

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

НАУКОВИЙ ВІСНИК

ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ВЕТЕРИНАРНОЇ МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
імені С.З. ГЖИЦЬКОГО

Серія: ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ



SCIENTIFIC MESSENGER
OF LVIV NATIONAL UNIVERSITY OF VETERINARY
MEDICINE AND BIOTECHNOLOGIES

SERIES: FOOD TECHNOLOGIES

Том 26 № 101
2024

Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Серія: Харчові технології входить до "Переліку наукових фахових видань України" (категорія Б), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук у галузі технічних наук (остання переєстрація згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 1301 від 15 жовтня 2019 р.).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ № 14133–3104 ПР від 11.06.2008 року.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова редакційної колегії:

Б. В. ГУТИЙ, д. вет. н. (Україна)

Заступник голови редакційної колегії

О. М. ФЕДЕЦЬ, к. с.-г. н. (Україна)

Відповідальний секретар

Т. В. МАРТИШУК, к. с.-г. н. (Україна)

Члени редакційної колегії

В. М. АТАМАНЮК, д. т. н. (Україна)
Л. В. БАЛЬ-ПРИЛИПКО, д. т. н. (Україна)
Ю. Л. БІЛОНОГА, д. т. н. (Україна)
О. Я. БІЛИК, к. т. н. (Україна)
В. І. БУЦЯК, д. с.-г. н. (Україна)
В. М. ВАНЬКО, д. т. н. (Україна)
О. Т. ВОЗНЯК, д. т. н. (Україна)
Г. В. ДРОНИК, д. б. н. (Україна)
А. М. КОСТРУБА, д-р. ф.-м. н. (Україна)
З. М. МИКИТЮК, д. т. н. (Україна)
В. М. ПАСІЧНИЙ, д. т. н. (Україна)
М. І. ПАШЕЧКО, д. т. н. (Республіка Польща)
Б. І. СОКІЛ, д. т. н. (Україна)
І. І. СІМОНОВА, к. т. н. (Україна)
А. О. ФЕДОРЧУК, д. х. н. (Україна)
А. В. ФЕЧАН, д. т. н. (Україна)
Б. Р. ЦІЖ, д. т. н. (Україна)
О. Й. ЦІСАРИК, д. с.-г. н. (Україна)
М. С. ЯВОРСЬКИЙ, к. т. н. (Україна)

Рекомендовано Вченою радою Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (протокол № 5 від 30.05.2024 р.).

Адреса редакційної колегії:

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, вул. Пекарська, 50, м. Львів, Україна, 79010
тел. +38 (032) 2392622, +380681362054
E-mail: admin@vetuniver.lviv.ua, bvh@ukr.net

Scientific messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies.

Series: Food Technologies

includes in the "List of scientific professional publications of Ukraine", which can be published the results of dissertations for the degree of doctor and candidate of Science in Technical Science (last re-registration under the order of the Ministry education of Ukraine number 1301 of October 15, 2019)

Certificate of registration of print media Series KV number 14133–3104 PR from 11.06.2008 year

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief:

B. GUTYJ, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

Deputy Editors:

O. FEDETS, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

Executive Secretary:

T. MARTYSHUK, Cand. Agr. Sci. (Ukraine)

Editorial board

V. ATAMANYUK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
L. BAL-PRYLIPKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
Y. BILONOHA, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. BILYK, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
V. BUTSYAK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
V. VANKO, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. VOZNYAK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
G. DRONYK, Dr. Biol. Sci. (Ukraine)
A. KOSTRUBA, Dr. Phys.-Math. Sci. (Ukraine)
Z. MYKYTYUK, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
V. PASICHNYJ, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
M. PASHECHKO, Dr. Tech. Sci. (Poland)
B. SOKIL, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
I. I. SIMONOVA, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
A. FEDORCHUK, Dr. Chemical. Sci. (Ukraine)
A. FECHAN, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
B. TSIZH, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. TSISARYK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
M. JAWORSKYJ, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)

Recommended by Academic Council of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv (Minutes № 5 of 30.05.2024).

Editorial address:

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, 79010, Lviv, Pekarska str., 50
tel. +38 (032) 2392622, +380681362054
E-mail: admin@vetuniver.lviv.ua, bvh@ukr.net



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10101
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 579:637.3:637.143.33

Microbiological indicators of cottage cheese using different rennet leavens

V. V. Bila, H. V. Merzlova, V. Y. Bilyi, S. V. Merzlov, Y. O. Mashkin✉

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 11.12.2023
Received in revised form
15.01.2024
Accepted 16.01.2024

Bila Tserkva National Agrarian
University, pl. Soborna 8/1,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel: +38-098-659-26-84
E-mail: Aspirant.btf@gmail.com

Bila, V. V., Merzlova, H. V., Bilyi, V. Y., Merzlov, S. V., & Mashkin, Y. O. (2024). Microbiological indicators of cottage cheese using different rennet leavens. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 3–7. doi: 10.32718/nvlvet-f10101

Rennet cheeses occupy an important place in the diets of the population of Ukraine. The technology of cheese production depends both on the quality of raw materials and on the quality of the enzymes used to curdle milk. Therefore, the study of the effect of rennet enzymes obtained by improved biotechnology on the microbial state of the finished product is of scientific and practical importance. III groups of samples ($n = 3$) were formed to conduct the experiment. Cow's milk for research was collected from clinically healthy cows during the calving period. In the control group of samples, rennet enzyme of microbial origin was used for curdling milk. In the 1st experimental group of samples, an enzyme preparation was used, extracted from the rennet of dairy calves according to the method of Yu. Ya. Syrydenko. In the II experimental group, an enzyme preparation obtained by the method of extraction according to the method of was used. S. V. Merzlova. Laboratory research was carried out in the conditions of the Research Institute of Food Technologies and Technologies of Processing Livestock Products and the Laboratory of Microbiological Research Methods of the Department of Microbiology of the Bilotserk National Agrarian University, which is certified according to (DSTU ISO 10012:2005). To determine the qualitative and quantitative microbial composition, culture was carried out from cheeses obtained with the help of various enzyme preparations. Microbiological research was carried out using the methods defined by DSaNPiN 4.4.5-078-2001 "Microbiological standards and methods of control of food products". To determine bacterial insemination, two nutrient media such as Lees agar and *Streptococcus thermophilus* agar were used. The method of serial dilutions was used for seeding the suspension. Sowing was carried out by applying 1.0 cm³ of suspension (dilutions from 1 to 10-5) in melted and cooled agar in Petri dishes, followed by thermostating for 48 hours at 37 °.

Key words: milk processing, cheese production, rennet enzymes.

Introduction

Statement of the problem: the production of pickled cheeses occupies an important place in cheesemaking and belongs to the most dynamically developing segments. Salted cheeses are the most popular in Ukraine, and for many, including people with impaired carbohydrate metabolism, a daily product. Cheese is a source of complete proteins, calcium, magnesium and vitamins.

Rennet enzymes are used for the production of pickled cheeses, which are divided into two groups by origin. The raw material for the first group is natural rennet of kid goats, lambs and calves. Enzymes of the second group are obtained with the help of microorganisms. The use of enzymes of microbial origin can negatively affect the sensory parameters of cheeses. In addition, the demand

for cheeses made with the use of natural rennet enzymes has been growing recently. The question of how different rennet enzymes affect the microbiological composition of cheese remains unexplored.

The purpose of the work is to establish the dependence of the microbiological state of cheese on the action of various enzyme preparations during its production.

Analysis of research and publications. Rennet enzymes are used to produce rennet cheeses, which are highly nutritious protein products obtained from milk by curdling and processing. Cheese preserves all the main nutrients of milk except carbohydrates. Renal enzymes are obtained by extraction from the stomach of young ruminants that were fed only milk and dairy products. The rennet enzyme extract is purified by filtration, and then

passed through a bacterial filter and stored under sterile conditions. The two active protein components of rennet enzymes are chymosin and pepsin, the standard ratio of which is 80 % to 20 %, respectively. The activity of rennet enzymes depends on the factors of the technological conditions of their production (Silva et al., 2012; Tsisaryk, 2017). Soft cheeses occupy a special place among cheeses. As a result of the biochemical processes that occur during the ripening of cheeses, a large number of peptides and amino acids are formed in them in a shorter time compared to semi-hard and hard cheeses, which allows soft cheeses to be classified as dietary products. The wide taste range of soft cheeses fully satisfies the needs of consumers with any preferences (Bilyi et al., 2021; Bila & Merzlova, 2023).

Interest in soft cheeses is growing especially rapidly in Ukraine. Today, this is one of the directions that is developing and occupies a special niche in the cheese industry. In particular, brynza cheese is popular in Ukraine (Kukhtyn et al., 2016; Johnson, 2017; Slyvka et al., 2018). The modern market makes high demands on the quality of food products, in particular dairy products. The quality of a food product is understood as the degree of perfection of the properties and characteristic features of the food product, which are able to satisfy the needs and wishes of those who consume or use this food product. The most acceptable way to determine the totality of product properties is to establish requirements for it in normative documents – technical conditions, standards, etc. (Milci et al., 2005; Yashkina & Makovetska, 2017). Dairy products must meet not only the taste preferences of consumers, but also be useful and safe for consumption. In order to popularize soft rennet cheeses of domestic production, it is first necessary to increase their quality, assortment and competitiveness both on the domestic and foreign markets (Ardo et al., 2002; Bilyi & Merzlov, 2022). During the ripening of cheeses, complex biochemical transformations take place, as a result of which, under certain conditions, there is an accumulation of taste and microbiological particles that determine the specific taste and aroma of cheese (Park et al., 2017).

The purpose of the study

To investigate the effect of antibiotics in milk on the action of different leavens.

Materials and methods

Laboratory research was carried out in the conditions of the Research Institute of Food Technologies and Technologies of Processing Livestock Products and the Laboratory of Microbiological Research Methods of the Department of Microbiology of the Bila Tserkva National Agrarian University, which is certified according to (DSTU ISO 10012:2005).

Milk that met the requirements of DSTU 2661:2010 (Kholodenko et al., 2023) was collected from clinically healthy cows during the calving period for research. The filtered milk was cooled to a temperature of 4 °C and kept for 12 hours. Pasteurization was carried out at a temperature of 60–63 °C with a holding time of 30 minutes. Pasteurized milk was normalized by mass fraction of fat. Rennet enzyme and sourdough were added to normalized milk heated to a temperature of 33 °C while gently stirring it. The clot was cut into cubes of 15–20 mm in size and left alone for 10–15 minutes, then it was carefully mixed for 20–30 minutes to compact and dehydrate. Mixing was carried out using stops for 2–3 minutes.

The second heating of the curd mass was not used. After sufficient compaction, the cheese mass was moved to a forming table covered with gauze in two layers for self-pressing, which was carried out for 2 hours. Five days after the ripening of the cheese, samples were taken from each sample to study the microbial composition.

Samples of cottage cheese obtained with the help of microbial enzymes and stabilized enzymes of animal origin were used for scientific research. The experiments were conducted according to the experimental scheme given in Table 1.

Samples for research were taken for 20 days of storage at a temperature of 4–5 °C.

To determine the qualitative and quantitative microbial composition, culture was carried out from cheeses obtained with the help of various enzyme preparations.

Table 1
Scheme of the experiment

A group of samples	The studied factor
Control	Cheese is obtained with the help of enzymes of microbial origin
I experimental	Brynza is obtained with the help of enzymes of animal origin extracted according to the method of Yu. Ya. Svyridenka
II experimental	Brynza is obtained with the help of enzymes of animal origin extracted according to the method of S. V. Merzlova

Microbiological research was carried out using the methods defined by DSaNPiN 4.4.5-078-2001 “Microbiological standards and methods of control of food products”.

Microscopy of bacterial cells was performed on fixed stained smears using the Vinogradsky-Shulgin-Brid method. The number of microorganisms in the test sample is calculated according to the formula:

$$M=A \times S / V \times X \times n$$

where M is the number of cells in 1 cm³; A is the average number of cells in a square field of view; S is the area of the square of the field of view and the test sample μm²; V is the volume of suspension applied to the glass in cm³; n – sample dilution.

To determine bacterial insemination, two nutrient media such as Lees agar and Streptococcus thermophilus agar were used.

The method of serial dilutions was used for seeding the suspension. Sowing was carried out by applying

1.0 cm³ of suspension (dilutions from 1 to 10⁻⁵) in melted and cooled agar in Petri dishes, followed by thermostating for 48 hours at 37 °C.

The assessment of the quality of raw materials was carried out according to the methods of A. M. Polyvody, R. V. Strobykinoi, M. D. Lubetsky.

The reliability of the results is ensured by threefold repetition of determinations.

Results and discussion

In the (control) group, a rennet enzyme of microbial origin was used for milk curdling, in the 1st experimental group of samples, an enzyme preparation extracted from the rennet of dairy calves was used, the extraction was carried out according to the method described by Yu. Ya. Svyridenko (2011). The method of production of rennet enzyme, which includes crushing of rennet, extraction of the enzyme with a sodium chloride solution, introduction of the preservative sodium benzoate to prevent bacterial growth, separation of the liquid phase, filtering, which is characterized by the fact that the extraction of the enzyme is carried out once with 3.0–10.0 % with a solution of sodium chloride at a temperature of 35–40 °C for 3–3.5 h and with slow constant stirring, the extract is separated from the raw material, activation of the rennet in the extract is carried out by setting the pH to 4.6–4.7 and keeping it for 8–16 h at a temperature of 25–35 °C, the extract is treated with substances that facilitate and accelerate the filtration process, filtered under a pressure

of 0.015–0.02 MPa at a temperature of 20–25 °C, the resulting enzyme is stabilized by adding dry sodium chloride to the content of the filtrate 17–18 % of it in the finished preparation and bringing the pH of the finished preparation to 5.3–7.0 units. pH, and the preservative sodium benzoate is added at the stabilization stage to a content of 0.1–0.5 % in the finished preparation.

The II experimental group was treated with an enzyme preparation, which was extracted from the rennet of dairy calves by the method of extracting rennet enzymes according to the method of S. V. Merzlova (2019). The essence of the technique is that a 40 % lactic acid solution is additionally introduced into the extractant, as a result of adding 2.3 % lactic acid to the hydrochloric acid extractant, it is possible to increase the extraction of rennet enzymes by 2.07 times.

With the use of various enzyme preparations, the level of lactic acid microflora becomes of particular importance, which affects the quality of the product and its shelf life. Therefore, we investigated the quantitative and qualitative composition of lactic acid bacteria in cheese. After microscopy of smears from cheese samples, groups of lactic acid bacteria and their number were identified (Table 2).

A high concentration of lactic bacteria was detected in the control group of samples where the level of titrated acidity was 210–220 °T, the total number of CFU was 28×10⁵. In the samples of the I research group, the number of microorganisms was 31×10⁵, which is 10.7 % more compared to the control.

