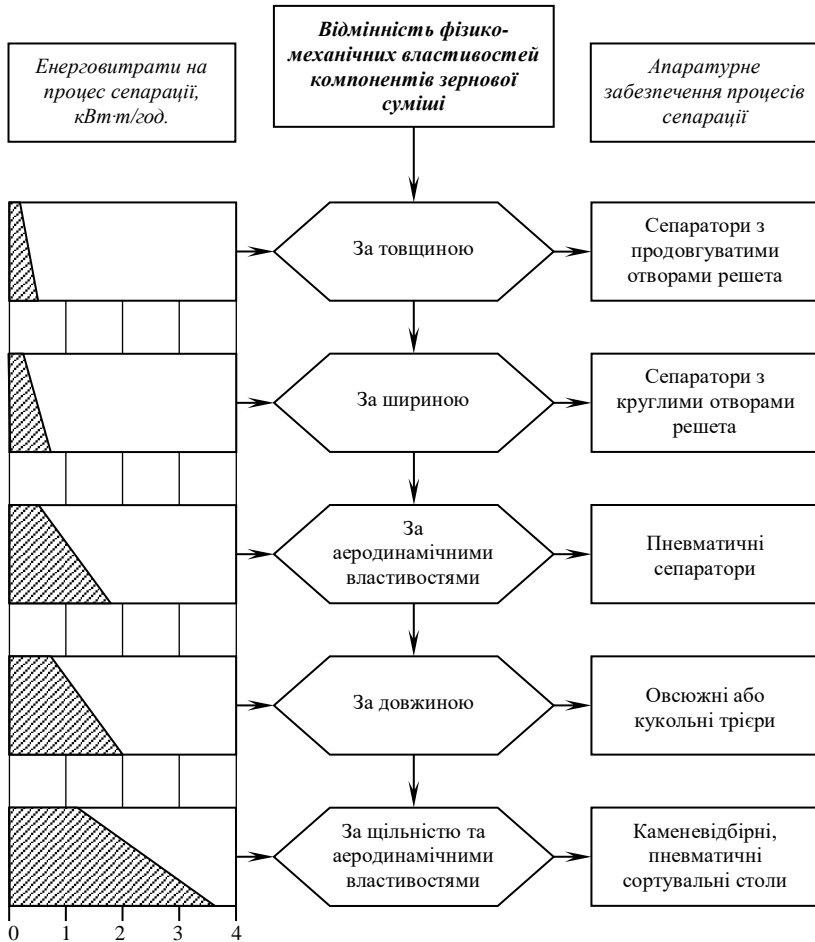


Рис. 1. Схема алгоритму сепарації зернових сумішей традиційними засобами з діапазонами енерговитрат на процес сепарації

Для алгоритму сепарації важкороздільних зернових сумішей (рис.2) пропонується використовувати сепаратори розроблені за участі авторів цієї статті.

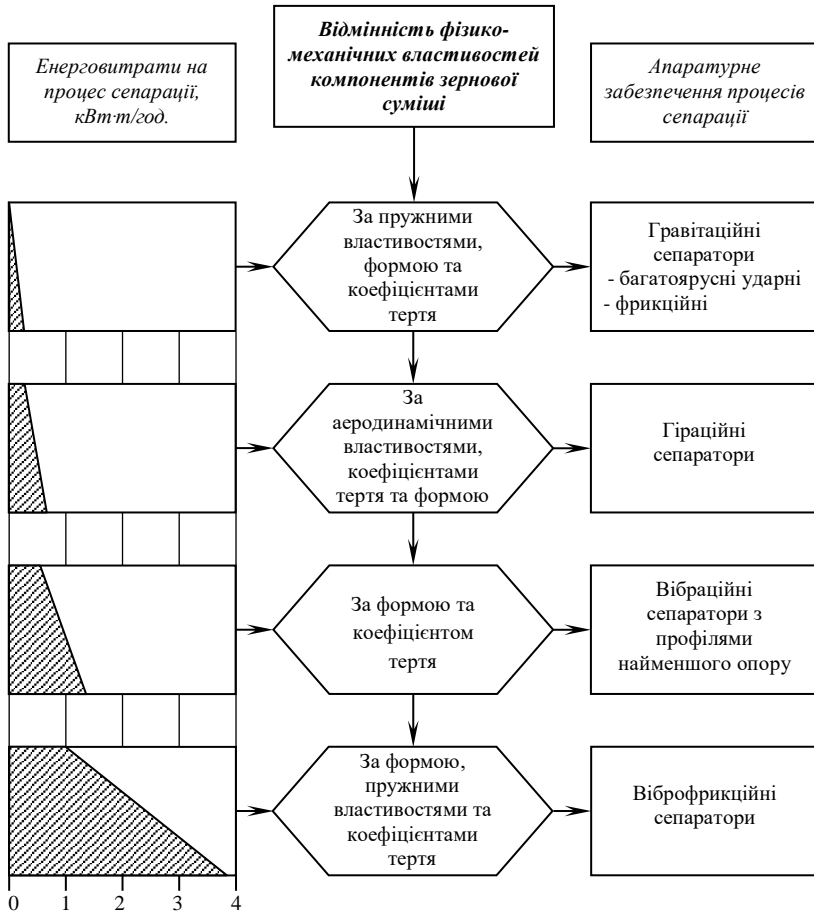


Рис. 2. Схема алгоритму сепарації важкороздільних зернових сумішей з діапазонами енерговитрат на процес сепарації

Енергоємність процесів сепарації на деяких з них наближається до нуля, це гравітаційні фрикційні та ударні сепаратори. Якщо, наприклад, завантаження в бункер такого сепаратора здійснювати вручну, а при сепарації насіння деяких овочевих культур, лікарських, квіткових рослин об'єми купи незначні, на практиці це так і відбувається, то витрати електроенергії дійсно нульові. Сепарацію важкороздільних зернових сумішей теж, як правило, здійснюють спочатку за першим алгоритмом, для видалення легких, малих та великих домішок, якщо такі є в суміші, а вони зазвичай є. Потім для

видалення вже важковіддільних домішок, з огляду на мінімізацію витрат енергії на процес сепарації, сепарацію слід здійснювати на гравітаційних фрикційних сепараторах за формою та коефіцієнтами тертя, або гравітаційних ударних сепараторах за пружними властивостями, формою та коефіцієнтом тертя.

Потім поділ на гіраційних сепараторах за аеродинамічними властивостями, розмірами, коефіцієнтами тертя та формою. Після цього поділ на вібраційних сепараторах з профілями найменшого опору за формою та коефіцієнтами тертя і на останок на віброфрикційних сепараторах за пружними властивостями, коефіцієнтами тертя та формою.

На наш погляд ці алгоритми слід використовувати після проведення повного аналізу вихідної суміші на засміченість та враховувати вимоги до якості кінцевого продукту.

На особливе місце в ряду обладнання для сепарації сипких сумішей можна поставити сепаратори, що здійснюють сепарацію за кольором частинок сумішей. Ці сепаратори нещодавно з'явились в продажу на промисловому ринку України, вартість їх на порядок вища ніж традиційних сепараторів, обслуговування дуже складне, але за якістю сепарації зарекомендували вони себе добре. Можна їх включити в кінець другого алгоритму, але, на наш погляд, питання використання сепараторів за кольором частинок заслуговує окремого дослідження, очевидно розвиток їх буде відбуватися так стрімко, що знадобиться розробка спеціального алгоритму для сепарації сумішей за кольором.

На даний час, найбільш ефективно очищення зерна від важко відокремлюваних домішок здійснюється на розроблених за участю авторів гравітаційних багатоярусних ударних сепараторах, в яких енергія на процес сепарації зовсім не витрачається. Рух суміші в робочому органі сепаратора здійснюється за рахунок сили тяжіння та пружних властивостей зерна.[21].

Розроблений сепаратор ефективно застосовувати для очищення насіння дрібнонасінневих культур, таких як ріпак, гірчиця, просо, коноплі, овочеві, трави лікарські рослини тощо. У деяких випадках його ефективно використовувати навіть для сепарації відходів у яких важко відокремлюваних домішок більше 50%.

На рис. 3 і 4 в якості прикладу наведені результати сепарації на розробленому багатоярусному ударному сепараторі насіння проса засміченістю 6,2% насіннями мишію та курячого проса та результати сепарації насіння гороху засміченістю – 5,9% половинками гороху.