Table 2

The total number of lactic acid bacteria in cheese, CFU/1g

Indicator	control	I experimental	II experimental
Total	28×10 ⁵	31×10 ⁵	33×10 ⁵
<i>Streptococcus salivarius subsp. thermophiles</i>	16×10 ⁵	22×10 ⁵	24×10 ⁵
<i>Lactococcus lactis subsp. cremoris</i>	11×10 ³	17×10 ³	19×10 ³

The largest number of microorganisms was observed in the samples of the II experimental group of samples with an acidity of 218–230 °T and was 33×10⁵ CFU, which is 17.8 % more than in the product with an acidity of 210–220 °T.

After seeding and thermostating the experimental samples on the nutrient medium, changes in the intensity of colony placement were detected (Fig. 1).

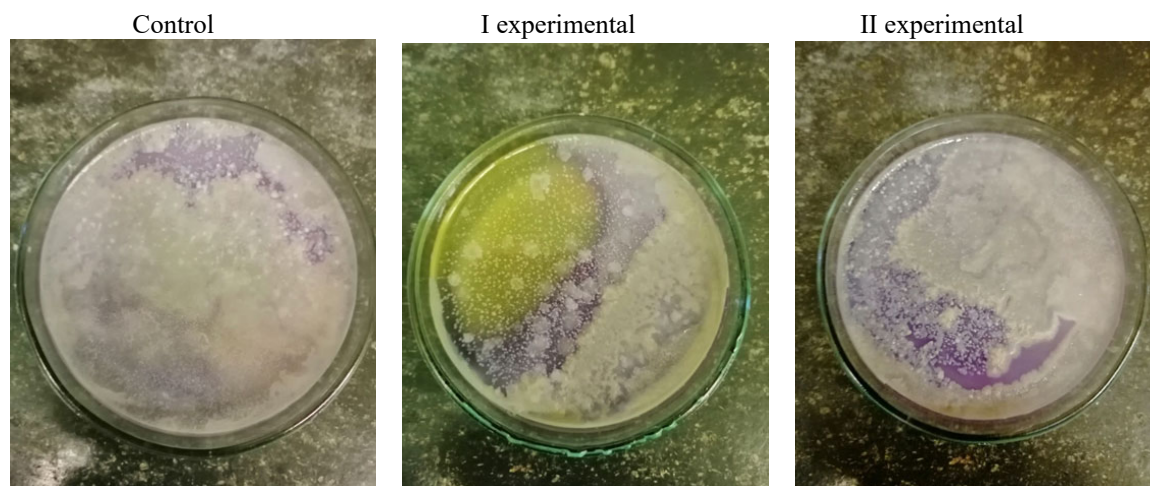


Fig. 1. View of samples

The presence of pathogenic microflora in cheese samples was assessed by the nature of growth on the appropriate media. The presence of *Staphylococcus aureus* bacteria was evidenced by the presence of yellow colonies and a change in pH of the medium (from purple to yellow) in the samples of the first experimental group. Samples of the II experimental group had a pronounced growth of colonies on the medium in separate groups. The medium on which the microorganisms were cultivated did not change color during the growth of the microorganisms, but had a slight turbidity. In the control, unlike the II experimental group of samples, the colonies did not have separate groups and merged with each other. The medium on which the microorganisms were cultivated had significant turbidity and contained traces of mold fungi.

Bacteria of the species *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* (thermophilic lactic acid streptococcus). It is these types of lactic acid streptococci that are completely safe for human health, which is confirmed by many years of experience in their use in the production of various food products, including cottage cheese.

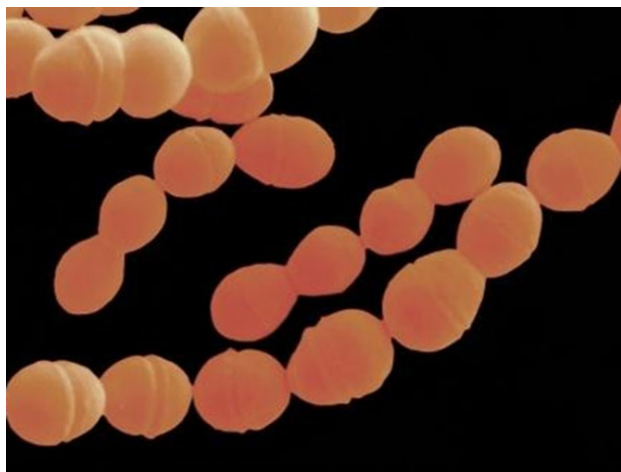


Fig. 2. *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*

The cells of lactic acid streptococci have a spherical or oval shape with a diameter of 0.5–1.2 μm , are located in pairs or in the form of chains of different lengths. The main type of biological activity of lactic acid streptococci, like other lactobacilli, is the fermentation of carbohydrates with the formation of lactic acid as the main metabolic product.

One of the most useful properties of lactic acid streptococci is the ability of certain strains to synthesize polysaccharides, the unique biological functions of which have been the subject of many studies in recent years. In particular, it was established that microbial polysaccharides have pronounced immunostimulating properties. This allows us to consider them as an important component of the complex therapy of patients with oncological pathology and infections, especially of viral etiology. The antioxidant properties of some strains of lactic acid streptococci are an additional factor preventing the formation of tumors. The anti-inflammatory properties of certain strains of lactic acid streptococci have been revealed. The

cells of lactic acid streptococci are a source of active digestive enzymes, in particular β -galactosidase (lactase), an enzyme that breaks down lactose. The use of such bacteria is of interest due to the increase in the number of children and adults who suffer from milk intolerance due to a deficiency of this enzyme (Semko et al., 2018; Bila & Merzlova, 2022). The quality of food products is determined by their chemical composition, physical properties, as well as nutritional and biological value. At the same time, biological value is a leading indicator of quality, as it determines the degree of compliance of food products with optimal human needs according to physiological norms. The biological value of cheese directly depends on its microbiological composition (Melina et al., 2016). During the fermentation of cheeses with enzyme preparations extracted from rennet, in comparison with microbial analogues, 1.3 % more microorganisms remain in the curd and pass into the cheese grain (Borshch et al., 2019). The production of rennet cheeses is a complex multifunctional process, in which a change in the influence of even one of the technological factors can change the dynamics of biochemical, microbiological and physicochemical transformations of the cheese mass, which affects not only the organoleptic properties, but also the biological value of the final product (Chuang et al., 2005).

Conclusions

The higher the nutritional and biological value of food depends on whether the product satisfies the body's needs for basic nutrients, i.e. corresponds to a balanced diet. One of the most important components of food products and their safety is the microbiological indicators of the finished product

According to the results of this study, it can be seen that different enzyme preparations have different effects on the microbiological composition of cottage cheese. As a result, it was found that the high concentration of lactic bacteria in the control group of samples where the level of titrated acidity was 210–220 $^{\circ}\text{T}$, the total number of CFU was 28×10^5 . In the samples of the I research group, the number of microorganisms was 31×10^5 , which is 10.7 % more compared to the control. The largest number of microorganisms was observed in the samples of the II experimental group of samples with an acidity of 218–230 $^{\circ}\text{T}$ and was 33×10^5 CFU, which is 17.8 % more than in the product with an acidity of 210–220 $^{\circ}\text{T}$. The presence of pathogenic microflora in cheese samples was assessed by the nature of growth on the appropriate media. The presence of *Staphylococcus aureus* bacteria was evidenced by the presence of yellow colonies and a change in pH of the medium (from purple to yellow) in the samples of the first experimental group.

The obtained results are promising for further scientific research aimed at the study and improvement of enzyme extraction methods, the use of other organic extractants, and the study of finished products.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Ardo, Y., Thange, B. V., & Madsen, J. S. (2002). Dynamics of free amino acid composition in cheese ripening. *Aust. J. Dairy Technol.*, 57, 109–115. URL: <https://www.proquest.com/openview/000f4345904349c64f1b266778ded50f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=36914>.
- Bila, V. V., & Merzlova, G. V. (2022). Research on the amino acid composition of milk obtained in Kyiv, Vinnytsia and Cherkasy regions as a raw material for soft cheeses. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 97–101.
- Bila, V., & Merzlova, H. (2023). The influence of antibiotics in milk on the action of sourdough using cheese technology. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 66–69. DOI: 10.32718/nvlvet-a9811.
- Bilyi, V. Yu., & Merzlov, S. V. (2022). The effect of some modern enzymes on the parameters of milk coagulation. *Scientific Bulletin of the Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology. Series: Agricultural Sciences*, 24(96), 144–147. DOI: 10.32718/nvlvet-a9620.
- Bilyi, V. Yu., & Merzlov, S. V. (2022). The effect of various rennet enzymes on the technological and sensory parameters of cheese. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 103–109. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.13.
- Bilyi, V., Merzlov, S., Narizhnyi, S., Mashkin, Yu., & Merzlova, G. (2021) Amino acid composition of whey and cheese under different rennet enzymes. *Scientific horizons*, 24(9), 19–25. DOI: 10.48077/scihor.24(9). 2021.19-25.
- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(1), 117–123. URL: <http://agrojournal.org/25/01-16.pdf>.
- Chuang, C. K., Lin, S. P., Lee, H. C., Wang, T. J., Shih, Y. S., Huang, F. Y., & Yeung, C. Y. (2005). Free amino acids in full-term and pre-term human milk and infant formula. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 40(4), 496–500. DOI: 10.1097/01.mpg.0000150407.30058.47.
- Johnson, M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9952–9965. DOI: 10.3168/jds.2017-12979.
- Kholodenko, I., Bila, V., Bilyi, V., & Mashkin, Y. (2023). Sensory indicators of suluguni cheese when using enzyme preparations of different origins in the technology of soft cheeses. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 25(99), 104–107. DOI: 10.32718/nvlvet-f9918.
- Kukhtyn, M., Vichko, O., Berhilevych, O., Horyuk, Y., & Horyuk, V. (2016). Main Microbiological and Biological Properties of Microbial Associations of “*Lactomyces tibeticus*”. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(6), 1269–1272. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18328/1/%5b167%5d.pdf>.
- Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(12), 1970–1980. DOI: 10.1016/j.jand.2016.09.025.
- Merzlov, S., Bilyi, V., & Ryndin, A. (2019). Effect of extractors on the elimination rates of exposed enzymes. *Scientific horizons*, 8, 77–81. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-81-8-77-81.
- Milci, I. S., Goncu, A., Alpkent, Z., & Yaygin, H. (2005). Chemical, microbiological and sensory properties of Halloumi cheese produced from, caprine and bouine milk. *International Dairy Journal*, 15(6), 625–630. DOI: 10.1016/j.idairyj.2004.10.009.
- Park, W. Y., Jeanjulien, C., & Siddique, A. (2017). Factors affecting sensory quality of goat milk cheeses: A review. *Advances in Dairy Research*, 5(3), 1000185. DOI: 10.4172/2329-888X.1000185.
- Semko, T. V., Vlasenko, I. H., & Hyrych, S. V. (2018). Innovations in the production of hard cheeses. Vinnytsia: VITE of KNUTE.
- Silva, R. C., Minim, V. P., Vidigal, M. C., Silva, A. N., Simiqueli, A. A., & Minim, L. A. (2012). Sensory and Instrumental Consistency of Processed Cheeses. *Journal of Food Research*, 1(3), 204–213. DOI: 10.5539/jfr.v1n3p204.
- Slyvka, I., Tsisaryk, O., Dronyk, G., & Musiy, L. (2018). Strains of lactic acid bacteria isolated from traditional Carpathian cheeses. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(1), 62–68. DOI: 10.15421/021808 (in Ukrainian).
- Svyridenko, Yu. Ya. (2011). Promising technology for controlling the ripening of cheeses using biotechnology methods. *Cheese making and butter making*, 3, 41–43.
- Tsisaryk, O. (2017). Analysis of the microbiological composition of sheep cheese. In *Current problems of the food industry: Materials of the scientific conference*. Ternopil: Ternopil Ivan Puluj National Technical University, 146–147.
- Yashkina, O. I., & Makovetska, D. O. (2017). Marketynhovi doslidzhennia vidnoshennia spozhyvachiv do novoi produktsii. *Ekonomika ta upravlinnia pidpriemstvamy*, 9, 750–753 (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10102
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.352–049.34:579.67

Effect of storage temperature on the change of microbiological indicators of fresh soft cheese

O. I. Kravchenko, S. M. Mykhailiutenko[✉], L. M. Kuzmenko

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Article info

Received 14.12.2023

Received in revised form

15.01.2024

Accepted 16.01.2024

*Poltava State Agrarian University,
1/3, Skovorody Str., Poltava,
36003, Ukraine.
Tel: +38- 066-630-54-44
E-mail: sv_81@ukr.net*

Kravchenko, O. I., Mykhailiutenko, S. M., & Kuzmenko, L. M. (2024). Effect of storage temperature on the change of microbiological indicators of fresh soft cheese. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 8–12. doi: 10.32718/nvlvet-f10102

In Ukraine, there is a tendency to increase the production of soft, fresh cheeses due to their technological features. The advantages of producing this product include efficient use of raw materials; the ability to sell the product without ripening or with a short ripening period (no more than 14 days); and high quality indicators. In general, cheese is considered a complete food product that covers part of a person's daily needs for nutrients and biologically active substances. Due to martial law in the country, loyalty in the sale of products plays a unique role, but the temperature regime of storage affects the safety of cheese. Therefore, the study aimed to determine the sanitary quality of soft, fresh cheese and to justify the parameters of product storage at a temperature of 6 °C. The research was conducted at the Regional State Laboratory of the State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection in Poltava Oblast and at the Department of Livestock Products Processing Technology laboratory of Poltava State Agrarian University. The research objects were samples of soft, fresh cheese without fillers produced at the Milk Local Product Expert Center of the Faculty of Animal Production and Food Technology. The indicators stipulated by the regulatory document for soft cheeses 4395:2005 "Soft cheeses. General technical conditions". It was established that the investigated cheese (sample No. 6) met the requirements of the current standard in terms of organoleptic (appearance, taste and smell, consistency, dough color, pattern, shape), physicochemical (mass fraction of fat, table salt, water) and physicochemical parameters. Specific physicochemical characteristics (mass fraction of moisture, table salt, and fat in dry matter) of the cheese, according to the tests, were within the limits specified by SSTC. The studied samples of fresh soft cheese regarding microbiological parameters (pathogenic microorganisms, particularly Salmonella, Listeria monocytogenes, and Staphylococcus aureus) complied with regulatory documents when they were stored at +6 °C for two days. At the same time, it has been proven that storage of fresh soft cheese without fillers at a temperature of +20 ± 0.5 °C leads to the growth and presence of coliform bacteria in the E. coli group. As early as 48 hours later, the products did not meet the regulated norms of the current national standards.

Key words: *fresh soft cheese, storage, quality, safety, indicators.*

Вплив температури зберігання на зміну мікробіологічних показників свіжого м'якого сиру

O. I. Кравченко, С. М. Михалютенко[✉], Л. М. Кузьменко

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

В Україні простежується тенденція до збільшення виробництва м'яких свіжих сирів, завдяки їх технологічним особливостям. До переваг виробництва даної продукції зараховують ефективне використання сировини; можливість реалізації продукту без визрівання або з коротким терміном визрівання (не більше ніж 14 діб); високі якісні показники. Загалом сир належить до повноцінного продукту харчування, який покриває частину добової потреби людини в поживних та біологічно активних речовинах. У зв'язку з воєнним станом в державі лояльність щодо реалізації продуктів відіграє особливу роль, але температурний режим збері-

гання впливає на показники безпечності сиру. Тому метою роботи було визначити санітарну якість м'якого свіжого сиру та обґрунтування параметрів зберігання продукту за температури 6 °C. Дослідження проводили в Регіональній державній лабораторії Держпродспожислужби в Полтавській області та у лабораторії кафедри технології переробки продукції тваринництва Полтавського державного аграрного університету. Об'єктами досліджень стали зразки м'якого свіжого сиру без наповнювачів, виготовленого в експертному центрі "Milk Local Product" факультету технологій тваринництва та продовольства. Визначали показники, передбачені нормативним документом до м'яких сирів 4395:2005 "Сири м'які. Загальні технічні умови". Встановлено, що за показниками: органолептичними (зовнішній вигляд, смак і запах, консистенція, колір тіста, рисунок, форма), фізико-хімічними (масова частка жиру, кухонної солі, води) досліджуваній сир (проб № 6) відповідав вимогам діючого стандарту. Окремі фізико-хімічні характеристики (масова частка вологи, кухонної солі та жиру в сухій речовині) сиру згідно з випробуваннями у межах, зазначених ДСТУ. Досліджувані проби сиру м'якого свіжого за мікробіологічними показниками (патогенні мікроорганізми, зокрема *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*) у разі зберігання за температура +6 °C впродовж 2 діб відповідали нормативним документам. Водночас доведено, що зберігання сиру свіжого м'якого без наповнювачів за температура +20 ± 0,5 °C призводить до зростання та наявності колі-формних бактерій групи кишкової палички. Вже на 48 годину за даним показником продукція не відповідала регламентованим нормам чинних національних стандартів.

Ключові слова: сир м'який свіжий, зберігання, якість, безпечність, показники.

Вступ

Аналіз економічних, статистичних і споживчих даних вказує на актуальність та перспективність молочної галузі в Україні. Відомо, що сири належать до харчових продуктів, виготовлених саме на основі тваринного молока. Їх масштабно виробляють та споживають в усьому світі. Широке сприйняття даного товару споживачами пояснюють їх приємними сенсорними характеристиками, добрими поживними властивостями; універсальністю, різною ціною політикою та появою інноваційних продуктів із новими інгредієнтами, упаковками. Спрацьовує маркетинг, формати продажу. На споживчому ринку асортимент в основному представлений сирами, які експортують з країн Центральної Європи. Ряд авторів виокремлює розквіт виробництва саме м'яких сирів в Україні завдяки їх технологічним особливостям. До переваг виробництва м'яких свіжих сирів зараховують ефективне використання молока-сировини, якісні показники. Водночас можлива реалізація продукту без визрівання чи/або терміном визрівання не більше ніж 14 діб (Ialoveha, 2012; Tilocca et al., 2020; Liasota et al., 2020).

Водночас в умовах воєнного стану в державі важлива швидка оборотність капіталовкладень, формування й раціональне управління харчовим продуктом на споживчому ринку, його безпечність та якість. Отримання безпечного сиру залежить від низки чинників. Так, значну кількість публікацій присвячено даному питанню. Вчені доводять, що основне джерело забруднення сирів – молоко-сировина (Skyrda et al., 2020; Sun & D'Amico, 2021). Науковці у своїх працях всебічно розкривають та доносять до споживачів і виробників важливість санітарно-гігієнічних умов виробництва під час виготовлення харчового продукту. Доведено, що потрапляння бактеріальних патогенів у ході виготовлення сиру, його дозрівання та зберігання пов'язане з прямим або перехресним забрудненням: під час його переробки, у роздрібній торгівлі та домашньому середовищі (Tiwari et al., 2014; Schön et al., 2016; Jordan et al., 2018). За даними Carrascosa et al. (2016), руки працівників і робочі поверхні в цехах на переробних підприємствах, що контактують безпосередньо із сиром, належать до першопричин потрапляння *Staphylococcus aureus* (Carrascosa et al., 2016). Разом з тим до факторів бактеріального обсі-

меніння пастеризованого молока зараховують молочне устаткування у разі його незадовільної санітарної обробки. Залишки молока на обладнанні є одними з головних критеріїв безпечності молочної продукції: задовільне середовище для розвитку мікроорганізмів, зокрема кишкової палички. За висновками авторів, у більшості випадків бактерії, які діагностують в процесі виробництва кисломолочних продуктів не є показником фекального забруднення. Їх виявлення свідчить, як зазначалося вище, в основному про порушення технологічних режимів та недотримання розроблених настанов (Lialyk et al., 2019; Tsai et al., 2022). Так, ряд авторів зазначає найбільшу ймовірність зараження готового продукту на межі між прийомом молока-сировини та промисловими обробними зонами. Інші науковці наголошують, що потенційними шляхами потрапляння деяких мікроорганізмів, таких як *Listeria monocytogenes*, є як молоко-сировина, так і обладнання, технологічні зони, включаючи каналізацію в підлозі (Rückertl et al., 2014; Dzieciol et al., 2016; Schön et al., 2016).

Отже, у разі невідповідності транспортування, зберігання й реалізації різні види сирів не лише втрачають свою поживну цінність, а й можуть стати небезпечними для здоров'я споживачів, що особливо актуально на стихійних ринках, ярмарках, яких збільшилось за останні два роки.

Мета дослідження

Беручи до уваги вищезазначене, метою роботи було дослідити вплив терміну зберігання на зміну мікробіологічних показників дослідних зразків свіжого м'якого сиру. Для досягнення даної мети були поставлені такі завдання: провести аналіз органолептичних показників даного продукту, визначити окремі фізико-хімічні показники та динаміку мікробіологічних випробувань продукту за температури +20 ± 0,5 °C та +6°C упродовж 48 годин зберігання свіжого м'якого сиру.

Матеріал і методи досліджень

Роботу виконано у травні 2023 року на базі факультету технологій тваринництва та продовольства. Дослідження проводили в умовах лабораторії кафедри технології переробки продукції тваринництва

ПДАУ та Регіональної державної лабораторії Держпродспоживслужби в Полтавській області. Об'єктами досліджень стали зразки м'якого свіжого сиру без наповнювачів, виготовленого в експертному центрі "Milk Local Product" факультету технологій тваринництва та продовольства. Виготовлений традиційним способом з кислотною коагуляцією білка та використанням термофільної закваски LH-BO² (*Chr. hansen*), Данія. Всього було проаналізовано 6 зразків: по три

проби зберігали за температури $+20 \pm 0,5$ °C та $+6$ °C відповідно упродовж 48 годин. Для визначення якості сиру репрезентативними обрано показники: органолептичні (зовнішній вигляд, смак і запах, консистенція, колір тіста, рисунок, форма), окремі фізико-хімічні (масова частка жиру, кухонної солі, води); безпечності – мікробіологічні (табл. 1) (DSTU 4395:2005).

Таблиця 1

Мікробіологічні показники

Найменування показника	Позначення НД на метод випробувань
БГКП в 0,01 г	ГОСТ 30518-97
Патогенні мікроорганізми, в т. ч. сальмонели в 25 г	ISO 6579-1:2017
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г	ДСТУ ISO 11290-1:2003
<i>Staphylococcus aureus</i> , в КУО/г	ДСТУ ISO 6888:2003

Результати та їх обговорення

Кожна людина піклується про своє харчування, тому воно повинно бути безпечним та збалансованим. Уже багато століть одними із найважливіших продуктів харчування є молочні та кисломолочні групи товарів. Узагальнення інформаційних джерел дозволяє стверджувати, що особливою популярністю серед населення користується сир – натуральний молочний продукт, отриманий в результаті кисломолочного бродіння. Він багатий білком, жиром, мінеральними

речовинами, особливо кальцієм і фосфором. Усі ці корисні складові переходять в сир з молока і легко засвоюються організмом (Girma et al., 2014). За органолептичними показниками, наведеними в таблиці 2, досліджені зразки сиру м'якого свіжого відповідали нормативній документації.

На другому етапі експериментальної роботи було досліджено окремі фізико-хімічні характеристики сиру м'якого свіжого. Результати досліджень наведено в табл. 3.

Таблиця 2

Органолептичні показники готової продукції

Показник	Вимоги нормативно-технічної документації	Сир м'який свіжий
Зовнішній вигляд	Поверхня чиста без механічних ушкоджень, пружна, може мати відбиток перфорації	Поверхня чиста без механічних ушкоджень, пружна, має відбиток перфорації від форми
Смак і запах	Сирний, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів, властивий конкретному сиру	Сирний, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів
Консистенція	Однорідна, ніжна. Дозволено: мазка, злегка ламка або крихка, в міру щільна	Однорідна, ніжна, в міру щільна
Колір тіста	Від білого до світло-жовтого з кремовим відтінком рівномірний за масою	Білий з кремовим відтінком рівномірний за масою
Рисунок	Тісто без вічок. Дозволено наявність невеликих пустот	Тісто з наявністю невеликих пустот
Форма	Прямокутний брусок, циліндр або інша форма	Циліндр, "сердечко"

Таблиця 3

Окремі фізико-хімічні випробування сиру м'якого свіжого (n = 6)

Найменування показника та одиниці вимірювання	МДР за нормативними документами	Результати випробувань (середнє значення)	Позначення НД на метод випробувань	Похибка або невизначеність вимірювання	Відмітка про відповідність
Масова частка вологи, %	Не більше 62,0	60,48	ДСТУ 8552:2015	$\pm 0,184$	відповідає
Масова частка кухонної солі, %	Не більше 2,5	1,58	ПВ-103 (редакція 01)	$\pm 0,057$	відповідає
Масова частка жиру в сухій речовині, %	Не менше 30,0	31,45	ПВ-102 (редакція 01)	$\pm 0,051$	відповідає

З даних, наведених в табл. 3, видно, що за обраними показниками, які регламентують якість м'якого свіжого сиру, виготовленого в експертному центрі "Milk Local Product", продукт відповідає нормативним вимогам (DSTU 4395:2005).

Аналіз літературних джерел вказує на те, що незважаючи на наявність патогенних мікроорганізмів для людини у ході виробництва продукту, спостерігається порівняно небагато спалахів харчових захворювань, спричинених споживанням сиру. Більшість мік-

роорганізмів, які містяться в сирому молоці, успішно знищуються шляхом пастеризації (D'amico, 2014; Luo et al., 2022).

Узагальнення інформаційних джерел дозволяє стверджувати, що найбільше випадків токсикоінфекцій, спричинених споживанням сиру, виготовленого не в промислових умовах: залишкова мікрофлора пастеризованого молока, порушення температурних режимів зберігання сприяють забрудненню сиру та росту чи стійкості мікроорганізмів, дріжджів, збільшуючи тим самим ризик захворювань, пов'язаних зі споживанням молочнокислих продуктів (Amato et al., 2017). Так, у 102 досліджених зразках, відібраних на 25 молокозаводах Італії, був виявлений *St. aureus*. Згідно з даними інших вчених – 80 % позитивних проб отримано в результаті перевірки крафтових сирів, переважно виготовлених з сирого молока (Johler et al., 2018).

У ході проведеного моніторингового дослідження на території Кісуму, Кенія, доведено наявність патогенних мікроорганізмів у молочних продуктах. Встановлено, що *Salmonella enterica* – найпоширеніша бактерія. Сальмонелу виявлено у 54,3 % молочних продуктів. Разом з тим її не діагностовано в жодному продукті для немовлят. Збудник *Aeromonas sp.* – другий за поширеністю в молочних продуктах (22,8 %). Показник *E. coli* (*Enterotoxigenic E. coli*) у молочних

продуктах становив 7,4 %. *Shigella sonnei* виявляли значно рідше, лише в 0,5 % досліджених зразків (Tsai et al., 2022). Ряд дослідників діагностували 12 видів дріжджів з 42 зразків домашнього йогурту та ферментованого молока, зібраних у 3 регіонах Маруа, Гаруа та Нгоундере, Північного Камеруну. Серед ідентифікованих видів переважали такі: *Galactomyces candidum*, *Candida parapsilosis*, *Torulaspora delbrueckii*, *Saccharomyces cerevisiae/paradoxus* і *Kluyveromyces marxianus* (Maïworé et al., 2019).

У 2014 році зафіксовано отруєння людей у швейцарській школі-інтернаті м'яким сиром *Tomme*. Його виготовляли із сирого коров'ячого молока. Зареєстровано високі рівні стафілококового ентеротоксину D (>200 нг SED/г сиру). Було виявлено 10^7 КУО коагулазопозитивних стафілококів на грам сиру, при цьому в продукті розрізнили три різних штами *Staphylococcus aureus* (Johler et al., 2015).

Тому наступним етапом нашої роботи стало обґрунтування параметрів зберігання сиру м'якого свіжого за температури не вище ніж +6 °C. Проведено дослідження з вивчення впливу температури зберігання дослідних зразків сиру без наповнювачів, виготовлених в експертному центрі “Milk Local Product”, на зміну мікробіологічних показників. Визначено мікробіологічні показники, які наведено в таблиці 4.

Таблиця 4

Мікробіологічні показники сиру м'якого свіжого за температури + 20 ± 0,5 °C (n = 6)

Найменування показника	Вимоги нормативно-технічної документації	Термін зберігання	Позначення НД на метод випробувань
Титр бактерій групи кишкових паличок (коліформи) в 0,01 г	Не дозволено	24 год 48 год	Не виявлено Виявлено
Наявність бактерій роду <i>Salmonella</i> в 25 г	Не дозволено	24, 48 год	Не виявлено
<i>Listeria monocytogenes</i> , в 25 г	$5,0 \times 10^2$	24, 48 год	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i> , в КУО/г	Не дозволено	24, 48 год	10×10^1

Згідно з нормативними документами – їх зберігають за температури не вище ніж +6 °C. З даних табл. 4 видно, що зберігання сиру за температури + 20 ± 0,5 °C упродовж 48 год призвело до збільшення бактерій групи кишкової палички. Мікроорганізмів, які також характеризують безпечність молочних продуктів (*Staphylococcus aureus*, *Sallmonella* spp.), у контролі та дослідних зразках сиру не виділено ні зі свіжовиготовленого продукту, ні після 48-годинного зберігання. На додаток до мікроорганізмів, що регламентуються вищезазначеними вимогами, у сирі свіжому м'якому без наповнювачів, виготовленому в експертному центрі “Milk Local Product”, відсутня *L. monocytogenes*.