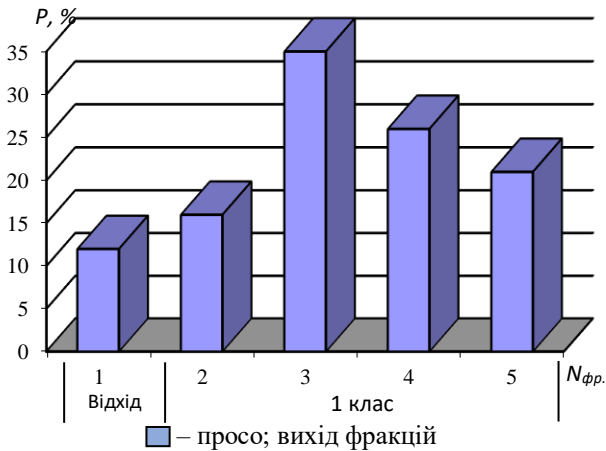


Рис. 3. Результати сепарації насіння проса на багатоярусному ударному сепараторі: засміченість суміші – 6,2%

З аналізу рис. 3 видно, що після сепарації зерна проса можна отримати 89,2% насіння 1-го класу, якщо об'єднати останні чотири фракції, при цьому у відходи піде 11,8% це перша фракція

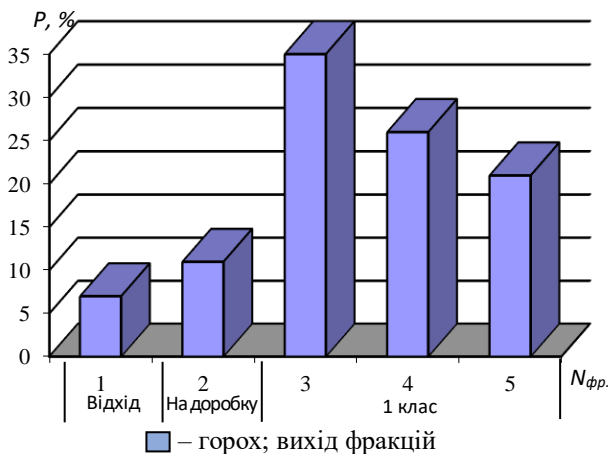


Рис. 4. Результати сепарації насіння гороху на багатоярусному ударному сепараторі: засміченість суміші – 5,9%

Як видно із рис. 4, якщо змішати останні три фракції насіння відсепарованого на багатоярусному ударному сепараторі можна отримати до 79,6% очищеного насіння гороху 1-го класу, перша фракція

7,0% піде у відходи, другу фракцію 11,4% можна направити на повторне доочищення, майже половина цієї фракції 47% половинки гороху, цю фракцію можна використовувати для переробки в крупу.

Висновки.

Отже на основі результатів комплексу досліджень розроблено алгоритми мінімізації енерговитрат під час сепарації традиційних зернових сумішей, компоненти яких мають розбіжності в розмірах, аеродинамічних властивостях та щільності і важкороздільних зернових сумішей, компоненти яких мають розбіжності в пружних і аеродинамічних властивостях, формах та коефіцієнтах тертя.

Наведено результати сепарації на розробленому багатоярусному ударному сепараторі насіння проса засміченістю 6,2%. Показано, що за один пропуск суміші можна отримати 89,2% насіння 1-го класу. За результатами сепарації насіння гороху встановлено, що за один пропуск зернової суміші можна отримати 79,6% насіння 1-го класу.

Список джерел інформації /References.

1. Матвийчук Н.М. Приоритеты реализации политики энергосбережения в Украине. *ECONOMICS AND MANAGEMENT. Juvenis scientia* 2016 № 1 Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки. Луцк.

Matvyichuk N.M. Pryorytety realizatsyy polityky enerhosberezheniya v Ukrainе. *ECONOMICS AND MANAGEMENT. Juvenis scientia* 2016 № 1 Vostochnoevropeiskiy natsyonalnyy unyversytet imeny Lesy Ukrainky. Lutsk.

2. Атаназевич. В. Енергоекономна все таки схема сушіння зерна вдень та охолодження вночі. *Зерно і хліб*. 2006. №1. - с.54.

Atanazevych. V. Enerhoekonomna vse taky skhema sushinnia zerna vden ta okholodzhennia vnochi. *Zerno i khlib*. 2006. №1. - s.54.

3. Бурдо. О. Проаналізуємо питомі витрати і невинправдані втрати тепла при сушінні збіжжя. *Зерно і хліб*. 2006. №1. - с.52 - 54.

Burdo. O. Proanalizuiemo pytomi vytraty i nevypravdani vtraty tepla pry sushinni zbizhzhia. *Zerno i khlib*. 2006. №1. - s.52 - 54.

4. Shevchenko, I. A., Aliev, E. B. (2018).Study of the process of calibration confectionery sunflower seeds. *Food Science and Technology*. Volume 12 Issue 4. P. 135-142.

Shevchenko, I. A., Aliev, E. B. (2018).Study of the process of calibration confectionery sunflower seeds. *Food Science and Technology*. Volume 12 Issue 4. P. 135-142.

5. Panasiewicz M. The technique and analysis of the process of separation and cleaning grain materials / M. Panasiewicz, P. Sobczak, J. Mazur, K. Zawislak, D. Andrejko// *Journal of Food Engineering*, 2012.-P. 603-608.

Panasiewicz M. The technique and analysis of the process of separation and cleaning grain materials / M. Panasiewicz, P. Sobczak, J. Mazur, K. Zawislak, D. Andrejko// *Journal of Food Engineering*, 2012.-P. 603-608.

6. Gunaji Ashok Sawant, V. Murali Mohan, Sandip Ashok Savant.(2016). Study and Analysis of Deck inclination angle on Efficiency of Vibration Screen. International Journal of Engineering Development and Research. Volume 4. Issue 1. P. 631-635.

Gunaji Ashok Sawant, V. Murali Mohan, Sandip Ashok Savant.(2016). Study and Analysis of Deck inclination angle on Efficiency of Vibration Screen. International Journal of Engineering Development and Research. Volume 4. Issue 1. P. 631-635.

7. Zhanfu Li. Xin Tong. (2015). A study of particles penetration in sieving process on a linear vibration screen. Int J Coal Sci Technol. No. 2(4). P. 299-305.

Zhanfu Li. Xin Tong. (2015). A study of particles penetration in sieving process on a linear vibration screen. Int J Coal Sci Technol. No. 2(4). P. 299-305.

8. Mohammad Saeid Emami Naeini. (2011). Discrete Element Modeling of Granular Flows in Vibrationally – Fluidized Beds. A thesis of Doctor of Philosophy. Industrial Engineering University of Toronto. 130 p.

Mohammad Saeid Emami Naeini. (2011). Discrete Element Modeling of Granular Flows in Vibrationally – Fluidized Beds. A thesis of Doctor of Philosophy. Industrial Engineering University of Toronto. 130 p.

9. Aliev, E. B., Bandura, V. M., Pryshliak, V. M., Yaropud, V. M., Trukhanska, O. O. (2018). Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. INMATEN – Agricultural Engineering. Vol.54, No. 1. P. 95-104.

Aliev, E. B., Bandura, V. M., Pryshliak, V. M., Yaropud, V. M., Trukhanska, O. O. (2018). Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. INMATEN – Agricultural Engineering. Vol.54, No. 1. P. 95-104.

10. Aliev, E. B., Yaropud, V. M., Dudin, V. Yr., Pryshliak, V. M., Pryshliak, N.V., Ivlev, V. V. (2018). Research on sunflower seeds separation by airflow. INMATEN - Agricultural Engineering. Vol.56, No. 3. P. 119-128.

Aliev, E. B., Yaropud, V. M., Dudin, V. Yr., Pryshliak, V. M., Pryshliak, N.V., Ivlev, V. V. (2018). Research on sunflower seeds separation by airflow. INMATEN - Agricultural Engineering. Vol.56, No. 3. P. 119-128.

11. Gheorghe Voicu, Tudor Casandroi, Constantin Tarcolea. (2008). Testing Stochastic Models for Simulating the Seeds Separation Process on the Sieves of a Cleaning System, and a Comparison with Experimental Data. Agric. conspec. sci. Vol. 73. No. 2. P. 95-10

Gheorghe Voicu, Tudor Casandroi, Constantin Tarcolea. (2008). Testing Stochastic Models for Simulating the Seeds Separation Process on the Sieves of a Cleaning System, and a Comparison with Experimental Data. Agric. conspec. sci. Vol. 73. No. 2. P. 95-10

12. Богомолов А.В. Снижение потребления энергоресурсов сепараторов для предварительной очистки зерна / А.В. Богомолов, Б.М. Цымбал //Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Харків-2010. Вип.106 С. 38-41. – X.: – 2016. – № 2. – С. 55–61.

Bohomolov A.V. Snyzhenye potreblenyia enerhoresursov separatorov dlia predvarytelnoi ochystky zerna / A.V. Bohomolov, B.M. Tsymbal //Visnyk

KhNTUSH im. Petra Vasylenka. Kharkiv-2010. Vyp.106 S. 38-41. – Kh.: – 2016. – № 2. – S. 55–61.

13. Гурський П.В., Токолов Ю.І., Іващенко С.Г., Домніч М.І. Дослідження енерговитратності технологічного процесу помелу зерна. Вісник ХНТСТ ім. Петра Василенка. Харків-2014. Вип. 152 С. 59-64.

Hurskyi P.V., Tokolov Yu.I., Ivashchenko S.H., Domnich M.I. Doslidzhennia enerhovytratnosti tekhnolohichnoho protsesu pomelu zerna. Visnyk KhNTSH im. Petra Vasylenka. Kharkiv-2014. Vyp. 152 S. 59-64.

14. Богомолов О.В. Енергозберігаючий процес сепарації насіння ріпаку / О.В. Богомолов, М.В. Брагінець, О.О. Богомолов // Матеріали третьої міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності». – Харків – Мелітополь – Кирилівка, Україна. – 2019. – С. 17–19.