Висновки

За органолептичними показниками та окремими фізико-хімічними показниками зразки сиру м'якого свіжого сиру без наповнювачів, виготовленому в експертному центрі “Milk Local Product” факультету технологій тваринництва та продовольства, відпові-

дали вимогам діючого державного стандарту 4395:2005 “Сири м'які. Загальні технічні умови”. Не виявлено патогенних мікроорганізмів (родів *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Listeria*) у зразках досліджуваної продукції за температурного режиму зберігання +6 °C впродовж 48 годинного зберігання. Водночас титр бактерій групи кишкових паличок дослідних зразків продукту на 48 год за температури + 20 ± 0,5 °C не відповідав ДСТУ 4395:2005, що унеможливає споживання даної продукції.

Перспективи подальших досліджень встановити граничний термін зберігання експериментальних зразків м'якого свіжого сиру за температури 4 ± 2 °C.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Amato, E., Filippello, V., Gori, M., Lomonaco, S., Losio, M. N., Parisi, A., Huedo, P., Knabel, S. J., & Pontello, M. (2017). Identification of a major *Listeria monocytogenes* outbreak clone linked to soft cheese in Northern Italy – 2009-2011. *BMC Infectious Diseases*, 17(1), 342. DOI: 10.1186/s12879-017-2441-6.
- Carrascosa, C., Millán, R., Saavedra, P., Jaber, J. R., Raposo, A. & Sanjuán, E. (2016). Identification of the risk factors associated with cheese production to implement the hazard analysis and critical control points (HACCP) system on cheese farms. *Journal of Dairy Science*, 99(4), 2606–2616. DOI: 10.3168/jds.2015-10301.
- D'amico, D. J. (2014). Microbiological Quality and Safety Issues in Cheesemaking. *Microbiology Spectrum*, 2(1), CM-0011–2012. DOI: 10.1128/microbiolspec.CM-0011-2012.
- DSTU 4395:2005 Syry m'iaki. Zahalni tekhnichni umovy (in Ukrainian).
- Dzieciol, M., Schornsteiner, E., Muhterem-Uyar, M., Stessl, B., Wagner, M., & Schmitz-Esser, S. (2016). Bacterial diversity of floor drain biofilms and drain waters in a *Listeria monocytogenes* contaminated food processing environment. *International Journal of Food Microbiology*, 223, 33–40. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.02.004.
- Girma, K., Tilahun, Z., & Haimanot, D. (2014). Review on Milk Safety with emphasis on its Public Health. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 9, 166–183. DOI: 10.5829/idosi.wjdfs.2014.9.2.85184.
- Ialoveha, L. V. (2012). Osnovni tendentsii ta perspektyvy rozvytku rynku syru v Ukraini. Kyiv: Ekonomichnyi forum (in Ukrainian).
- Johler, S., Macori, G., Bellio, A., Acutis, P. L., Gallina, S., & Decastelli, L. (2018). Short communication: Characterization of *Staphylococcus aureus* isolated along the raw milk cheese production process in artisan dairies in Italy. *Journal of Dairy Science*, 101(4), 2915–2920. DOI: 10.3168/jds.2017-13815.
- Johler, S., Weder, D., Bridy, C., Huguenin, M. C., Robert, L., Hummerjohann, J., & Stephan, R. (2015). Outbreak of staphylococcal food poisoning among children and staff at a Swiss boarding school due to soft cheese made from raw milk. *Journal of Dairy Science*, 98(5), 2944–2948. DOI: 10.3168/jds.2014-9123.
- Jordan, K., Hunt, K., Lourenco, A., & Pennone, V. (2018). *Listeria monocytogenes* in the Food Processing Environment. *Current Clinical Microbiology Reports*, 5, 106–119. DOI: 10.1007/s40588-018-0090-1.
- Lialyk, A. T., Pokotylo, O. S., & Kukhtyn, M. D. (2019). Mikrobiolohichni pokaznyky syrkovoi pasty z umistom llianoi olii za riznykh temperatur zberihannia. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S.Z. Gzhytskoho. Seria: Kharchovi tekhnolohii*, 21(91), 124–129. DOI: 10.32718/nvlvet-f9121 (in Ukrainian).
- Liasota, V. P., Bukalova, N. V., Bohatko, N. M., Tkachuk, S. A., Savchuk, L. B., Tyshkivska, N. V., & Bohatko, L. M. (2020). Otsiniuvannia vidpovidnosti ta identyfikatsiia naturalnosti kyslomolochnoho syru i syrkovykh vyrobiv. *Naukovi dopovidi Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*, 2(84), 1–16. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2020_2_20 (in Ukrainian).
- Luo, J., Leng, S., & Bai, Y. (2022). Food Supply Chain Safety Research Trends From 1997 to 2020: A Bibliometric Analysis. *Front Public Health*, 9, 742980. DOI: 10.3389/fpubh.2021.742980.
- Maïworé, J., Ngoune, T., Piro-Metayer, I., & Montet, D. (2019). Identification of yeasts present in artisanal yoghurt and traditionally fermented milks consumed in the northern part of Cameroon. *Scientific African*, 6, e00159. DOI: 10.1016/j.sciaf.2019.e00159.
- Rückerl, I., Muhterem-Uyar, M., Muri-Klinger, S., Wagner, K. H., Wagner, M., & Stessl, B. L. (2014). *Listeria monocytogenes* in a cheese processing facility: learning from contamination scenarios over three years of sampling. *International Journal of Food Microbiology*, 189, 98–105. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.08.001.
- Schön, K., Schornsteiner, E., Dzieciol, M., Wagner, M., Müller, M., & Schmitz-Esser, S. (2016). Microbial communities in dairy processing environment floor-drains are dominated by product-associated bacteria and yeasts. *Food Control*, 70, 210–215. DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.05.057.
- Skyrda, O. Ie., Havrysh, A. V., Khatskevych, Yu. M., Vinnikova, V. O., & Hapontseva, O. V. (2020). Tovarnoznavchi aspekty yakosti miakyykh ta rozsilnykh syriv. *Tekhnolohiia kharchovoi ta lehkoi promyslovosti*, 31(70), 143–148. DOI: 10.32838/2663-5941/2020.2-2/24 (in Ukrainian).
- Sun, L., & D'Amico, D. J. (2021). Composition, succession, and Source Tracking of Microbial Communities throughout the Traditional Production of a Farmstead Cheese. *mSystems*, 2021, 6(5), e0083021. DOI: 10.1128/mSystems.00830-21.
- Tilocca, B., Costanzo, N., Morittu, V. M., Spina, A. A., Soggiu, A., Britti, D., Roncada, P., & Piras, C. (2020). Milk microbiota: characterization methods and role in cheese production. *Journal of Proteomics*, 210, 103534. DOI: 10.1016/j.jprot.2019.103534.
- Tiwari, U., Walsh, D., Rivas, L., Jordan, K., & Duffy, G. (2014). Modelling the interaction of storage temperature, pH, and water activity on the growth behaviour of *Listeria monocytogenes* in raw and pasteurised semi-soft rind washed milk cheese during storage following ripening. *Food Control*, 42, 248–256. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.02.005.
- Tsai, K., Hoffmann, V., Simiyu, S., Cumming, O., Borsay, G., & Baker, K. K. (2022). Bacteroides Microbial Source Tracking Markers Perform Poorly in Predicting Enterobacteriaceae and Enteric Pathogen Contamination of Cow Milk Products and Milk-Containing Infant Food. *Frontiers in Microbiology*, 12, 778921. DOI: 10.3389/fmicb.2021.778921.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10103
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 665.3:[634.8:66.068]:665.5

Development of a technology of manufacturing Extra Virgin oil from seeds of different grape cultivars

Ye. Kotliar¹✉, B. Iegorov¹, I. Levchuk²

¹Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine

²DP Ukrmetrteststandart, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 19.12.2023

Received in revised form

22.01.2024

Accepted 23.01.2024

Odesa National University of
Technology, Kanatna Str., 112,
Odesa, 65039, Ukraine.
Tel: +38-097-261-94-18
E-mail: yevhenii11@ukr.net

DP Ukrmetrteststandart,
Metrologichna Str., 4, Kyiv,
03143, Ukraine.

Kotliar, Ye., Iegorov, B., & Levchuk, I. (2024). Development of a technology of manufacturing Extra Virgin oil from seeds of different grape cultivars. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 13–19. doi: 10.32718/nvlvet-f10103

It has been studied whether seeds of the grape varieties Lydia, Isabella, Moldova, Baco, Odesa Black, Cabernet, and the blends N 1 – Muscat Blanc + Noah (50:50), N 2 – Riesling + Chardonnay (50:50), and N 3 – Chardonnay + Sukholimansky (50:50) are promising raw materials for fat-and-oil products and cosmetics. The study provides a scientific basis for a technology for manufacturing oils from several grape seed varieties. For seeds from different grape cultivars, appropriate process conditions have been selected to obtain extra virgin oil by cold pressing. The most practical conditions for wet-heat treatment of crushed seeds of the cultivars Cabernet, Moldova, Baco, Odesa Black, and blend N 3 (Chardonnay + Sukholimansky, 50:50) are a temperature of 40 °C and a duration of 10 min. In contrast, seeds of Lydia, Isabella, and blends No. 1 (Muscat Blanc + Noah, 50:50) and N 2 (Riesling + Chardonnay, 50:50) should be treated at the same temperature for 20 min. While extracting oil by pressing, it is recommended to avoid heating the treated crushed seeds (extraction mash) to over 30 °C for more than 5 min. The research results have shown that in the seeds of Lydia, Isabella, Moldova, Baco, Odesa Black, and Cabernet grapes, and those of blends N 1 (Muscat Blanc + Noah, 50:50), N 2 (Riesling + Chardonnay, 50:50), and N 3 (Chardonnay + Sukholimansky, 50:50), the oil content is 14–20 %.

Key words: grape seeds; different grape seed varieties; technology of extraction by pressing; extra virgin; crushed seeds; grapeseed oil; grapeseed oilcake.

Розроблення технології виробництва олії Extra Virgin з насіння різних сортів винограду

Є. О. Котляр¹✉, Б. В. Єгоров¹, І. В. Левчук²

¹Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна

²ДП “УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ”, м. Київ, Україна

Досліджено можливість використання насіння винограду сортів: Лідія, Ізабелла, Молдова, Бакко, Одеський чорний, Каберне та сумішей: № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа, № 2 (50:50): Ріслінг + Шардоне та № 3 (50:50): Шардоне + Сухоліманський як перспективної сировини для отримання олійно-жирової та косметичної продукції. У роботі обґрунтовано технологію виробництва олій з різних сортів виноградної насіння. Підібрано технологічні режими холодного пресування Extra Virgin для насіння різних сортів винограду. Волого-теплове оброблення м'ятки із насіння сортів: Каберне, Молдова, Бакко, Одеський чорний та суміш № 3 (50:50): Шардоне + Сухоліманський доцільно проводити за температури 40 °C протягом 10 хвилин, а із насіння сортів: Лідія, Ізабелла та суміші: № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа, № 2 (50:50): Ріслінг + Шардоне – за тієї ж температури але протягом 20 хвилин. При вилученні олій пресуванням рекомендується не допускати нагрівання мезги вище 30 °C протягом 5 хвилин. За результатами досліджень встановлено, що вміст олії у насінні винограду сортів: Лідія, Ізабелла, Молдова, Бакко, Одеський

чорний, Каберне та сумішей: № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа, № 2 (50:50): Ріслінг + Шардоне та № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський складає 14–20 %.

Ключові слова: виноградне насіння; різні сорти виноградного насіння; технологія пресування; *extra virgin*; м'ятка; олія з виноградного насіння; макуха з виноградного насіння.

Вступ

Підприємства олійно-жирового комплексу входять до першої п'ятірки галузей харчової промисловості за обсягами виробництва (*Asociacija "Ukrsadprom", 2019*).

Відома в даний час технологія вилучення корисних компонентів з насіння ягід винограду заснована на їх підготовці та пресуванні на шнекових пресах з використанням операцій швидкого сушіння вичавок, виділення насіння з вичавок, очищення і сепарування насіння від домішок та сушіння виноградного насіння до залишкового вмісту вологі 11–12 %.

Збільшення виходу олії з виноградного насіння багато в чому залежить від якості подрібнення та ступеня руйнування клітинної структури. Жорсткість оболонки виноградного насіння є основною перешкодою для ефективного вилучення олії. Актуальність теми дослідження підтверджується необхідністю та затребуваністю вивчення проблеми раціонального використання вторинних ресурсів переробки винограду (*Wen et al., 2016*).

Насіння (кісточки) винограду складають до 30 % обсягу вичавки, що утворюється при виробництві вина і соку. Їх відокремлюють від решти маси, сушать і подрібнюють, щоб зруйнувати тверду оболонку. Потім переходять безпосередньо до отримання олії декількома технологічними способами (*Belous, 2015*).

Науково-практичні дослідження зарубіжних і українських вчених, проведені в останній час, розширюють можливості використання олії з виноградного насіння як повноцінного компоненту в харчових і діабетичних продуктах, а також її застосовують в медицині та косметичній промисловості.

Пріоритетним напрямком розвитку харчової, фармацевтичної та косметичної промисловостей є комплексна технологія використання вторинних компонентів переробки винограду (*Bozan et al., 2008*).

Дуже цінним і перспективним джерелом є насіння різних сортів виноградних ягід, що містять цінні харчові та позитивні біологічні речовини (*Fiorini et al., 2008; Vynohradnyi kadastr Ukrainy, 2010*).

Вивчена технологія отримання з насіння винограду олійно-жирової продукції та її застосування (*Sun et al., 2006; Kotliar & Tkachenko, 2019*).

Існує три способи виробництва олії з виноградного насіння:

– Холодне пресування – при такій технології олія зберігає більшу кількість корисних речовин і мікроелементів. Температура не вище ніж 90 °C при пресуванні.

– Стандартне або гаряче пресування – за цієї технології олія практично не зберігає корисних речовин і мікроелементів через те, що віджимання

відбувається при дуже високих температурах і насіння піддається термообробці за 110 °C.

– Екстракція органічними розчинниками з подальшим рафінуванням. Олія, виготовлена за такою технологією, зберігає на порядок менше корисних речовин порівняно з холодним пресуванням.

Враховуючи вищевикладене, перспективним є ще більш детальне дослідження виноградного насіння різних сортів та виявлення його регіональних особливостей, розробка нових технологій одержання олійно-жирової продукції з різних сортів виноградного насіння.

Актуальність теми: актуальним напрямком дослідження є розробка нових і вдосконалення існуючих технологій отримання та переробки нетрадиційної олієвмістної сировини рослинного походження, таких як виноградне насіння різних років врожаїв винограду, що уможливить врахування сортової особливості при їх переробці.

Мета дослідження

Розробити технологію одержання олії з різних сортів виноградного насіння з новими технологічними режимами та тривалістю пресування, дослідженням якісних показників.

Завдання дослідження:

1. Здійснити оцінку якісних показників різних сортів виноградного насіння.

2. Розробити технологію одержання олії Extra Virgin з різних сортів виноградного насіння врожаїв 2019, 2020 та 2021 років.

Матеріал і методи досліджень

Сировиною для виготовлення олії обрано виноградне насіння таких сортів: Лідія, Ізабелла, Молдова, Бакко, Одеський чорний, Каберне та сумішей № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа, № 2 (50:50): Ріслінг + Шардоне та № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський, врожаїв 2019, 2020 та 2021 років, що відповідає вимогам ДСТУ 7546:2014.

Визначення масової частки вологі здійснювали прискореним методом, при якому насіння піддається одноразовій витримці в сушильній шафі при певній температурі й заданій тривалості за ДСТУ 4811:2007

Визначення масової частки сміттєвих і олійних домішок проводили відповідно до ДСТУ ISO 658:2006.

Визначення об'ємної маси насіння проводили відповідно до ДСТУ ISO 658:2006.

Довжину насіння визначали відповідно до ДСТУ ISO 658:2006.

Визначення маси 1000 штук насіння проводили згідно з ДСТУ ISO 658:2006.

Отримання олії методом холодного пресування виконували на лабораторному гідравлічному пресі марки У1 ЕПМ. Подрібнена підготовлена до пресування мезга виноградного насіння попередньо проходила волого-теплову обробку на водяній бані.

Масову частку вологи у м'ятці визначали прискореним методом висушування або за допомогою електро-вологоміру за ДСТУ ISO 771:2006.

Товщину макухової черепашки визначали з метою повсякденного контролю за роботою пресу, а також при випробуванні нових моделей пресів за ДСТУ ISO 5500:2005.

Визначення вмісту жирів у насінні, макусі та в порах м'ятки проводили вичерпною екстракцією в апараті Сокслета, згідно з ДСТУ 7577:2014.

Кислотне число визначали згідно з патентом на корисну модель № 107906 Україна МПК G01N 33/03 (2006.01) (Торчій *et al.*, 2016). Олію, яку отримували до пресування за допомогою апарату Сокслета та після пресування виноградного насіння різних сортів за методиками, які описані вище, вносили у конічну колбу на 250 см³ відважували 3–5 г досліджуваного жиру з точністю до 0,01 г, розплавляли на водяній бані і доливали 50 см³ нейтралізованої спирто-гексанової суміші й перемішували. Отриманий розчин при постійному перемішуванні швидко титрували розчином гідроксиду калію або натрію, С (KOH) = 0,1 моль/дм³, до чіткої зміни забарвлення до рожевого кольору, стійкого протягом 30 с.

При титруванні розчином гідроксиду калію або натрію кількість спирту, що застосовується у складі спирто-гексанової суміші, повинна в 5 разів

перевищувати об'єм розчину гідроксиду калію або натрію, щоб уникнути гідролізу мила, що утвориться.

Кислотне число КЧ в мг КОН/г розраховували за формулою:

$$KЧ = \frac{V \cdot k \cdot c(KOH) \cdot M(KOH)_{ек}}{m}, \quad (1)$$

де V – об'єм розчину КОН або NaOH, витраченого на титрування, см³; k – поправочний коефіцієнт до розчину лугу для перерахунку на точний 0,1 моль/дм³; m – маса досліджуваного жиру, г; $c(KOH)$ – молярна концентрація лугу, 0,1 моль/дм³; $M(KOH)_{ек}$ – молярна еквівалентна маса, дорівнює 56,11 г/моль.

Визначення запаху, смаку, кольору та прозорості олії з різних сортів виноградного насіння проводилися згідно з ДСТУ 8842:2019.

Результати та їх обговорення

При надходженні олійної сировини на олійно-жирові підприємства виконуються першочергові дослідження її з метою виявлення якісних характеристик, очікування економічного ефекту та налагодження технологічного процесу. Досліджувались (Polumbryk *et al.*, 2019) насіння сортів винограду Лідія, Ізабелла, Молдова, Бакко, Одеський чорний, Каберне та сумішей № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа, № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне та № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський. У таблиці 1 наведені усереднені дані досліджуваних якісних показників за сортами виноградного насіння врожаїв 2019, 2020 та 2021 років.

Таблиця 1

Усереднені показники якості насіння різних сортів винограду врожаїв 2019, 2020 та 2021 років (n = 3; P ≥ 0,95)

Показники	Сорти виноградного насіння						Суміш № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа	Суміш № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне	Суміш № 3 (50:50): Шардоне + Сухолимансь- кий
	Лідія	Молдова	Каберне	Ізабелла	Одеський чорний	Бакко			
Сміттєва домішка, %	0,65 ± 0,3	1,20 ± 0,1	0,89 ± 0,3	0,71 ± 0,1	0,20 ± 0,1	0,91 ± 0,2	3,97 ± 0,8	3,07 ± 0,1	3,17 ± 0,3
Олійна домішка, %	0,05 ± 0,01	1,68 ± 0,2	0,09 ± 0,1	0,65 ± 0,1	0,68 ± 0,1	0,08 ± 0,01	0,31 ± 0,1	0,21 ± 0,1	0,59 ± 0,1
Загальна засміченість, %	0,70 ± 0,2	2,88 ± 0,3	0,98 ± 0,1	1,36 ± 0,3	0,88 ± 0,2	0,99 ± 0,2	4,28 ± 0,3	3,76 ± 0,3	3,28 ± 0,2
Масова частка вологи, %	8,20 ± 1,3	8,70 ± 1,2	8,50 ± 1,4	8,10 ± 1,1	8,50 ± 1,0	8,40 ± 0,4	8,50 ± 1,6	10,70 ± 1,1	9,2 ± 1,2
Об'ємна маса, г	212,60 ± 1,4	170,10 ± 1,6	422,10 ± 1,3	209,10 ± 1,2	178,40 ± 0,7	408,30 ± 2,1	194,30 ± 1,3	180,20 ± 1,2	310,10 ± 2,1
Маса 1000 штук насіння, г	21,50 ± 1,6	20,40 ± 1,1	8,70 ± 1,3	19,30 ± 1,2	20,30 ± 0,3	9,12 ± 1,7	16,60 ± 2,1	15,40 ± 1,8	13,30 ± 1,4
Довжина насіння, мм	8,00 ± 0,9	8,00 ± 0,8	5,00 ± 0,6	6,90 ± 0,7	6,80 ± 0,8	4,80 ± 0,7	5,50 ± 0,7	5,50 ± 0,5	5,60 ± 0,5
Вміст олії, %	20,20 ± 1,4	14,70 ± 1,9	24,80 ± 1,4	13,52 ± 1,3	13,30 ± 0,9	15,50 ± 0,7	22,30 ± 1,3	17,20 ± 0,2	8,00 ± 0,3
Кислотне число, мг КОН/г	1,10 ± 0,2	0,80 ± 0,1	0,70 ± 0,1	1,20 ± 0,1	1,00 ± 0,1	0,80 ± 0,1	0,30 ± 0,1	1,40 ± 0,2	1,40 ± 0,2

У результаті виявлено, що найменше за розміром, якщо брати середнє за три роки, насіння сорту винограду Каберне – 5 мм, а найбільше насіння сорту винограду Лідія – 8 мм та Молдова – 8 мм.

За сукупністю показників засміченості (сор) видно, що показники засміченості залежать від сорту і року врожаю. Найбільшу засміченість має суміш № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне – 3,76, тож насіння входить за нормами до 2-го сорту, згідно з ДСТУ 7546:2014. До 2-го сорту насіння також входить суміші: № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа та № 3 (50:50): Шардоне + Сухо-лиманський. До 1-го сорту за показниками входять насіння сортів винограду Лідія, Молдова та Каберне всіх років врожаїв.

Масова частка вологи в насінні суміші № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне найвища – 10,7 %, тож він не відповідає показникам ДСТУ 4811:2007. Інші сорти входять до норми 1-го сорту – від 8 до 10 %.

Щодо об'ємної маси різних сортів виноградного насіння, то вона свідчать про те, що її показники залежать від сорту насіння винограду та його року врожаю, адже є значні розбіжності між отриманими даними. Так, найбільша об'ємна маса виноградного насіння у сорту Каберне – 422,1 г, а найменша – у сорту Молдова – 170,1 г.

За показником маси 1000 штук насіння найбільшим є у сорту Лідія – 21,50 г. Найменші отримані дані були у сорту Каберне – 8,70 г. Отримані дані свідчать, що має велике значення сортова особливість. Якщо насіння велике за розміром та важке, то це свідчить про наявність високого показника поживності та розвиненості зародка – згідно з ДСТУ ISO 658:2006. Наслідком цього є високо врожайність кожної окремої культури.

Олійність вважається одним з найголовніших показників виноградного насіння, яке йде на подальшу переробку в олійно-жировій галузі. Найбільший усереднений показник олійності у

насінні винограду сорту Каберне – 24,8 % та в суміші № 1 – 22,3 %. У суміші № 3 спостерігалось найменше значення – 8,00 %.

Кислотне число вказує, що всі зразки досліджуваного виноградного насіння входять до норми 1-го сорту – згідно з ДСТУ 7546:2014 (не більше ніж 3,0 мг КОН/г). Найбільший показник кислотного числа у сумішах № 2 та № 3 – 1,40 мг КОН/г, а найменший – у суміші № 1 – 0,3 мг КОН/г. Показники кислотного числа насіння винограду залежать від сорту винограду.

Наступним етапом роботи було розроблення режимів технологічних етапів пресування виноградного насіння.

М'ятку із насіння винограду отримували шляхом його подрібнення до розмірів фракції 90-95 % проходу через сито 1 мм. При переробці насіння доцільно проводити волого-теплове оброблення м'ятки до надходження на прес з метою подолання або помітного ослаблення сил, що зв'язують олію з верхньою частиною м'ятки, і полегшення її відділення від нежирових компонентів (Fiorini et al., 2008).

У таблиці 2 наведено залежність заповнення пор м'ятки олією від параметрів волого-теплого оброблення (температури та тривалості).

Нами встановлено, що суміші № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа та № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне мають температуру обробки 40 °С протягом 20 хвилин, а суміш № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський мають такі режими: температуру – 40 °С та час – 10 хвилин.

Отримана мезга направляється (відправляється) на пресування, яке проводили ступінчасто при витримці певного тиску та тривалості.

Залежність режимів пресування від швидкості навантаження, зусилля стиснення та часу витримання навантаження наведено у таблиці 3.

Таблиця 2

Волого-теплове оброблення м'ятки з різних сортів виноградного насіння (n = 3; P ≥ 0,95)

Параметри	Сорти виноградного насіння														
	Лідія			Молдова			Каберне			Ізабелла			Одеський чорний		
	Етапи			Етапи			Етапи			Етапи			Етапи		
Температура, °С	30,0 ± 0,3	40,0 ± 1,3	50,0 ± 1,5	30,0 ± 0,3	40,0 ± 1,3	50,0 ± 1,1	30,0 ± 0,3	40,0 ± 1,3	50,0 ± 1,3	30,0 ± 0,3	40,0 ± 0,3	50,0 ± 1,3	30,0 ± 0,1	40,0 ± 0,3	50,0 ± 1,5
Час, хв	15,0 ± 1,3	20,0 ± 1,3	25,0 ± 1,6	5,0 ± 0,3	10,0 ± 1,4	15,0 ± 1,0	5,0 ± 0,1	10,0 ± 1,6	15,0 ± 0,9	15,0 ± 1,7	20,0 ± 1,3	25,0 ± ±1,3	15,0 ± 1,7	20,0 ± 1,3	25,0 ± 1,3
Заповнення пор м'ятки олією, %	90,0 ± 2,3	100,0 ± 3,1	80,0 ± 1,3	90,0 ± 1,8	100,0 ± 1,9	80,0 ± 1,2	90,0 ± 2,3	100,0 ± 2,3	80,0 ± 1,3	90,0 ± 1,3	100,0 ± 1,9	80,0 ± 1,3	90,0 ± 1,2	100,0 ± 1,7	80,0 ± 1,1

Продовження таблиці 2

Параметри	Сорти виноградного насіння											
	Бакко			Суміш № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа			Суміш № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне			Суміш № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський		
	Етапи			Етапи			Етапи			Етапи		
Температура, °С	30,0 ± 1,2	40,0 ± 1,3	50,0 ± 1,4	30,0 ± 0,3	40,0 ± 1,3	50,0 ± 1,3	30,0 ± 0,1	40,0 ± 1,3	50,0 ± 1,5	30,0 ± 0,2	40,0 ± 1,3	50,0 ± 1,4
Час, хв	5,0 ± 0,7	10,0 ± 0,3	15,0 ± 1,3	15,0 ± 1,7	20,0 ± 1,3	25,0 ± 1,3	15,0 ± 1,7	20,0 ± 1,3	25,0 ± 1,3	5,0 ± 1,7	10,0 ± 1,3	15,0 ± 1,3
Заповнення пор м'ятки олією, %	90,0 ± 1,3	100,0 ± 2,1	80,0 ± 1,4	90,0 ± 1,3	100,0 ± 1,9	80,0 ± 1,3	90,0 ± 1,2	100,0 ± 1,7	80,0 ± 1,1	90,0 ± 1,3	100,0 ± 2,1	80,0 ± 1,4

Таблиця 3
Режими пресування (n = 3; P ≥ 0,95)