Bohomolov O.V. Enerhozberihaiuchy protses separatsii nasinnia ripaku / O.V. Bohomolov, M.V. Brahynets, O.O. Bohomolov // Materialy tretoi mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Innovatsiini aspekty rozvytku obladnannia kharchovoi i hotelnoi industrii v umovakh suchasnosti». – Kharkiv – Melitopol – Kyrylivka, Ukraina. – 2019. – S. 17–19.

15. Богомолов О.В. Підвищення ефективності роботи зернових норій / О.В. Богомолов, І.М. Лук'янов, Л.В. Кісь, О.О. Богомолов // Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність». – Харків, ХДУХТ. – 2018. С. 309–310.

Bohomolov O.V. Pidvyshchennia efektyvnosti roboty zernovykh norii / O.V. Bohomolov, I.M. Lukianov, L.V. Kis, O.O. Bohomolov // Tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Rozvytok kharchovykh vyrobnystv, restorannoho ta hotelnoho hospodarstva i torhivli: problemy, perspektyvy, efektyvnist. – Kharkiv, KhDUKht. – 2018. S. 309–310.

16. Бакум М. В. До обґрунтування ефективності використання пневматичного сепаратора з нахиленим повітряним каналом для попередньої сепарації насінневих сумішей петрушки/ М.В. Бакум, М.М. Крекот, М.М. Абдуев, О.А. Шептур, О.С. Вотченко, М.В. Могільний //Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Харків-2010. Вип.103 С. 267-274.

Bakum M. V. Do obhruntuvannia efektyvnosti vykorystannia pnevmatichnoho separatora z nakhylenym povitrianyim kanalom dlia poperednoi separatsii nasinnievyykh sumishey petrushky/ M.V. Bakum, M.M. Krekot, M.M. Abduev, O.A. Sheptur, O.S. Votchenko, M.V. Mohilnyi //Visnyk KhNTUSH im. Petra Vasylenka. Kharkiv-2010. Vyp.103 S. 267-274.

17. Ghosh Tathagata. (2013). Modeling of an air-based density separator. Theses and Dissertations Mining Engineering. University of Kentucky UKnowledge. 139 p.

Ghosh Tathagata. (2013). Modeling of an air-based density separator. Theses and Dissertations Mining Engineering. University of Kentucky UKnowledge. 139 p.

18. Богомолов А.В., Мырадов Д.М. Повышение эффективности сепарации зерновых смесей. //Инженерия переробних і харчових виробництв//

Харків.-2016, №1 (1), С. 48-52.

Bohomolov A.V., Myradov D.M. Povyshenye efektyvnosti separatsyy zernovykh smesei. //Inzheneriia pererobnykh i kharchovykh vyrobnytstv// Kharkiv.-2016, №1 (1), S. 48-52.

19. Котов Б.І. Моделювання технологічних процесів в типових об'єктах післязбиральної обробки і зберігання зерна (очищення, сепарація, сушіння, активне вентилявання, охолодження): Колект. монографія / Котов Б.І. та ін.; Нац. акад. аграр. наук України. – Київ, 2017. – С. 504-551.

Kotov B.I. Modeliuvannia tekhnolohichnykh protsesiv v typovykh ob'ektakh pisliazybalnoi obrobky i zberihannia zerna (ochyshchennia, separatsiia, sushinnia, aktyvne ventyliuvannia, okholodzhennia): Kolekt. monohrafiia / Kotov B.I. ta in.; Nats. akad. ahrar. nauk Ukrainy. – Kyiv, 2017. – S. 504-551.

20. Шелест А.Г. Сепарування зернових мас із використанням сил гравітації/ А.Г. Шелест, Т.П. Чернишук, В.С. Кошулько // Ж. Хранение и переработка зерна,2017. –№11.– С.47–49.

Shelest A.H. Separuvannia zernovykh mas iz vykorystanniam syl hravitatsii/ A.H. Shelest, T.P. Chernyshuk, V.S. Koshulko // Zh. Khraneny e y pererabotka zerna,2017. –№11.– С.47–49.

21. Багатоюрусний ударний сепаратор: Патент на корисну модель №62244, Україна, МКВ В07 В13/00, Богомолов О.В., Богомолова В.П. №201014867. Опубл. 25.08.2011. Бюл. №16.-4с.

Bahatoiarusnyi udarnyi separator: Patent na korysnu model №62244, Ukraina, MKV V07 V13/00, Bohomolov O.V., Bohomolova V.P. №201014867. Opubl. 25.08.2011. Biul. №16.-4s.

22. ДСТУ 2240-93 Насіння сільськогосподарських культур: Сортові та посівні якості. Технічні умови.-К.: Держспоживстандарт України, 1993.-74с.

DSTU 2240-93 Nasinnia silskohospodarskykh kultur: Sortovi ta posivni yakosti. Tekhnichni umovy.-K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 1993.-74s.

Богомолов Олексій Васильович, д. т. н., професор кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, E-mail: oipxv@ukr.net.

Bogomolov Oleksiy, Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production State Biotechnological University, street Alchevskikh, 44, Kharkiv, Ukraine, 61002 Email: bogomolov.ph@gmail.com.

Михайлов Валерій Михайлович, д. т. н., професор кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, Email: yami2209@gmail.com.

Mikhailov Valeriy, Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Equipment and Engineering of Processing and Food Production State Biotechnological University, street Alchevskikh, 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, Email: yami2209@gmail.com.

Завгородній Олексій Іванович, д. т. н., професор кафедри фізики та

математики, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, Email: alexey.z.2014@gmail.com.

Zavhorodniy Oleksiy, Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Physics and Mathematics State Biotechnological University, street Alchevskikh, 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, Email: alexey.z.2014@gmail.com.

Гурський Петро Васильович, к. т. н., доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, E-mail: gurskyi.petro@ukr.net.

Gurskyi Petro, Doctor of Philosophy, Associate Professor Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, Alchevskikh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, E-mail: gurskyi.petro@ukr.net.

Богомолов Олександр Олександрович, аспірант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, e-mail: bogomolov25@gmail.com.

Bogomolov Oleksandr, PhD student Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, Alchevskikh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, E-mail: bogomolov25@gmail.com.

Бойко Євгеній Володимирович, аспірант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, e-mail: Bev0930@gmail.com.

Boyko Yevgeny, PhD student Department of equipment and engineering of processing and food production, State Biotechnological University, Alchevskikh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, e-mail: Bev0930@gmail.com.

DOI 10.5281/zenodo.13322173

УДК 664.8.047.014

ВИРОБНИЦТВО ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ХАРЧОВИХ ПОРОШКІВ

О.А. Маяк, М.О. Василенко, О.Д. Косточка

Розглянуто класифікацію та напрямки використання харчових порошків, проведено аналіз ринку. Визначено основні проблеми під час виробництва порошків з рослинної сировини, а саме економічні, екологічні, ресурсоефективності, якості продукту, конструктивної складності обладнання.

Зазначено, що високий рівень термічного впливу на сировину в процесі переробки визначає основні недоліки виробництва: енергоємність обладнання, тривалість технологічного процесу, втрату легколетких ароматичних та

смакових компонентів. В результаті розроблено установку для сушіння під вакуумом з використанням вібрації. Установка призначена для проведення сушіння за умов вакуумування та перемішування з використанням вібрації під час приготування широкого асортименту сушених продуктів на основі різноманітної сировини.

Ключові слова: харчові порошки, рослинна сировина, сушіння, вібраційна вакуумна сушарка.

PRODUCTION AND PROSPECTS FOR THE USE OF FOOD POWDERS

O. Mayak, N. Vasilenko, A. Kostochka

Food powders made from vegetables can be used as standalone dishes, additives to soups, sauces, salads, baked goods, beverages, etc. They can also be used as raw materials for the production of such products as chips, slices, mixes, granules. The purpose of the article was to develop a plant for drying plant material and to propose areas of use for food powders based on the analysis. The article discusses the classification and uses of food powders, analyses the market for vegetable powders. The main problems in the production of powders from vegetable raw materials are identified. The following main problems have been allocated, which may be the topics for further research: economic, environmental, resource efficiency, product quality, and equipment design complexity. It is noted that a high level of thermal impact on raw materials during processing determines the main disadvantages of production: energy consumption of equipment, duration of the technological process, loss of volatile aromatic and flavour components. The main advantages of the developed plant are: intensification of the process and reduction of the drying time of vegetable pomace due to the use of vibration. This leads to a constant renewal of the dried surface, and the vacuum in the apparatus affects the quality of the product, namely the product is concentrated at low temperature. The use of vacuum makes it possible to significantly intensify the dehydration process. The use of vegetable pomace as a raw material to be dried proved that the design features of the developed plant allow to obtain a high quality final product.

As a result, a vacuum drying unit using vibration was developed. The plant is designed for drying under vacuum and mixing with vibration in the preparation of a wide range of dried products based on various raw materials. Vegetable (carrot, beetroot) pomace and spicy and aromatic herbs were used in the research. The main technical characteristics of the developed installation for the drying process are presented.