Процеси	Сорти виноградного насіння														
	Лідія			Молдова			Каберне			Ізабелла			Одеський чорний		
	Етапи пресування														
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Швидкість навантаження, kN/см	5,0 ± 1,3	10,0 ± 2,3	15,0 ± 3,3	3,0 ± 0,3	6,0 ± 0,8	12,0 ± 1,3	3,25 ± 0,3	3,0 ± 0,3	6,0 ± 1,3	3,25 ± 0,4	4,25 ± 0,9	6,95 ± 1,3	5,05 ± 0,1	8,25 ± 0,3	10,05 ± 1,1
Зусилля стиснення, kN	10,0 ± 2,3	13,0 ± 3,3	14,0 ± 3,5	20,0 ± 3,8	25,0 ± 4,1	30,0 ± 2,2	50,0 ± 3,3	55,0 ± 3,3	60,0 ± 4,3	90,0 ± 5,6	95,0 ± 5,4	99,0 ± 5,8	70,0 ± 3,2	75,0 ± 3,3	80,0 ± 4,7
Час витримування навантаження, хв	3,0 ± 0,3	6,0 ± 1,3	8,0 ± 2,3	5,0 ± 1,3	10,0 ± 2,8	15,0 ± 3,3	2,0 ± 0,3	5,0 ± 1,3	8,0 ± 2,1	5,0 ± 0,7	10,0 ± 2,6	15,0 ± 2,4	3,0 ± 0,8	7,0 ± 1,2	9,0 ± 2,2
Товщина макухової черепашки, мм	33,0 ± 3,3	35,0 ± 2,3	38,0 ± 2,6	33,0 ± 2,2	34,0 ± 2,4	39,0 ± 2,3	33,0 ± 1,3	36,0 ± 2,3	41,0 ± 2,8	33,0 ± 1,7	34,0 ± 1,6	37,0 ± 2,4	33,0 ± 1,7	35,0 ± 2,6	36,0 ± 1,4
Вихід олії, %	94,0 ± 5,3	92,0 ± 5,6	89,0 ± 4,4	94,0 ± 5,1	93,0 ± 4,3	88,0 ± 5,5	94,0 ± 5,7	91,0 ± 5,3	86,0 ± 4,8	94,0 ± 4,3	93,0 ± 4,6	90,0 ± 5,3	95,0 ± 5,3	96,0 ± 5,6	90,0 ± 5,3

Продовження таблиці 3

Процеси	Сорти виноградного насіння											
	Бакко			Суміш № 1 (50:50):			Суміш № 2 (50:50):			Суміш № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський		
				Мускат білий + Ноа			Рислінг + Шардоне					
	Етапи пресування											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Швидкість навантаження, kN/см	6,16 ±	9,45 ±	11,20 ±	3,25 ±	4,25 ±	6,95±	5,05 ±	8,25 ±	10,05 ±	6,16 ±	9,45 ±	11,20 ±
	0,3	0,3	0,1	0,4	0,9	1,3	0,1	0,3	1,1	0,3	0,3	0,1
Зусилля стиснення, kN	45,0 ±	55,0 ±	70,0 ±	90,0 ±	95,0 ±	99,0±	70,0 ±	75,0 ±	80,0 ±	45,0 ±	55,0 ±	70,0 ±
	3,2	3,3	2,1	3,6	4,4	4,8	3,2	2,3	2,7	1,2	1,3	2,1
Час витримування навантаження, хв	2,0 ±	6,0 ±	8,0 ±	5,0 ±	10,0 ±	15,0±	3,0 ±	7,0 ±	9,0 ±	2,0 ±	6,0 ±	8,0 ±
	0,3	1,3	1,0	0,7	1,6	2,4	0,2	1,2	1,2	0,1	0,3	0,7
Товщина макухової черепашки, мм	32,0 ±	34,0 ±	37,0 ±	33,0 ±	34,0 ±	37,0±	33,0 ±	35,0 ±	36,0 ±	32,0 ±	34,0 ±	37,0 ±
	2,5	2,2	2,3	2,7	2,6	2,4	1,7	1,6	1,4	1,5	1,2	1,3
Вихід олії, %	93,0 ±	95,0 ±	89,0 ±	94,0 ±	93,0 ±	90,0±	95,0 ±	96,0 ±	90,0 ±	93,0 ±	95,0 ±	89,0 ±
	2,1	2,4	2,2	2,3	2,6	2,3	2,3	1,6	1,3	1,1	1,4	1,2

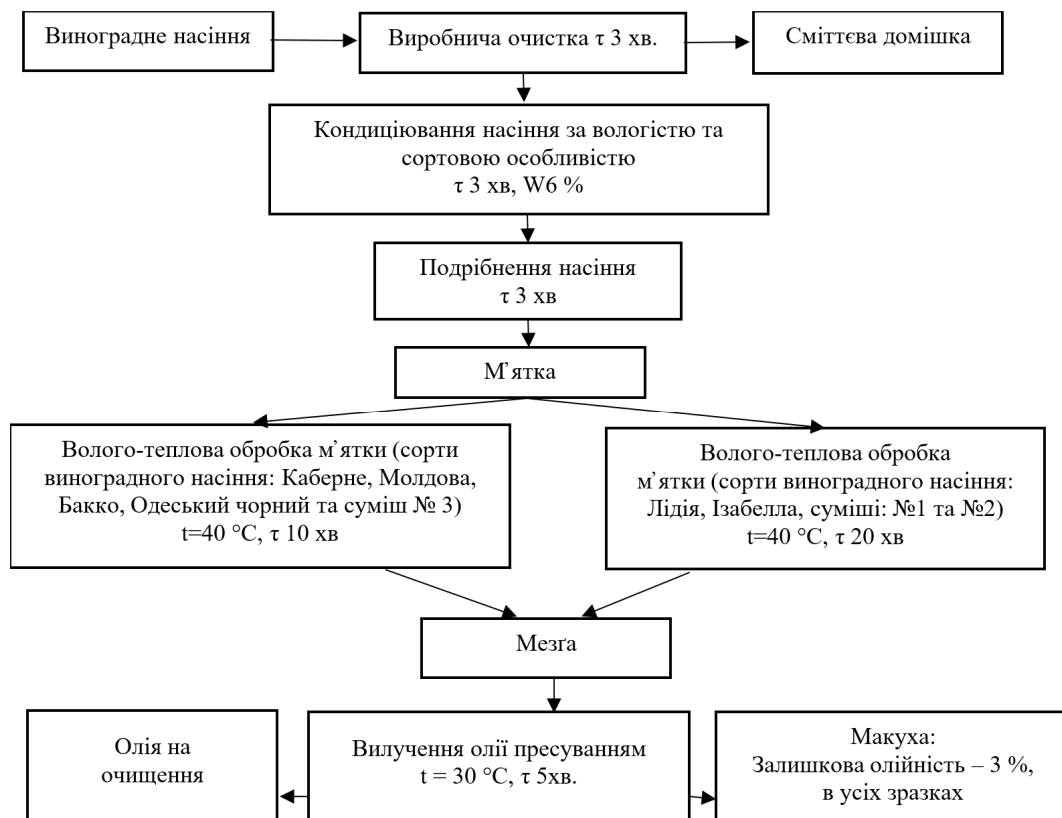


Рис. 1. Блок-схема технології виробництва олії з різних сортів виноградного насіння

Товщина макухової черепашки є одним з основних показників, які характеризують роботу пресу та вихід олії. Визначення цього показника проводиться з метою повсякденного контролю за роботою пресу, а також при випробуванні нових моделей пресів.

З **таблиці 3** видно, що від товщини макухової черепашки залежить ефективність пресування. Чим тонша макухова черепашка, тим пресування ефективніше: значно зменшується час витримання навантаження, зусилля стиснення та швидкість вихід олії збільшується. Тому перший етап пресування для усіх сортів виноградного насіння найефективніший: при залишковому вмісті олії в макусі 5,0–6,0 %, вихід олії – 94,0 %, товщина макухової черепашки – 33,0 мм, час витримання навантаження – 3,0 хв, зусилля стиснення – 10,0 kN та швидкість навантаження – 5,0 kN/см.

Пресова олія з різних сортів виноградного насіння містить велику кількість зважених часток, в тому числі й мінеральних. Очищення олії від механічних домішок здійснюють відстоюванням. Після цього вона може зберігатись або використовуватись для подальших цілей.

Макуха придатна для кормових та харчових цілей і може бути використана для виготовлення активованого вугілля, косметичних продуктів або ж як добриво та харчові добавки.

На **рисунку 1** представлена блок-схема розробленої технології виробництва олії з різних сортів виноградного насіння, режими якої були експериментально доведені вище.

Висновки

Літературний огляд вказує, що склад ліпідного комплексу залежить від способу добування олії, сорту винограду та року його врожаю. Проаналізовані сорти винограду – джерело сировини для отримання олії з виноградного насіння. В результаті встановлено, що перспективними є дослідження виноградного насіння, яке отримане з вирощеного винограду врожаїв 2019, 2020 та 2021 років, таких сортів як Лідія, Ізабелла, Молдова, Бакко, Одеський чорний, Каберне та сумішей № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа, № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне та № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський, тому що ці сорти найчастіше використовують у виноробній та консервній промисловостях.

Актуальним напрямком дослідження є розробка нових технологій отримання та переробки нетрадиційної олієвмістної сировини рослинного походження. Це дозволяє отримати олію з виноградного насіння високої харчової і біологічної цінності. Її можна використовувати в харчовій та парфумерно-косметичній промисловостях і медицині. Завдяки високому вмісту у цій олії фенольних сполук її рекомендовано також використовувати у м'ясній промисловості як антиоксидант для подовження терміну зберігання м'ясних продуктів.

Здійснено дослідження насіння винограду 2019, 2020 та 2021 років врожаїв сортів Лідія, Ізабелла, Молдова, Бакко, Одеський чорний, Каберне та

сумішей № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа, № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне та № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський.

Розроблено технологію виробництва олії з різних сортів виноградного насіння, а саме: підібрані технологічні режими для холодного пресування (Extra Virgin). Волого-теплову обробку м'ятки із насіння винограду сортів Каберне, Молдова, Бакко, Одеський чорний та суміш № 3 (50:50): Шардоне + Сухолиманський доцільно проводити за температури 40 °C протягом 10 хвилин, а із насіння винограду сортів Лідія, Ізабелла та сумішей № 1 (50:50): Мускат білий + Ноа, № 2 (50:50): Рислінг + Шардоне – за тієї ж температури, але протягом 20 хвилин. При вилученні олії пресуванням рекомендується не допускати нагрівання мезги вище ніж 30 °C протягом 5 хвилин. Також відбувається повне розкриття та заповнення пор м'ятки в усіх сортів виноградного насіння олією: перший етап – 90 %, другий етап – 100 %.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним є всебічне дослідження сенсорних характеристик та жирнокислотного складу виноградної олії з досліджуваних сортів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Asociacija “Ukrsadprom” (2019). Richnyi haluzevyi zvit “sativnytstvo ta yagidnytstvo v Ukraini – 2018” [Elektronnyj resurs]. URL: http://ukrsadprom.org/wp-content/uploads/2019/03/2018-Richnyj-galuzevyi-zvit_Sativnytstvo-ta-yagidnytstvo-2018.pdf (in Ukrainian).
- Belous, I. V. (2015). Stratehiia rozvytku vynohradyarstva i vynorobstva Ukrainy ta peredumovy vykhodu yikh produktsii na svitovy rynok : NNTs «IViV im. V. Ye. Tairova». Odesa (in Ukrainian).
- Bozan, B., Tosun, G., & Özcan, D. (2008). Study of polyphenol content in the seeds of red grape (*Vitis vinifera* L.) varieties cultivated in Turkey and their antiradical activity. *Food Chem*, 109(2), 426–430. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.12.056.
- Fiorini, D., Fiselier, K., Biedermann, M., Ballini, R., Coni, E., & Grob, K. (2008). Contamination of grape seed oil with mineral oil paraffins. *J Agric Food Chem*, 56(23), 11245–11250. DOI: 10.1021/jf802244r.
- Kotliar, Ye. O., & Tkachenko, N. A. (2019). Nasinnia riznykh sortiv vynuhradu – perspektyvna syrovyna v oliino-zhyrovii haluzi. Materialy 79-yi naukovoï konferentsii vykladachiv, Odesa, 16-19 kvit. 2019 r. Odeska natsionalna akademiia kharchovykh tekhnolohii. Odesa, 61–62 (in Ukrainian).
- Polumbryk, M. O., Osypenkova, I. I., & Kotliar, Ye. O. (2019). Fyzyko-khimichni metody doslidzhennia yakosti kharchovykh produktiv : [posibnyk]. ONAKhT. Cherkasy; Odesa; Kyiv: Lohos. URL:

- <https://card-file.ontu.edu.ua/handle/123456789/7392>
(in Ukrainian).
- Sun, B., Ribes, A. M., Leandro, M. C., Belchior, A. P., & Spranger, M. I. (2006). Stilbenes: Quantitative extraction from grape skins, contribution of grape solids to wine and variation during wine maturation. *Analytica Chimica Acta*, 563(1-2), 382–390. DOI: 10.1016/j.aca.2005.12.002.
- Topchii, O. A., Kotliar, Ye. O., Tkachenko, N. A., Sevastianova, O. V., & Makovska, T. V. (2016). Sposib vyznachennia kyslotnoho chysla: patent na korysnu model 107906 Ukraina: MPK G01N 33/03 (2006.01); vlasnyk ONAKhT. № u2016 12837; zaiavl. 2016; opubl. 24.06. 2016, Biul. № 12. URL: https://uapatents.com/5-107906-sposib-viznachennya-kislotnogo-chisla.html#google_vignette (in Ukrainian).
- Vynohradnyi kadastr Ukrainy (2010). Kyiv: Minahropolityky Ukrainy (in Ukrainian).
- Wen, X., Zhu, M., Hu, R., Zhao, J., Chen, Z., Li, J., & Ni, Y. (2016). Characterisation of seed oils from different grape cultivars grown in China. *J Food Sci Technol*, 53(7), 3129–3136. DOI: 10.1007/s13197-016-2286-9.



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10104
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.683.7

Scientific and practical justification of the use of non-traditional raw materials in the technology of pancakes for dietary nutrition

N. M. Yushchenko, Yu. V. Shevchuk✉

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 25.12.2023
Received in revised form
25.01.2024
Accepted 26.01.2024

National University of
Food Technologies,
Volodymyrska Str., 68,
Kyiv, 01601, Ukraine.
Tel: +38-097-522-64-56
E-mail: YuNM_NUFT@ukr.net

Yushchenko, N. M., & Shevchuk, Yu. V. (2024). Scientific and practical justification of the use of non-traditional raw materials in the technology of pancakes for dietary nutrition. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 20–25. doi: 10.32718/nvlvet-f10104

Today, diseases that cause intolerance to food ingredients in the composition of traditional food products are spreading rapidly in the civilized world. Therefore, the current direction of scientific research is the scientific and practical substantiation of the technologies of food products with multifunctional properties, which will ensure complete nutrition of the most vulnerable categories of society – with intolerance to gluten, milk proteins, and egg white, lactase deficiency, insulin resistance, and prediabetic conditions, etc. The selection of non-traditional raw materials was carried out, and the pancake recipe based on non-traditional raw materials was scientifically substantiated. The modification was done by replacing the composition of the recipe with wheat flour of the highest grade with gluten-free types, such as flour of green banana and teff. It is possible to replace high-grade flour in the recipe of pancakes with a mixture of gluten-free types of flour – green banana and teff in the ratio of 70:30. The expediency of adding tapioca starch to the composition of gluten-free pancakes in the amount of 20 % of the flour mass, which will ensure the formation of the structure of the finished products – the porosity index of products with the addition of tapioca starch was on average 52 %, which was 4 % higher than the similar indicator of the control sample based on wheat flour of the highest grade. It was established that replacing chicken eggs with chickpea aquafaba and cow's milk with coconut drink has no significant effect on pancake dough's structural and mechanical properties. A recipe has been developed, and technological parameters for the production of pancakes based on non-traditional raw materials for dietary nutrition have been established. It was established that the index of elasticity of the new type of pancake slightly differed from the control sample based on wheat flour of the highest grade. The height of the product after baking was somewhat (on average by 1.0 %) lower than the control sample, which is explained by the poorer structure-forming properties of gluten-free raw ingredients. The organoleptic indicators of a new type of pancakes were evaluated, proving the proposed solutions' expediency and effectiveness.