***Keywords:** food powders, vegetable raw materials, drying, vibrating vacuum dryer.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. Харчові порошки з овочів – це продукти, отримані із сушеної та подрібненої рослинної сировини. Вони мають високу харчову та біологічну цінність, містять

велику кількість вітамінів, мінералів, антиоксидантів, фітонцидів та інших корисних речовин [1]. Харчові порошки з овочів можуть використовуватися як самостійні страви, добавки до супів, соусів, салатів, випічки, напоїв тощо [2-4]. Вони також можуть бути сировиною для виробництва інших продуктів як чіпси, слайси, мікси, гранули тощо.

Харчові порошки з овочів можна класифікувати за різними ознаками, такими як:

- спосіб сушіння: повітряний, вакуумний, сублімаційний, мікрохвильовий, інфрачервоний тощо;
- спосіб подрібнення: механічний, ультразвуковий, електричний, хімічний тощо;
- склад: однокомпонентні (з одного виду овочів) або багатокомпонентні (з декількох видів овочів або з додаванням інших інгредієнтів, таких як сіль, цукор, спеції, крохмаль тощо);
- функціональні властивості: антиоксидантні, пребіотичні, протизапальні, імуномодулювальні, антибактеріальні тощо.

Надана класифікація визначає напрямки подальших досліджень реалізації їх результатів.

Виробництво харчових порошків з овочів включає кілька етапів, таких як:

- підготовка сировини: очищення, миття, сортування, нарізка, бланшування, підкислення тощо;
- сушіння сировини: вибір оптимального способу сушіння залежно від виду овочів, їхньої вологості, температури, часу, швидкості тощо;
- подрібнення сушеної сировини: вибір оптимального способу подрібнення залежно від бажаного ступеня помелу, однорідності, смаку, аромату тощо;
- пакування та зберігання харчових порошків з овочів: вибір оптимального виду пакування залежно від вимог до захисту від вологи, світла, кисню, мікроорганізмів тощо.

Удосконалення способу виробництва може мати місце на кожному з етапів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Було проведено аналіз ринку харчових порошків з овочів.

Харчові порошки з овочів є перспективним і затребуваним продуктом на ринку харчових продуктів. Вони відповідають сучасним тенденціям здорового і різноманітного харчування, екологічності та зручності використання [1-5]. За даними досліджень, світовий ринок харчових порошків з овочів 2020 року склав близько 5 мільярдів доларів і продовжує зростати з темпом близько 6% на рік. Основними

споживачами харчових порошків з овочів є країни Європи, Північної Америки та Азії. Основними виробниками харчових порошків з овочів є Китай, Індія, США, Німеччина, Франція та ін. Серед конкурентів на ринку харчових порошків з овочів можна виділити такі компанії, як – Native Products2, Sensient Technologies Corporation, Olam International, Symrise AG, Naturex SA та ін.

Мета статті. На основі проведеного аналізу розробити установку для сушіння рослинної сировини, запропонувати напрямки використання харчових порошків.

Виклад основного матеріалу. Використання харчових порошків в якості наповнювачів основної сировини та надання їй певних властивостей, а саме – кольору, смаку, поживної цінності, роблять цей концентрований продукт незамінним під час розробки інноваційних продуктів здорового харчування [1-5].

Важливим питанням залишається енергозбереження під час реалізації процесу сушіння, адже саме це є основним питанням, яке постає під час вибору апаратного оформлення процесу сушіння. Виділяють наступні проблеми під час виробництва концентратів з рослинної сировини: економічну, екологічну, ресурсоефективності, якості продукту, конструктивної складності обладнання.

Високий рівень термічного впливу на сировину в процесі переробки визначає основні недоліки виробництва [6-8]: енергоємність обладнання, тривалість технологічного процесу, втрату легколетких ароматичних та смакових компонентів. Існують конструкції сушарок, які враховують означені проблеми, проте не можуть бути використані для широкого спектру рослинної сировини [9].

Розроблена установка для сушіння під вакуумом з використанням вібрації (рис. 1) призначена для проведення масообмінної обробки за умов вакуумування та перемішування з використанням вібрації при приготуванні широкого асортименту сушених продуктів на основі різноманітної сировини [10]. В якості предмету дослідження було використано овочеві (морквяні, гарбузові, бурякові) вичавки розміром фракцій 1..1,5 мм, пряноароматичну зелень (кріп, петрушка, селера).

Робота установки для сушіння вичавків з рослинної сировини здійснюється наступним чином: рослинна сировина завантажується на деки з перфорованими лотками, які кріпляться на валу та опускають в робочу вакуум-камеру. Вал з'єднаний з генератором вібрації, який кріпиться на кришці апарату. Процес нагріву здійснюється за допомогою подачі теплоносія в парову оболонку через патрубок для

подачі теплоносія, робоча вакуум камера герметизується металевими ущільнювачами, а вакуум забезпечується системою вакуумування.

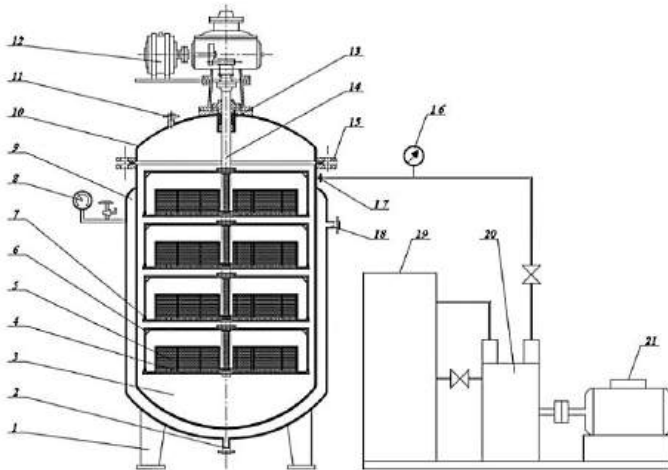


Рис. 1. Установка для сушіння овочевої сировини під вакуумом при вібраційному перемішуванні: 1 – опори; 2 – патрубок для видалення теплоносія; 3 – робоча камера; 4 – декі для продукту; 5 – перфоровані лотки для сировини; 6 – каркас; 7 – кріпильні елементи; 8 – манометр; 9 – парова оболонка; 10 - кришка апарату; 11 – технологічний патрубок; 12 – генератор вібрації; 13 – ущільнювач; 14 – вал; 15 – кріпильні з'єднання; 16 – манометр; 17 – патрубок для видалення повітря з робочої камери; 18 – технологічний патрубок для подачі теплоносія; 19 – технологічний бак; 20 – вакуумний насос; 21 – електродвигун

Основні технічні характеристики установки для сушіння овочевих вичавків представлені в таблиці.

Таблиця

Технічні характеристики установки для сушіння овочевої сировини під вакуумом при вібраційному перемішуванні

Найменування показника	Значення
1	2
Габаритна довжина, мм	1200
Габаритна висота, мм	2480
Габаритна ширина, мм	1200
Геометричний об'єм ємності, м ³	0,9
Робочий об'єм ємності, м ³	0,5
Потужність двигуна мішалки, кВт	8
Частота коливань, Гц	8
Амплітуда, м	0,005
Поверхня нагріву, м ²	2,7
Вакуум в робочій ємності, МПа	0,09
Робочий тиск в паровій сорочці, МПа (атм)	0,5 (5)
Питома витрата пара, кг / год	65
Конденсатовідвідник оболонки	+
Датчик контролю температури продукту, °С	+
Датчик контролю температури оболонки, °С	+
Конденсатор трубчастий	+
Збірник конденсату	+
Вакуумний насос	+
Оглядове вікно з освітленням внутрішньої частини апарату	+
Кількість лотків, од	20
Маса сировини, кг	50

Було проведено низку експериментів з використанням вібраційного впливу, без нього, з вакуумуванням та за атмосферного тиску. Результати експериментів показали наступне: вібраційний вплив сприяє руху продукту на деках, що руйнує поверхневий масообмінний шар і сприяє виведенню вологи з глибини продукту на поверхню, відбувається вібраційне перемішування сировини, що дало змогу скоротити тривалість процесу сушіння. Температура під час дослідження всередині апарату була в межах 45-50 градусів Цельсія (що відповідає розрідженню в апараті 12...15000 Па). Вміст сухих речовин

в сировині змінювався від 45 до 90 відсотків (залежно від способу попередньої обробки сировини, що підлягала висушуванню [11]).

Основні переваги розробленої установки: інтенсифікація процесу та скорочення тривалості сушіння овочевих вичавків за рахунок застосування вібрації, що призводить до постійного оновлення поверхні, яка висушується та вакууму, що впливає на якість продукту, а саме продукт концентрується за низькотемпературного режиму. Застосування вакуумування дає змогу значно інтенсифікувати процес зневоднення. Використання в якості сировини, що підлягала сушінню овочевих вичавків довело, що конструктивні особливості розробленої установки дають змогу отримати кінцевий продукт високої якості.

Недоліком даної установки є періодичність процесу. Крім того, подальша робота передбачає доукомплектування установки пружинним вузлом, який суттєво зменшить навантаження на двигун та віброелемент.

Висновки. В результаті роботи було проведено аналіз ринку та використання харчових порошоків, розглянуто перспективні напрямки використання. Розроблено нову установку для сушіння рослинної сировини під вакуумом із застосуванням вібраційного впливу.

Список джерел інформації/Referenses

1. Харчові порошки з рослинної сировини. Класифікація, методи отримання, аналіз ринку / Ю. Ф. Снежкін, Ж. О. Петрова // *Biotechnology*. - 2010. - Vol. 3, № 5. - С. 43-49. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot_2010_3_5_6.

Xarchovi poroshky` z rosly`nnoyi sy`rovu`ny`. Klyasyfikaciya, metody otru`mannya, analiz ry`nku / Yu. F. Snyezhkin, Zh. O. Petrova // *Biotechnology*. - 2010. - Vol. 3, # 5. - S. 43-49. - Rezhym dostupu: http://nbuv.gov.ua/UJRN/biot_2010_3_5_6.

2. Чоні І.В., Рогова А.Л. Вплив порошоків плодів шипшини на показники якості виробів із дріжджового тіста. Інноваційні технології у хлібопекарському виробництві та «Здобутки та перспективи розвитку кондитерської галузі», матеріали міжнарод. наук.-практич. конф. (Київ, НУХТ, 17 листопада 2020 р.). Київ, 2020. С. 64–65.

Choni I.V., Rogova A.L. Vplyv poroshku plodiv shy`pshy`ny` na pokazny`ky` yakosti vy`robiv iz drizhdzhovogo tista. Innovacijni` tehnologiyi u xlibopekars`komu vy`robnyc`tvi ta «Zdobutky` ta perspektyvy` rozvy`tku kondy`ters`koyi galuzi», materialy` mizh narod. nauk.-prakty`ch. konf. (Ky`yiv, NUXT, 17 ly`stopada 2020 r.). Ky`yiv, 2020. S. 64–65.

3. Мирошник Ю.А., Медвідь І.М., Шидловська О.Б., Доценко В.Ф. Використання порошоків калини, горобини та обліпихи в технології бісквітного напівфабрикату. Наукові праці Одеської національної академії харчових технологій. Том 1. № 46. 2015. С. 166–170.

My`roshny`k Yu.A., Medvid` I.M., Shy`dlovs`ka O.B., Docenko V.F. Vy`kory`stannya poroshkiv kaly`ny`, goroby`ny` ta oblipy`xy` v texnologiyi biskvitnogo napivfabry`katu. Naukovi praci Odes`koyi nacional`noyi akademiyi xarchovuy`x texnologij. Tom 1. # 46. 2015. S. 166–170.

4. Калакура М.М., Ратушенко А.Т., Бублик Г.А. Оптимізація якості кондитерських виробів із використанням яблучного порошку. Технологический аудит и резервы производства. 2016. № 3. С. 12–17.

Kalakura M.M., Ratushenko A.T., Bubly`k G.A. Opty`mizaciya yakosti kondy`ters`ky`x vy`robiv iz vy`kory`stannyam yabluchnogo poroshku. Technology`chesky`j audy`t y` rezervy proy`zvodstva. 2016. # 3. S. 12–17.

5. Cherevko A., Mikhaylov V., Mayak O., Shevchenko A., Prasol S. Perspectives of Vegetable Pressed Skins Processing and Use in Food Industry (February 3, 2021). EUREKA: Life Sciences, (1), 37-43, 2021. doi:10.21303/2504-5695.2021.001633, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3853125>

6. Потапов В.А. Кинетика явлений переноса в процессе сушки : монография. LAP LAMBERT Academic Publishing, Deutschland / Германия. 2013. – 319 с.

Potapov V.A. Ky`nety`ka yavleny`j perenosa v processe sushky` : monografy`ya. LAP LAMBERT Academic Publishing, Deutschland / Germany`ya. 2013. – 319 s.

7. Бичков Я.М. Розробка апарата та дослідження процесу обробки пряно-ефірної сировини при розрідженні з НВЧ-енергопідводом : дис...канд. техн. наук : 05.18.12. Донецьк, 2005. 189 с.

Bychkov Ya.M. Rozrobka aparata ta doslidzhennya procesu obrobky` pryano-efirnoyi sy`rovny`ny` pry` rozridzhenni z NVCh-energoxidvodom : dy`s...kand. techn. nauk : 05.18.12. Donecz`k, 2005. 189 s.

8. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини: монографія в 3 ч. Ч. 3. Підвищення ефективності теплового обладнання з інфрачервоним нагріванням / В.П. Плевако, С.М. Костенко, І.П. Педорич ; за заг. ред. О.І. Черевка, В.М. Михайлова. - Х. : ХДУХТ, 2012. – 130 с.

Novi texnichni rishennya v proektuvanni obladdnannya dlya teplovoyi obrobky` xarchovoyi sy`rovny`ny`: monografiya v 3 ch. Ch. 3. Pidvy`shhennya efekty`vnosti teplovogo obladdnannya z infrachervony`m nagrivyannam / V.P. Plevako, S.M. Kostenko, I.P. Pedory`ch ; za zag. red. O.I. Cherevka, V.M. My`hajlova. - X. : XDUXT, 2012. – 130 s.

9. Cherevko O., Mikhaylov V., Zahorulko A., Zagorulko A., Gordienko I. Development of a Thermal-Radiation Single-Drum Roll Dryer for Concentrated Food Stuff (February 19, 2021). Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/11 (109), 25–32, 2021. doi: 10.15587/1729-4061.2021.224990, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3818111>

10. Вібраційна вакуумна сушарка. Патент на корисну модель 102614 Україна, F26B 3/092, F26B 15/00 опубл. 10.11.2015, Бюл. №21.

Vibracijna vakuumna susharka. Patent na kory`snu model` 102614 Ukrayina, F26B 3/092, F26B 15/00 opubl. 10.11.2015, Byul. №21.

11. ДСТУ 2903:20 Концентрати харчові. Сніданки сухі. Снеки. Загальні

технічні умови.

DSTU 2903:20 Kонтсентратy kharchovi. Snidanky sukhi. Sneky. Zahal'ni tekhnichni umovy.

Маяк Ольга Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, omayak777@gmail.com

Mayak Olga Anatolievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Production and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, omayak777@gmail.com

Василенко Микита Олегович, магістрант кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, omayak777@gmail.com

Vasilenko Mikita Olegovich, master's student of the Department of Production and Engineering of Processing and Food Production, State Biotechnological University, omayak777@gmail.com

Косточка Олександр Дмитрович, бакалавр кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв Державного біотехнологічного університету, omayak777@gmail.com

Kostochka Olexsandr Dmitrovich, Bachelor of Science in the Department of Processing and Food Processing Engineering, State Biotechnological University, omayak777@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.13322248

УДК 664.081.6-93

ANALYSIS OF MEMBRANE DEVICES CONSTRUCTIONS OF THE FOOD AND PROCESSING INDUSTRY

**G. Deinychenko, D. Dmytrevskiy, V. Chervonyi, D. Horielkov,
V. Lavreniuk**

An analysis of modern designs of membrane devices, which are used at enterprises of the food and processing industry, was carried out. The need for a wider use of membrane technologies for the processing of food liquids is substantiated. In particular, the processes of concentration and illumination. Characteristic shortcomings of baromembrane processes are identified. The conducted analytical studies made it possible to conclude that membranes with a larger pore diameter do not allow obtaining the required degree of illumination. Membranes with a smaller pore size are characterized by low permeability.

Keywords: microfiltration, ultrafiltration, reverse osmosis, membrane treatment, baromembrane processes, membrane devices, food industry

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ МЕМБРАННИХ АПАРАТІВ ХАРЧОВОЇ ТА ПЕРЕРОБНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

**Г.В. Дейниченко, Д.В. Дмитревський, В.М. Червоний,
Д.В. Горєлков, В.В. Лавренюк**

Проведено аналіз сучасних конструкцій мембранних апаратів, які використовуються на підприємствах харчової та переробної галузі. Обґрунтовано необхідність більш широкого використання мембранних технологій для здійснення процесів переробки харчових рідин. Зокрема процесів концентрування та освітлення. Визначені характерні недоліки баромембранних процесів. Проведені аналітичні дослідження дозволили зробити висновок, що мембрани з більшим діаметром пор не дозволяють отримувати потрібну ступінь освітлення. Мембрани з меншим розміром пор характеризуються низькою пропускнуою здатністю.

На даний час, ультрафільтрація є економічно ефективним процесом обробки харчових рідин. Цей процес має певні переваги перед традиційними процесами концентрування та освітлення харчових рідин.

Ультрафільтраційні апарати суттєво підвищують вихід готового продукту. При цьому, харчова та біологічна продуктів не зменшується. Якість кінцевого продукт покращується у, що дає змогу отримувати харчові продукти з високою харчовою цінністю і новими властивостями.

До апаратів, за допомогою яких реалізується процес ультрафільтрації, відносять апарати з тангенційною потоковою фільтрацією. Тангенціальна фільтрація може використовуватися як для мікрофільтрації, так і для ультрафільтрації вин та фруктових-ягідних соків. Застосування тангенціальних фільтрів забезпечує прозорість і мікробіологічну стійкість харчових рідин. Таку продуктивність мембран можна отримати без використання допоміжних речовин і добавок. Це виключає різні проблемні ситуації, пов'язані з утилізацією даної продукції. Мембрани, за умови правильного використання та своєчасного обслуговування фільтра, мають більший термін служби в порівнянні з традиційним тупиковим способом фільтрації. Використання тангенціальних фільтрів також сприяє збереженню структурних і органолептичних властивостей продукту. Тангенціальні фільтри є самоочисними і не вимагають дорогих витратних матеріалів.