Key words: pancake, non-traditional raw materials, green banana flour, teff flour, tapioca starch, aquafaba, stevia.

Науково-практичне обґрунтування використання нетрадиційної сировини у технології панкейків для дієтичного харчування

Н. М. Ющенко, Ю. В. Шевчук✉

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

На сьогодні швидкими темпами у цивілізованому світі поширюються захворювання, що спричиняють несприйняття харчових інгредієнтів у складі традиційних продуктів харчування. Тому актуальним напрямом наукових досліджень є науково-практичне обґрунтування технологій харчової продукції з поліфункціональними властивостями, що дозволить забезпечити повноцінне харчування найбільш уразливих категорій суспільства – з непереносимістю глютену, молочних білків та яєчного білка, лактазною недостатністю, інсулінорезистентністю та предіабетичними станами тощо. Здійснено вибір нетрадиційної сировини та науково

обґрунтовано рецептуру панкейків на основі нетрадиційної сировини. Модифікація здійснювалась шляхом заміни у складі рецептури борошна пшеничного вищого ґатунку на безглютенові види – борошно зеленого банану та тефу. Встановлена можливість заміни борошна вищого ґатунку у складі рецептури панкейків на суміш безглютенових видів борошна – зеленого банана та тефу у співвідношенні 70:30. Доведено доцільність введення до складу безглютенових панкейків крохмалю тапіоки у кількості 20 % від маси борошна, що забезпечить формування структури готових виробів – показник пористості виробів із додаванням крохмалю тапіоки у середньому становив 52 %, що на 4 % перевищував аналогічний показник контрольного зразка на основі пшеничного борошна вищого ґатунку. Встановлено, що заміна яєць курячих на аквафабу з нуту та молока коров'ячого на кокосовий напій не має істотного впливу на структурно-механічні властивості тіста для панкейків. Розроблено рецептуру та встановлено технологічні параметри виробництва панкейків на основі нетрадиційної сировини для дієтичного харчування. Встановлено: показник пружності нового виду панкейку незначно відрізнявся від контрольного зразка, виготовленого на основі борошна пшеничного вищого ґатунку. Висота виробу після випікання була незначно (у середньому на 1,0 %) нижчою за контрольний зразок, що пояснюється гіршими структуроформуючими властивостями безглютенових сировинних інгредієнтів. Здійснено оцінку органолептичних показників нового виду панкейків, що доводить доцільність та ефективність запропонованих рішень.

Ключові слова: панкейк, нетрадиційна сировина, борошно зеленого банана, борошно тефу, крохмаль тапіоки, аквафаба, стевія.

Вступ

Несприятлива екологічна ситуація, інтенсивний темп життя людей у сучасному суспільстві, нераціональне харчування, невідповідність раціону індивідуальним метаболічним потребам – головні чинники, що призвели до виникнення і поширення захворювань, пов'язаних із порушенням обміну речовин, алергічних реакцій, у тому числі при споживанні традиційних харчових продуктів: борошняних виробів, яєць, коров'ячого молока тощо. Ситуація стала настільки катастрофічною, що відповідні захворювання об'єднали під загальним терміном “хвороби цивілізації”.

Відомо, що необхідні для життєдіяльності речовини людина повинна отримувати з їжею. Однак більша частина населення України харчується нераціонально і розбалансовано, що своєю чергою є однією з причин розвитку низки аліментарних захворювань (Shewry & Hey, 2016).

Саме незбалансоване харчування призводить до порушень обміну речовин в організмі, зниження пристосувальних можливостей, зниження імунітету, а також дисфункції окремих органів і систем.

За статистикою 2020–2021 років рівень аліментарно-залежних захворювань в Україні становив 35 % від загальної чисельності, був майже вдвічі меншим, аніж у США, проте випереджав Індію (27 %), Китай (21 %) і Бразилію (33 %) (Benjamin & Bubio-Tapia, 2021).

Тому питання забезпечення такої уразливої категорії населення високоякісними та безпечними продуктами харчування потребує комплексного підходу, оскільки є непорушною умовою збереження і зміцнення здоров'я нації.

Яскравим прикладом такого підходу останніми роками є Японія, США, країни Євросоюзу, Китай, де широкого поширення набула група продуктів, які визначаються як функціональні. Функціональні продукти рекомендовані для постійного вживання усіма верствами населення та справляють позитивний вплив на організм людини, попереджуючи негативний вплив фактору харчування на стан здоров'я.

Ринок продуктів функціонального харчування стрімко формується і в Україні, але на даний момент далеко не насичений. Компанії, що займаються виробництвом функціональних продуктів харчування в Україні, є в переважній більшості філіями або представництвами іноземних фірм. Для задоволення пот-

реб населення Україна імпортує необхідну кількість функціональних продуктів харчування, що на даний момент достатньо важко, враховуючи реалії сьогодення.

Одним із захворювань, що стрімко поширюється в усьому світі, зачіпаючи усі вікові категорії населення, є глютеніна ентеопатія, або целіакія, що має хронічний перебіг і за якого вживання в їжу продуктів, що містять глютен (зерна пшениці, жита, ячменю), спричиняє в організмі широкий спектр патологічних змін: ураження слизової оболонки тонкого кишечника, різке погіршення перетравлення та всмоктування поживних речовин тощо (Marushko et al., 2021). Наявність такого захворювання накладає обмеження щодо споживання продуктів, які містять глютен, протягом усього життя.

Наразі це є проблемою державного рівня, оскільки особи, що мають аліментарні захворювання, потребують спеціального харчування. Оскільки основним джерелом глютену є злакові, зокрема пшениця, захворювання на целіакію унеможлиблює споживання хлібобулочних та борошняних кондитерських виробів. Водночас частка інших видів безглютенових продуктів є невисокою. Тому забезпечення можливостей споживачів у виборі безглютенової продукції є актуальним напрямом наукових досліджень.

Багато зарубіжних досліджень були спрямовані на розробку рецептур і технологій безглютенових хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів на основі кукурудзяного та рисового борошна.

Серед таких продуктів – панкейки, популярність яких зростає у всьому світі. Вони мають приємний солодкий смак та привабливий зовнішній вигляд. Основним недоліком таких виробів є висока калорійність та неможливість споживання людьми із целіакією.

Розроблено безглютенові суміші для приготування хліба, млинців, кексів або бісквітів, до складу яких входять рисове борошно, кукурудзяний крохмаль, пектин, сухе молоко та цукор (Stefanova & Zlateva, 2021).

Малайзійськими вченими ведуться роботи з розробки продуктів, до складу яких входить борошно зі шкірки бананів, яке багате на пектини та дієтичну клітковину (Lee et al., 2014).

Запропоновано технологію борошна з водоростей ламінарії, завдяки якому можна знизити вміст жиру в

харчовій продукції з його використанням (Zucco et al., 2012).

Як безглютенову сировину для панкейків було обрано борошно зеленого банану та борошно тефу.

Борошно зеленого банана (Boodidha et al., 2023) містить 73,36 % крохмалю та 14,52 % харчових волокон. Причому в борошні незрілого (зеленого) банана присутні два типи крохмалю: 56,29 % – доступний та 17,5 % – резистентний, що не засвоюється організмом, не створює глікемічного навантаження. Тому борошно зеленого банана може бути рекомендоване для введення до раціону людей із порушенням вуглеводного обміну.

Теф – однорічний злак родини *Poaceae*, який широко культивується в Африці та є основою ефіопської кухні. На сьогодні у зв'язку зі змінами клімату є позитивні результати щодо його вирощування у центральній частині Європи (Csabai et al., 2022).

Теф містить 6,0...9,0 % легкозасвоюваних білків, 70,0...74,0 % вуглеводів, 2,4 % мінеральних речовин, у тому числі кальцій, калій, магній, мідь, цинк, марганець, фосфор, натрій, селен, залізо тощо. Вміст заліза в ньому у 2,5 – 4,8 раза більше, ніж у пшениці. Насіння тефу багате на вітаміни групи В, а також А, Е, Д, РР (Falendysh et al., 2020).

Порівняльний аналіз складу борошна пшеничного та безглютенової сировини наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Аналіз хімічного складу борошна пшеничного та безглютенової сировини

Найменування речовин	Вміст компонентів в 100 г сировини			
	Борошно пшеничне вищого ґатунку	Борошно зеленого банана ¹	Борошно тефу ²	Крохмаль тапіоки ³
Білки, г	10,8	1,09	13,3	-
Вуглеводи, г	73,4	22,84	73,1	87,79
Крохмаль, г	67,9	5,38	70	86,89
Харчові волокна, г	3,2	5,6	7,9	0,90
Жири, г	1,3	0,33	2,4	0,2
Зола, г	0,5	0,83		0,11
Кальцій, мг	18	5	180	20
Залізо, мг	1,2	0,26	7,6	1,58
Магній, мг	16	27	184	-
Фосфор, мг	86	22	429	-
Калорійність, Ккал	364	333	367	348

¹ Lee et al., 2014;

² <https://kaskad.dn.ua/z-tefu>;

³ Nimitkeatkai et al., 2022

Проаналізувавши дані таблиці 1, можна зробити висновок про доцільність заміни борошна у складі рецептури панкейків на безглютенову сировину – борошно зеленого банана та тефу.

Мета дослідження

Метою досліджень є науково-практичне обґрунтування рецептур та технологічних параметрів виробництва панкейків з поліфункціональними властивостями для подальшого включення до раціонів спеціального харчування – для споживачів з непереносимістю глютену, яєчного чи молочних білків, лактазною недостатністю та порушеннями метаболізму вуглеводів.

Матеріал і методи досліджень

Основою рецептури для виробництва панкейків обрано борошно зеленого банана та тефу.

Борошно зеленого банана містить велику кількість мінеральних речовин, проте малий вміст білка, тому запропоновано використовувати аквафабу на основі нуту (піноутворююча здатність і щільність (9,6 і 9,7 г/см³) відповідно).

Унікальне поєднання складових дає аквафабі широкий діапазон емульгуючих, піноутворюючих, та вологозв'язуючих властивостей (Saraiva et al., 2022).

Для замішування тіста запропоновано використання кокосового напою (масова частка жиру 1,5 %).

До складу рецептур панкейків передбачено введення натурального підсолоджувача: суміші сухого екстракту листя стевії та еритрітолу (TM Green Leaf, солодкість відносно сахарози 1:1).

Оскільки борошно тефу надає виробу невластивого сіро-кремового відтінку, до складу рецептури вирішено вводити порошок керобу.

Моделльні зразки готувались таким чином з почерговою заміною кожного інгредієнта і різним співвідношенням зразків борошна.

В дослідженнях обрано варіанти зі співвідношенням борошна зеленого банана до тефу від 50:50 до 80:20 з інтервалом у 10 одиниць.

Органолептичну оцінку панкейків здійснювали за 5-бальною шкалою бажаності, де 1 – зовсім небажаний; 2 – небажаний; 3 – скоріш небажаний, аніж бажаний; 4 – скоріш бажаний, аніж небажаний; 5 – бажаний. Як дескриптори обрано смак, запах, колір, консистенцію та зовнішній вигляд виробу, яким присвоєно рівнозначні коефіцієнти вагомості – 0,2. Загальна оцінка органолептичних властивостей виробів визначалась як сума добутків середньоарифметичних

оцінок трьох членів дегустаційної комісії та коефіцієнта вагомості.

Зразки оцінювали за пористістю методом цифрового оброблення зображення, пружність вимірювали в лабораторних умовах на спеціальному приладі ВДК-7 виробництва ПП “Альтаір Плюс” за навантаження 0,120 кг протягом 30 с і висоту за різницею виробу під час смаження і після.

Результати та їх обговорення

Під час експериментального випікання виробів із заміною пшеничного борошна на безглютенову сировину виявлено, що вироби не тримають форми, оскільки позбавлені структуроформуючого компоненту – глютену.

Науковцями Національного університету харчових технологій запропоновано вирішення аналогічного завдання у технологіях безглютенового хліба шляхом використання суміші кукурудзяного та картопляного крохмалю у кількості не менше ніж 20 %, а також

камедей ксантану і гуару за співвідношення 70:30 у кількості 1 % від кількості суміші крохмалів (Hryshchenko, 2011).

У даній роботі як структуроутворювач запропоновано використовувати крохмаль тапіоки, що у невеликій кількості вміщує харчові волокна (табл. 1). Тапіока має нейтральний смак і сильну згущуючу здатність, що робить її перспективним загусником при приготуванні холодних закусок та десертів (Nim-itkeatkai et al., 2022).

За результатами попередніх досліджень експериментально встановлено раціональну кількість введення порошку керобу, аквафаби та кокосового напою для приготування замісу. Метою подальших досліджень стало вивчення можливості повноцінної заміни у складі рецептури панкейку пшеничного борошна на суміш борошна зеленого банана та тефу. Результати органолептичної оцінки зразків за змінних співвідношень борошна зеленого банана та тефу наведено на рис. 1.

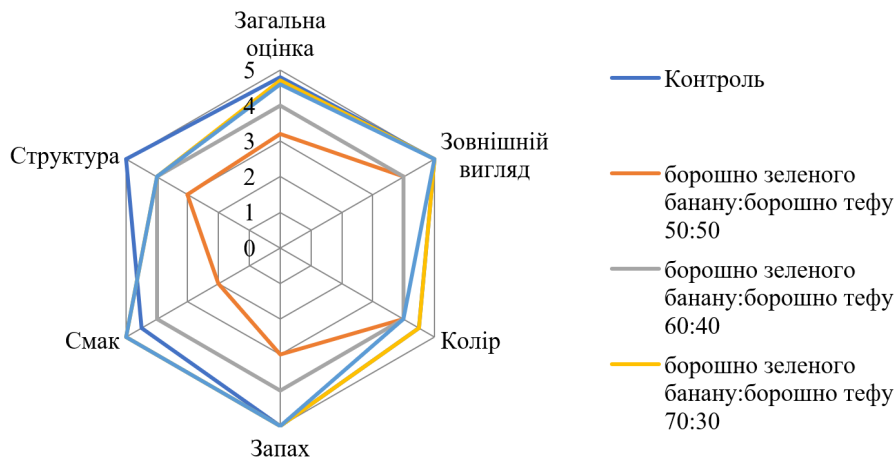


Рис. 1. Профілограма органолептичних властивостей модельних зразків панкейків за змінного співвідношення борошна зеленого банана: борошно тефу

Встановлено, що заміна борошна пшеничного у складі рецептури панкейків на суміш борошна зеленого банана та тефу у співвідношенні 70:30 не забезпечує належного рівня пористості виробу після випікання. Показник пористості модельного зразка за використання борошна зеленого банана та тефу становив 23 %, тимчасом як у контрольному зразку – 48 %. Додавання до суміші крохмалю тапіоки забезпечує підвищення показника пористості у середньому до 52 %.