Характерною особливістю тангенціальної фільтрації є більш тривалий термін експлуатації. При цьому немає необхідності застосовувати додаткові витратні матеріалів. Даний тип мембрани очищуються протитечією. Мембрани виготовлені з нейтрального харчового полімеру, або кераміки. Тангенціальна фільтрація забезпечує задану ступінь фільтрації за один прохід.

Ключові слова: мікрофільтрація, ультрафільтрація, зворотній осмос, мембранна обробка, баромембранні процеси, мембранні апарати, харчова промисловість

Statement of the problem. The fruit and vegetable industry performs one of the main tasks of providing the population with food products that have high biological and nutritional value, and also contain vitamins and biologically active substances that are indispensable for humans. Juices are one of the main products of the fruit and vegetable industry.

In the juice, unstable phenolic compounds can polymerize, forming tannins, which, interacting with proteins, contribute to the appearance of secondary turbidity. With traditional filtration methods, these compounds are usually removed by bentonite treatment. During ultrafiltration, this problem is solved by removing one of the components of the reaction - protein. Therefore, when choosing juice clarification membranes, it is necessary to ensure the removal of proteins. In addition to macromolecules dissolved and suspended in the solution, bacteria, yeast, molds and their spores are completely removed during ultrafiltration. Therefore, the filtrate obtained during ultrafiltration is sterile. However, when bottling such juice, secondary infection of the juice is possible when passing through the bottling and capping equipment, so the pasteurization process cannot be excluded if aseptic bottling conditions are not ensured [1].

One of the main stages of the apple juice production process is the clarification stage. This process is carried out for the purpose of colloidal stabilization of the product during storage, as well as to improve the consumer appearance of the product and its organoleptic properties. In order for the product to meet international standards, it is necessary to use modern technologies and equipment based on advanced developments [2].

This type of equipment includes membrane technologies that provide a higher yield, improvement in taste, appearance and nutritional value of fruit and berry juices. At the same time, vitamins, amino acids and other biologically active components are preserved. This is possible due to the rejection of preservatives and the thermal sterilization stage. Membrane processes make it possible to create energy-efficient juice concentration technologies and expand the range of products [3]. Using microfiltration and ultrafiltration processes, you can get products with an adjustable mineral and carbohydrate composition [4].

The processes of separation of complex systems at the micro level are carried out with the help of membrane technology, which can be effectively used in the processes of filtration, purification and clarification of fruit and berry juices [5]. Separation of substances using membranes under pressure is carried out using reverse osmosis or ultrafiltration methods [6]. Reverse osmosis refers to forced filtration of solutions through semipermeable membranes that allow solvent molecules to pass through and retain molecules

or ions of dissolved substances. Reverse osmosis processes occur at a pressure of 4...10 MPa [7].

Ultrafiltration is the process of separating high-molecular and low-molecular compounds in the liquid phase on selective membranes that pass molecules of low-molecular compounds and retain high-molecular compounds. If a solvent and a solution or two solutions of different concentrations are separated by a semipermeable membrane that can pass only the solvent, transfer of the solvent across the membrane is observed. This transfer is called osmotic, and the phenomenon is called osmosis [8].

If the pressure on the solution increases, osmosis slows down and at a certain pressure, called osmotic, it stops completely. When the pressure on the solution is further increased, the transfer of the solvent in the reverse direction from the concentrated solution is observed. This process is called reverse osmosis. Ultrafiltration is carried out at low pressures (0.3...1.0 MPa). The main element of an ultrafiltration or reverse osmosis installation is a membrane device. Different modules of membrane installations are known. Tubular modules are used in the canning industry for clarification and concentration of fruit and berry juices [9].

The membranes are located on the inside of a dense porous tube through which the working solution is passed. One of the main areas of application of membranes in the production of juices is their clarification and concentration. Clarification of juices is carried out with the aim of destroying the colloidal system of the product, removing high-molecular protein, pectin and polyphenolic substances and microorganisms. At the same time, a necessary condition is the preservation of biologically active and valuable components - vitamins, sugars, acids, mineral and aromatic substances. Concentrated juice is obtained during the processing of direct-pressed juice. For this purpose, the direct-pressed juice can be concentrated in various ways. Among these methods, the membrane method of concentration has become widespread. As a rule, neither sugar nor other sweeteners are added to the composition of concentrated juices [10].

Review of the latest research and publications. Traditional juice production technologies involve filtration of freshly squeezed juice through porous partitions with the loss of some valuable substances, as well as the introduction of preservatives and the use of heat sterilization to ensure the necessary shelf life.

The use of these technologies does not guarantee complete removal of fruit pulp particles and obtaining a final product with a high level of organoleptic indicators and nutritional value. Some methods of brightening and stabilizing fruit juices are based on the addition of external additives to the product, namely brightening materials. Together with these materials, an

excessive amount of mineral and other substances often enters the composition of the juice. The duration of juice processing according to traditional technology is from 24 to 30 hours [11].

As a result of such long-term contact of the product with air oxygen, part of the biological value of the juice components is lost. It is obvious that such a phenomenon negatively affects the quality of finished products [12].

Recently, membrane methods for separating mixtures have become widespread. These technologies are characterized by simplicity, economy and efficiency. Membrane filtration ensures the separation of various components in the stream according to the size and shape of microparticles. When filtration is improved, the quality of the finished product improves and its yield increases. In addition to improving the quality of products, the use of membrane units as part of technological lines for the production of juices provides the opportunity to improve the economic indicators of enterprises due to the simplification of the composition of lines and the reduction of energy consumption of processes [13].

Based on the analysis of literature sources, the main problems preventing the widespread use of membrane technologies in the production of fruit and vegetable juices are the rather high cost of membrane installations due to the large filtration area, which compensates for the decrease in productivity due to the deposition of a sediment (gel layer) on the surface of the membranes.

The objective of the research. The purpose of the article is to carry out analytical studies of the constructions of membrane devices used at enterprises of the food and processing industry.

Presentation of the research material. Reverse osmosis, ultrafiltration, and electrodialysis processes are used to clarify, stabilize, and concentrate juices, soft drinks, and wines.

Membrane processes are especially appropriate to use in cases where the separated mixture contains labile substances that are easily destroyed. These are most often liquid food media, for example, juices, extracts, protein solutions, etc. The development of membrane processes for their separation makes it possible to create fundamentally new technological schemes and equipment for complex processing of plant raw materials, to reduce environmental pollution through the use of waste-free technologies, as well as to obtain food products with new functional properties and high nutritional value [14].

Membrane processes in fruit juice production technology are currently used mainly for their clarification and concentration. For the main filtration of juice in sugar factories, vacuum filters are used complete with settling tanks or disk thickeners, disk filters and filter presses. Cartridge and bag

filters, filter presses and disk filters are used for control filtration of juice. Cartridge and disc filters, as well as filter presses, are used for the main filtration of juice [15].

Bag filters are used for control filtration. Sulfated juice is filtered on cartridge or muscle filters, sulfited syrup – on cartridge filters, filter presses or muscle filters. Filtration equipment must meet the following basic requirements: provide maximum filtration speed, maximum productivity, continuity of the process and its mechanization and automation to reduce manual labor costs and reduce production costs during operation [16].

Fabric, ceramics, and metal sieves are used as a filter partition during filtration. However, such a filter partition itself, without sediment, does not provide filtration, as it passes a significant number of small particles, and a cloudy filtrate is obtained. In the sediment, voids are formed between the settled particles, which form thin winding passages that allow a transparent liquid to pass through [17].

The quality of the sediment is important during filtration: if it is large crystalline, filtration is fast; through fine sediment, the liquid passes more slowly, since the smaller sizes formed, the filter channels offer a lot of resistance. Filtration is even worse with heterogeneous sediment, when small particles fill the spaces between large ones. It is most difficult to filter gelatinous sediments (gels) that are formed during the purification of diffusion juice from proteins, calcium salts of pectin, pectic and humic acids, etc. Currently, CrossFlow tangential filters are widely used for baromembrane processes. These filters are also called cross-flow filters [18].

Tangential filters with a transverse (tangential) flow allow you to obtain the effect of ultrafiltration with the help of a tangential flow only when the raw material passes through the filter once. At the same time, the necessary transparency and microbiological stability of the finished product is ensured. Such characteristics are achieved without the use of auxiliary substances and additives. The main component of the tangential filter unit is filter membranes having a capillary structure with an open fiber. The diameter of the capillaries is 18 microns [19].

The membranes are placed in stainless steel housings, which are assembled in parallel in such a quantity as to achieve the desired filtering surface area. The liquid, which is filtered from the storage tank with the help of a pump, is fed into the body of the tangential filter and moves along the membranes at high speed. Part of the liquid passes through the pores into the membranes. All clean and filtered liquid is collected from all membranes and pumped out. The pump, which pumps out the filtered liquid, periodically switches for a few seconds in the reverse direction, creating a water hammer

in the membrane. Due to this, the particles settled on the surface of the membrane fly off it and are captured by the flow of the contaminated liquid.

An example of the construction of a tangential membrane filter with tubular membranes is presented in Fig. 1.

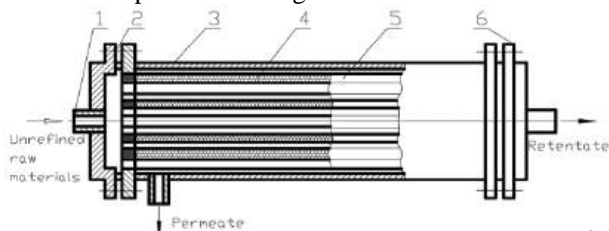


Fig. 1. Membrane module with tubular membranes

Tangential filters are self-cleaning filters and do not require expensive consumables. Basically, the average service life of membranes is about 5 years, but with proper use and timely maintenance of the tangential filter, this period can increase to 10 years [20].

Filtration of kvass or juice on a tangential filter will allow you to brighten the liquid as much as possible to the color you want. But the filter also has disadvantages - it always has the same filtration rating (depending on the membranes installed at the factory) and you will not be able to perform different degrees of filtration, as, say, with kieselguhr or press filters.

Conclusion. During the analysis, it was established that the output of the finished product increases significantly when using ultrafiltration devices. At the same time, the nutritional and biological value of clarified juices does not decrease. And the quality of the final product improves. This, in turn, makes it possible to obtain food products with high nutritional value.

Modern ultrafiltration processing using tangential crossflow filters can be used for processing beer, wine, and juices. This type of membrane processing allows you to preserve the organoleptic properties of the product as much as possible. In addition, the use of the modern Crossflow tangential filtration method allows you to completely replace such a complex of technological equipment as a separator, kieselguhr filter, filter press. In addition, this technology significantly extends the service life of the membrane module. A characteristic feature of tangential filtration is a longer service life. At the same time, there is no need to use additional consumables. This type of membrane is cleaned by countercurrent. Membranes are made of neutral food grade polymer or ceramics. Tangential filtering provides a given degree of filtering in one pass.

Список джерел інформації / References

1. David Inhyuk Kim, Gimun Gwak, Min Zhan, Seungkwan Hong.

Sustainable dewatering of grapefruit juice through forward osmosis: Improving membrane performance, fouling control, and product quality. *Journal of Membrane Science*, 2019. Vol. 578, pp. 53-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.02.031>.

2. Deynichenko G., Dmytrevskiy D., Guzenko V., Omelchenko O., Perekrest V. Prospects of using equipment for membrane separation of food liquids // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. – Мелітополь: ТДАТУ, 2023. – Вип. 13, том 2. С. 1-11. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-12.

3. Conidi, C., Drioli, E., Cassano, A. (2020), “Perspective of Membrane Technology in Pomegranate Juice Processing: A Review”, *Foods*, Vol. 9, pp. 889-914. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods9070889>.

4. Deinychenko G.V., Dmytrevskiy D.V., Zolotukhina I.V., Perekrest V.V., Guzenko V.V. Directions of improvement of processes of membrane separation of juices from fruit and berry raw materials. *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2021. – Вип. 1 (33). – С. 89–98. DOI: 10.5281/zenodo.5036090.

5. Xiaochan An, Yunxia Hu, Ning Wang, Zongyao Zhou, Zhongyun Liu. Continuous juice concentration by integrating forward osmosis with membrane distillation using potassium sorbate preservative as a draw solute. *Journal of Membrane Science*. Vol. 573, 2019, pp. 192-199. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2018.12.010>.

6. Дейніченко Г.В., Золотухіна І.В., Дмитревський Д.В., Гузенко В.В., Перекрест В.В., Гладкова О.С. Сучасні технології баромембранних процесів у харчовій промисловості. *Обладнання та технології харчових виробництв*. Тематичний збірник наукових праць. ДонНУЕТ. Кривий Ріг. 2021. № 2 (43). С 86-93. DOI: 10.33274/2079-4827-2021-43-2-86-93.

7. Deinychenko H.V., Zolotukhina I.V., Dmytrevskiy D.V., Huzenko V.V., Perekrest V.V., Hladkova O.S. (2021), “Modern technologies of baromembrane processes in the food industry”, Food production equipment and technologies. Thematic collection of scientific works [“Suchasni tekhnolohii baromembrannykh protsesiv u kharchovii promyslovosti”. *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnystv*. *Tematychnyi zbirnyk naukovykh prats*]. DonNUET. Kryvyi Rih. № 2 (43). pp. 86-93. DOI: 10.33274/2079-4827-2021-43-2-86-93.

8. Application of membrane technologies in modern conditions of juice production / O. Cherevko, G. Deinychenko, D. Dmytrevskiy, V. Guzenko, H. Heier, L. Tsvirkun // *Прогресивна техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць*. – X. : ХДУХТ, 2020. – Вип. 2 (32). – С. 67–77. DOI: 10.5281/zenodo.4369743.

Cherevko, O., Deinychenko, G., Dmytrevskiy, D., Guzenko, V., Heier, H., Tsvirkun, L. (2020), “Application of membrane technologies in modern conditions of juice production”, *Advanced techniques and technologies of food production of the restaurant industry*, KhDUHT, Kharkiv, 2020, pp. 67-77. DOI: 10.5281/zenodo.4369743.

9. Аналіз застосування мембранних апаратів для виробництва соків із

плодової сировини / Г. В. Дейниченко, Д. В. Дмитревський, В. В. Гузенко, Н. О. Афукова // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наукове фахове видання / ТДАТУ ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев . – Мелітополь : ТДАТУ, 2021. – Вип. 21, т. 1. – С. 36–43. DOI: 10.31388/2078-0877-2021-21-1-36-43.

Deinychenko, G., Dmytrevskiy, D., Guzenko, V., Afukova, N. (2021), “Analysis of the use of membrane devices for the production of fruit juices”, Proceedings of the Tavria State agrotechnological university [“Analiz zastosuvannya membrannykh aparativ dlia vyrobnytstva sokiv iz plodovoi syrovyny”, Pratsi Tavriiskoho derzhavnogo ahrotekhnolohichnoho universytetu], TSATU, Melitopol, pp. 36-43. DOI: 10.31388/2078-0877-2021-21-1-36-43.

10. Echavarria, A.P., Falguera, V., Torras, C., Berdun, C., Pagan, J., Ibarz, A. (2012), “Ultrafiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of fruit juices at pilot plant scale”, *LWT-Food Science and Technology*, Vol. 46(1), pp. 189-195. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.10.008>.

11. David Inhyuk Kim, Gimun Gwak, Min Zhan, Seungkwan Hong. Sustainable dewatering of grapefruit juice through forward osmosis: Improving membrane performance, fouling control, and product quality. *Journal of Membrane Science*, 2019. Vol. 578, pp. 53-60. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2019.02.031>.

13. Omar, J.M., Nor, M.Z.M., Basri, M.S.M., Che Pa, N.F. Clarification of guava juice by an ultrafiltration process: analysis on the operating pressure, membrane fouling and juice qualities. *Food Research*, 4, 2017. (Suppl. 1). pp. 85–92. DOI: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(s1\).s30](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(s1).s30).

14. Yee, W.P., Nor, M.Z.M., Basri, M.S.M., Roslan, J. Membrane-based clarification of banana juice: pre-treatment effect on the flux behaviour, fouling mechanism and juice quality attributes. *Food Research*, 5, 2021 (Suppl. 1). pp. 57–64. DOI: [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(s1\).046](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(s1).046).

15. Miyoshi, T., Yuasa, K., Ishigami, T., Rajabzadeh, S., Kamio, E., Ohmukai, Y., Saeki, D., Ni, J., Matsuyama, H. Effect of membrane polymeric materials on relationship between surface pore size and membrane fouling in membrane bioreactors, *Applied Surface Science*, 2015. Vol. 330, pp. 351-357. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2015.01.018>.

16. Deinichenko, G., Huzenko, V., Dmytrevskiy, D., Zolotukhina, I., Chervonyi, V., Horielkov, D. (2022). A new method of elimination the polarizing layer during the membrane processing of buttermilk. *Acta Periodica Technologica*. Iss. 53. – P. 1–10. <https://doi.org/10.2298/APT2253001D>.

17. Domingues, R.C.C., Ramos, A.A., Cardoso, V., Reis, M.H.M. (2014), “Microfiltration of passion fruit juice using hollow fibre membranes and evaluation of fouling mechanisms”, *Journal of Food Engineering*, Vol. 121, pp. 73-79. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.07.037>.

18. Zmievskii, Y., Dziasko, Y., Myronchuk, V., Rozhdestvenska, L., Vilenskii, A., Kornienko, L. (2016) Fouling of polymer and organic-inorganic membranes during filtration of corn distillery. *Ukrainian food journal*. Vol. 5. – Iss. 4. – P. 739–747. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2016-5-4-13>.

19. Drioli, E., Ali, A., Macedonio, F. (2017). Membrane Operations for

Process Intensification in Desalination Membrane. *Desalination*. № 7(1). – P. 70-100. <https://doi.org/10.3390/app7010100>.

20. Samreen, Ch V.V. Satyanarayana, L. Edukondalu, Vimala Beera. Srinivasa Rao. Effect of Pre-treatment on Aggregation, Biochemical Quality and Membrane Clarification of Pomegranate Juice. *Indian Journal of Ecology*, 2022. 49(3): pp. 910-918 DOI: <https://doi.org/10.55362/IJE/2022/3615>.

Deynichenko Gregoriy, Doctor of Technical Sciences, Prof., Professor of the department of food technology in the restaurant industry State Biotechnology University. Address: Alchevskiyh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, e-mail: deynichenkogv@ukr.net.

Дейниченко Григорій Вікторович, д-р техн. наук, проф., професор кафедри харчових технологій в ресторанній індустрії, Державний біотехнологічний університет. Адреса: вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, e-mail: deynichenkogv@ukr.net.

Dmytrevskiy Dmytro, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof. of the department of equipment and engineering of processing and food industries, Kharkiv State Biotechnology University. Address: Alchevskiyh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002; e-mail: dmitrevskiydv@gmail.com.

Дмитревський Дмитро В'ячеславович, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, e-mail: dmitrevskiydv@gmail.com

Horielkov Dmytro, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof., Department of International E-commerce and Hotel and Restaurant Business, V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody sq., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022; e-mail: gorelkov.dmv@gmail.com.

Горелков Дмитро Вікторович, канд. техн. наук, доц., доцент кафедри міжнародної електронної комерції та готельно-ресторанної справи, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна, 61022, e-mail: gorelkov.dmv@gmail.com

Chervonyi Vitalii, PhD in Tech. Sc., Assoc. Prof., Department of International E-commerce and Hotel and Restaurant Business, V. N. Karazin Kharkiv National University, Svobody sq., 4, Kharkiv, Ukraine, 61022; e-mail: chervonyi.v@gmail.com.

Червоний Віталій Миколайович, канд. техн. наук, доц., доц. кафедри міжнародної електронної комерції та готельно-ресторанної справи, Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна, 61022, e-mail: chervonyi.v@gmail.com

Lavreniuk Vladyslav, bachelor's degree candidate, Kharkiv State Biotechnology University. Address: Alchevskiyh str., 44, Kharkiv, Ukraine, 61002, e-mail: lavreniuk.vladyslav@gmail.com

Лавренюк Владислав Вікторович, здобувач вищої освіти ступеня бакалавра, Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських, 44, м. Харків, Україна, 61002, e-mail: lavreniuk.vladyslav@gmail.com

DOI 10.5281/zenodo.13322301

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

А.Е. Радченко, О.О. Соколовська Технологічні параметри виробництва халви з ізомальтом та мальтитолом.....	6
Н.О. Боровікова, О.М. Шаніна, Т.В. Гавриш Дослідження іонзв'язувальної здатності білків рисового тіста за наявності поліпшувачів.....	18
О.Г. Шидакова-Каменюка, А.Л. Рогова, І.В. Чоні Перспективи використання перетинок волоського горіху у технології булочних виробів.....	24
М.М. Самілик, Я.В. Нагорний Вплив борошна кіноа на властивості тіста та органолептичні показники безглютенового хліба.....	39
Н.В. Лапицька, Г.В. Новік, А.В. Руденко, Т.О. Мось Вплив молочної сироватки на формування якості фруктово-овочевого желе.....	47
О.В. Котляр, С.Б. Омельченко, Н.В. Федак, Н.В. Чорна, О.О. Лісниченко Використання напівфабрикату сухого збивного на основі олеогелів у десертній продукції.....	61
Г.В. Дейниченко, В.І. Скриннік, Н.В. Федак Дослідження показників якості напівфабрикатів десертної продукції на основі УФ-концентратів молочної сировини.....	73
М.О. Янчева, Т.С. Желєва, А.Т. Інжиянц, О.Б. Дроменко Удосконалення технології напівфабрикатів м'ясних реструктурованих заморожених.....	85
 ХАРЧОВА БЕЗПЕКА ТА ЕКСПЕРТИЗА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ	
Л.В. Газзаві-Рогозіна, В.В. Євлаш Аналіз захворюваності на харчовий ботулізм в Україні та в Харківській області.....	97
Н.Г. Гринченко, П.П. Пивоваров, В.О. Крилов Розробка елементів системи НАССР для технології структурованих м'ясних продуктів.....	105

ПОВНОЦІННЕ ХАРЧУВАННЯ ТА СТАЛІ ДІЄТИ

І. Є. Іванова, М. Є. Сердюк, Т. М. Тимошук, І. А. Кривонос Прогнозування вмісту цукрів у плодах черешні для забезпечення безвідходного ланцюга використання плодової сировини.....	117
Ю.М. Гончар Оцінка ефективності регуляторних норм у системі харчування дітей дошкільного та шкільного віку.....	134

**ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ
ХАРЧОВОЇ ІНДУСТРІЇ**

О.М. Савченко, О.І. Сиза, О.О. Корольов, О.В. Богомолів Екстракт виноградних кісточок у протикарозійному захисті сталей..	145
О.О. Богомолів Сепарація насіння проса за дальністю відскосу після удару об похилу відбивну поверхню.....	156
О.В. Богомолів, В.М. Михайлов, О.І. Завгородній, П.В. Гурський, О.О. Богомолів, Е.М. Науменко, Є.В. Бойко Шляхи зниження енергоємності процесів сепарації зернових сумішей.....	165
О.А. Маяк, М.О. Василенко, О.Д. Косточка Виробництво та перспективи використання харчових порошків.....	179
Г.В. Дейниченко, Д.В. Дмитревський, В.М. Червоний, Д.В. Горєлков, В.В. Лавренюк Аналіз конструкцій мембранних апаратів харчової та переробної промисловості	187

CONTENTS**INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF FOOD PRODUCTION**

A. Radchenko, O. Sokolovska Technological parametrs of halva with isomalt and maltitol.....	6
N. Borovikova, O. Shanina, T. Gavrish Study of the ION-binding capacity of rice dough proteins in the presence of improvers.....	18
O. Shydakova-Kamieniuka, A. Rogova, I. Choni Prospects of using walnut membrane in bakery technology.....	24
M. Samilyk, Y. Nogorny The influence of quinoa flour on the properties of the dough in the production of gluten-free bread.....	39

N. Lapytska, A. Novik, A. Rudenko, T. Mos The influence of milk whey on the formation of the quality of fruit and vegetable jelly.....	47
O. Kotliar, S. Omelchenko, N. Fedak, N. Chorna, O. Lisnichenko Use of semi-finished dry cheating product based on oleogels in desserts....	61
G. Deinychenko, V. Skrynnik, N. Fedak Study of quality indicators of semi-finished dessert products based on uv dairy concentrate.....	73
M. Yancheva, T. Zhelieva, A. Inzhyants, O. Dromenko Improvement of the technology of restructured frozen semi-finished meat..	85

FOOD SAFETY AND FOOD EXPERTISE

L. Gazzavi-Rogozina, V. Yevlash Analysis of the incidence of food-food botulism in Ukraine and in the Kharkiv region.....	97
N.G. Grynchenko, P.P. Pyvovarov, V.O. Krylov Development of elements of the haccp system for technology of structured meat products.....	105

ADEQUATE NUTRITION AND SUSTAINABLE DIETS

I. Ivanova, M. Serdyuk, T. Tymoshchuk, I. Kryvonos Prediction of the sugars content in cherry fruits to ensure a waste- free chain of the fruit raw materials usage.....	117
Yu. Honchar Assessment of the effectiveness of regulatory norms in the school nutrition system.....	134

ENGINEERING AND TECHNICAL SUPPORT OF FOOD INDUSTRY TECHNOLOGIES

O. Savchenko, O. Syza, O. Korolev, O. Bogomolov Grape seed extract in anti-corrosion protection of steel.....	145
O. Bogomolov On the question of separation of millet seeds by flight distance after impact on an inclined reflective surface.....	156
O. Bogomolov, V. Mykhailov, O. Zavorodniy, P. Gurskyi, O. Bogomolov, E. Naumenko, E. Boyko Ways of reducing the energy consumption of grain mixture separation processes.....	165
O. Mayak, N. Vasilenko, A. Kostochka Production and prospects for the use of food powders.....	179

**G. Deinychenko, D. Dmytrevskiy, V. Chervonyi,
D. Horielkov, V. Lavreniuk**

Analysis of membrane devices constructions of the food
and processing industry.....187

Наукове видання

**ПРОГРЕСИВНІ ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ
РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА І ТОРГІВЛІ**

Збірник наукових праць

Видається з 2005 року

Випускається 2 рази на рік

Випуск 1 (35)

Відповідальний за випуск: В. М. Михайлов

Тех. редактор: Л. Ю. Кротченко

Комп'ютерна верстка: С. В. Прасол

Підп. до друку 30.05.2024 р. Формат 60x84 1/16. Папір офсет.
Ум. друк. арк. 12,6. Тираж 100 прим.

Державний біотехнологічний університет
вул. Алчевських, 44, Харків, 61002.