Досліджено динаміку показника пружності модельних зразків панкейків із заміною борошна пшеничного на суміш борошна зеленого банана та тефу за різних співвідношень інгредієнтів (рис. 2). Визначено, при додаванні альтернативної сировини показник пружності панкейків змінюється несуттєво і не впливає на структурні властивості виробів.

Однією з важливих характеристик панкейків є висота виробу після випікання. Тому на наступному етапі визначали висоту виробу за різних співвідношень борошна зеленого банана та тефу. Аналіз результатів досліджень, наведений на рис. 3, дозволяє

зробити висновок про незначне зменшення висоти панкейків з використанням нетрадиційної сировини порівняно із контролем у середньому на 0,1 %.

На підставі проведених досліджень та визначених співвідношень безглютенової сировини встановлено, що альтернативна сировина не впливає суттєво на реологічні властивості тіста для виробництва панкейків, тому корегування кількісного вмісту кокосового напою у складі рецептури не потрібно.

Згідно з результатами комплексних досліджень розроблено рецептурний склад панкейків з нетрадиційної сировини для дієтичного харчування (табл. 2).

Визначено органолептичні властивості панкейків з нетрадиційної сировини для дієтичного харчування (табл. 3).

Аналіз органолептичних властивостей нових видів панкейків показав, що використання альтернативної сировини поліпшує структурні характеристики, що обумовлено утворенням у тістовій системі моно- та дисахаридів унаслідок гідролізу крохмалю борошна під дією амілаз та внесення амінокислот аквафаби.

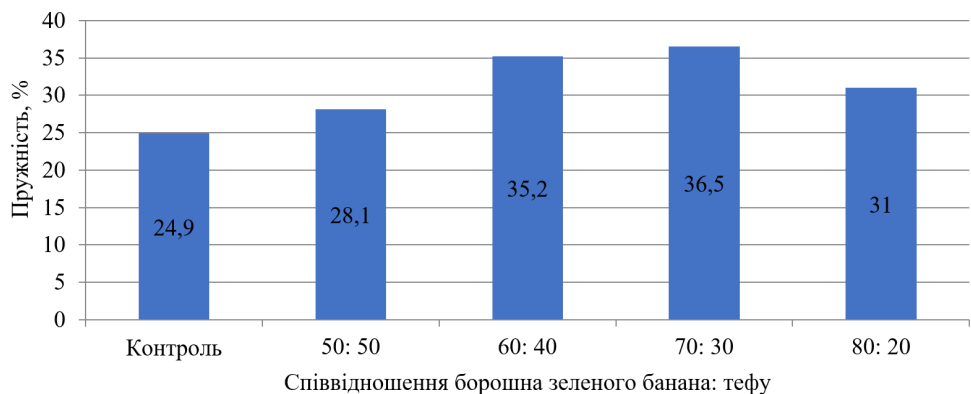


Рис. 2. Показник пружності модельних зразків панкейків за змінного співвідношення борошна зеленого банана та тефу

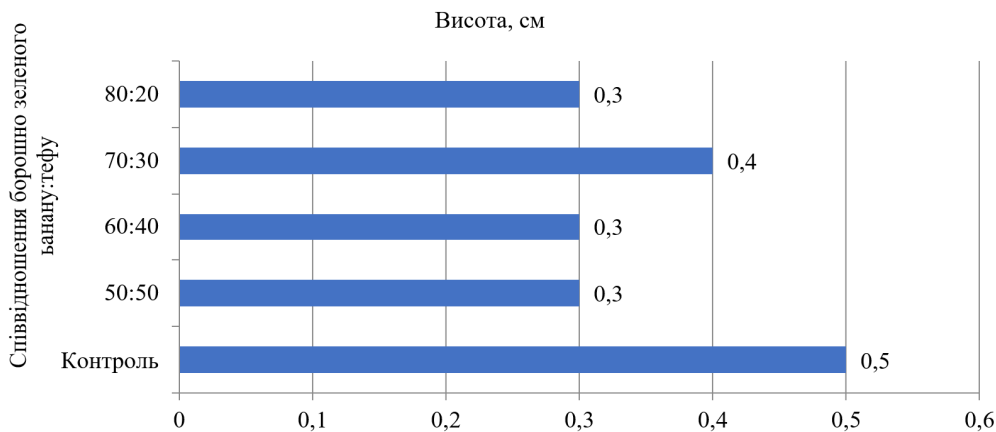


Рис. 3. Висота модельних зразків панкейків за змінного співвідношення борошна зеленого банана та тефу

Таблиця 2
Рецептурний склад панкейків з нетрадиційної сировини для дієтичного харчування

Сировина	Витрати сировини, г для виробництва			
	панкейків (контроль)		панкейків дієтичних	
	Брутто	Нетто	Брутто	Нетто
Борошно пшеничне вищого гатунку	70	70	—	—
Молоко коров'яче	100	100	—	—
Напій кокосовий	-	-	100	100
Яйця курячі	¼ шт	10	—	—
Аквафаба	—	—	15	15
Борошно зеленого банана	—	—	35	35
Борошно тефу	—	—	15	15
Крохмаль тапіоки	—	—	10	10
Цукор білий	6,5	6,5	-	—
Стевія солодка (TM TM Green Leaf 1:1)	—	—	2	2
Сіль кухонна	0,8	0,8	0,8	0,8
Розпушувач	2	2	-	—
Порошок керобу	—	—	2	2
Маса тіста	—	180	-	180
Олія	6	6	6	6
Вихід	—	100	—	100

Таблиця 3
Органолептичні показники панкейків з нетрадиційної сировини для дієтичного харчування

Зовнішній вигляд	Круглої форми, завтовшки 10 мм, діаметр 7–8 см, добре пропечені
Колір	поверхня золотиста, рівномірна, зріз світло-коричневий.
Консистенція	рівномірна пориста, еластична, рихла
Смак і запах	характерні для смаженого прісного тіста і жиру, на якому смажилися; смак у міру солоний, солод-куватий, присмний, ніжний

Висновки

На основі аналізу хімічного складу, поживної цінності та особливостей технології борошняних виробів – панкейків здійснено підбір альтернативної сировини для їх виробництва за показником поживної цінності готових виробів.

Встановлена можливість заміни борошна вищого гатунку у складі рецептури панкейків на суміш безглютенових видів борошна – зеленого банана та тefу у співвідношенні 70 : 30.

Доведено доцільність введення до складу безглютенових панкейків крохмалю тапіоки у кількості 20 % від маси борошна, що забезпечить формування структури готових виробів – показник пористості виробів із додаванням крохмалю тапіоки у середньому становив 52 %, на 4 % перевищуючи аналогічний показник контрольного зразка на основі пшеничного борошна вищого гатунку.

Розроблено рецептуру та встановлено технологічні параметри виробництва панкейків на основі нетрадиційної сировини для дієтичного харчування, здійснено оцінку якості інноваційної продукції за органолептичними показниками, а також пружністю та висотою виробу, що доводить доцільність та ефективність запропонованих рішень.

Перспективи подальших досліджень. Отримані результати можуть бути використані у подальших наукових дослідженнях щодо розробки технологій харчової продукції повсякденного харчування спеціального призначення, у тому числі багатофункціонального спрямування, збагачених комплексом природних біологічно активних речовин. Одним із напрямів науково-дослідної роботи може стати удосконалення технології борошняних кондитерських виробів, що є популярними серед усіх верств населення, але споживання яких має ряд обмежень через підвищений вміст цукру та жирів, особливо насичених.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

Beiko, L. A., & Ziuzinov, D. (2021). Vykorystannia boroshna starodavnikh pshenyts dlia vyrobnytstva khlіbobulochnoi produktsii. Aktualni zadachi suchasnykh tekhnolohii. Zbirnyk tez dopovidei X Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh uchenykh ta studentiv, 24-25 lystopada 2021 roku; Ternopil: FOP Palianytisia V. A.; II, 50–51. URL: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36578/2/MNPK_2_021v2_Beyko_L-Use_of_ancient_wheat_flour_50-51.pdf (in Ukrainian).

Benjamin, L., & Bubio-Tapia, A. (2021). Epidemiology, presentation, and diagnosis of celiac disease. Gastroenterology, 160(1), 63–75. DOI: 10.1053/j.gastro.2020.06.098.

Boodidha, A., Rajasekhar, M., Kumar, A. K., & Kumari, B. A. (2023). Studies on biochemical characteristics of banana flour and other millet flours. The Pharma Innovation Journal, 12(4), 436–440. URL: <https://www.thepharmajournal.com/archives/2023/vol12issue4/PartE/12-4-37-573.pdf>.

Csabaj, J., Szabó, B., & Kolesnyk, A. (2022). Investigation of the cultivation of gluten-free cereal teff (eragrostis tef (zucc.) Trotter) in central Europe. Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu : seriia Biolohiia, 53, 7–12. DOI: 10.24144/1998-6475.2022.53.7-12 (in Ukrainian).

Falendysh, N., Zinchenko, I., & Blazhenko, M. (2020). Tekhnolohichni aspekty vykorystannia boroshna z tefu pry vyrobnytstvi orhanichnoho khliba. Prodovolchi resursy, 8(14), 185–195. DOI: 10.31073/foodresources2020-14-19 (in Ukrainian).

Hryshchenko, A. M. (2011). Udokonalennia tekhnolohii khliba z bezghliutenovoi syrovyny: avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.18.01. Kyiv: Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii, 2011. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/22334> (in Ukrainian).

Lee, K. Y., Park, S. Y., & Lee, H. G. (2014) Effect of oat β-glucan and its oxidized derivative on the quality characteristics of sponge cake. Int. J. Food Sci. and Technol, 46(12), 2663–2668. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2011.02798.x.

Marushko, Yu. V., Halushko, B. L., Yur'iev C. D., Hyshchak T. V., & Moskovenko, O. D. (2021). Klinichne znachennia antytil IgG v diagnostytsi alerhiichnykh staniv ta kontroli alerhen-spetsyfichnoi imunoterapii. Medychna nauka Ukrainy, 17(4), 121–128. DOI: 10.32345/2664-4738.4.2021.18 (in Ukrainian).

Nimitkeatkai, H., Pasada, K., & Jarerat, A. (2022). Incorporation of Tapioca Starch and Wheat Flour on Physicochemical Properties and Sensory Attributes of Meat-Based Snacks from Beef Scraps. Foods, 11(7), 1034. DOI: 10.3390/foods11071034.

Saraiva, A., Carrascosa, C., Ramos, F., Raheem, D., & Raposo, A. (2022) Agave Syrup: Chemical Analysis and Nutritional Profile, Applications in the Food Industry and Health Impacts. Int J Environ Res Public Health, 19(12), 7022. DOI: 10.3390/ijerph19127022.

Shewry, P. R., & Hey, S. J. (2016) Do we need to worry about eating wheat? Nutrition Bulletin. British Nutrition Foundation. Nutrition Bulletin, 41(1), 6–13. DOI: 10.1111/nbu.12186.

Stefanova, D., & Zlateva, D. (2021). Study of the magnesium content in gluten-free types of flour. Proceedings of University of Ruse, 60, book 10.2, 72–77. URL: <https://conf.uni-ruse.bg/bg/docs/cp21/10.2/10.2-14.pdf>.

TOV “Kaskad”. URL: <https://kaskad.dn.ua/z-tefu> (in Ukrainian).

Zucco, F., Borsuk, Y., & Arnifield, S. (2012). Physical and nutritional evaluation of wheat cookies supplemented with pulse flours of different particle sizes. LWT – Food Sci. and Technol, 44(10), 2070–2076. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.06.007.



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10105
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.5:637.05

Technology of the boiled-smoked sausage products is for the use of side foods of processing of oil-bearing production

I. M. Bernyk[✉], N. V. Novgorodska, S. M. Ovsienko

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 25.12.2023
Received in revised form
25.01.2024
Accepted 26.01.2024

Vinnitsia National Agrarian
University, Sonyachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-097-513-30-73
E-mail: iryna_bernyk@ukr.net

Bernyk, I. M., Novgorodska, N. V., & Ovsienko, S. M. (2024). Technology of the boiled-smoked sausage products is for the use of side foods of processing of oil-bearing production. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 26–34. doi: 10.32718/nvlvet-f10105

The article examines the issue of expanding the assortment of sausage products with a combined composition of raw materials, using dietary fibers with functional and technological properties that stabilize the quality of meat raw materials to create products with a functional purpose. Enriching meat products with dietary fibers is advisable to achieve specific technological goals in physiologically significant quantities. Pumpkin seed processing products are characterized as gluten-free; their use is relevant for enriching finished products with a vitamin-mineral complex. Fiber from industrial hemp seeds is a by-product of oil production and a unique source of protein, natural carotene, phytosterols, and phospholipids. The recipe and production technology of cooked-smoked sausage products with a combined composition of raw materials has been experimentally confirmed. It was established that using hydrated fiber from hemp seeds and pumpkin seeds in the recipe of sausage products improves structural and mechanical characteristics, has high organoleptic indicators, and ensures the production of a product of increased biological and nutritional value. Food additives of vegetable origin give sausage products an appetizing appearance, proper texture and consistency, and appropriate taste while significantly reducing their production cost. With the optimal selection of the recipe, food supplements of plant origin allow you to balance products from the point of view of nutrition. The best results are a complex of characteristics for using a hydrated hemp and pumpkin seed fiber mixture. The technology aims to solve the problem of expanding the range of meat products for mass consumption with increased nutritional value. Enrichment of sausage products with fiber from pumpkin seeds and industrial hemp helps improve the products' functional properties. It ensures the formation of the necessary structural and mechanical properties. Using processed products of pumpkin seeds and industrial hemp as raw materials for sausage production solves the food industry's resource conservation problem.

Key words: sausage products, vegetable ingredients, fiber, hydration, functional products, organoleptic indicators, combined composition, pumpkin, hemp seeds.

Технологія варено-копчених ковбасних виробів за використання побічних продуктів переробки олійного виробництва

I. М. Берник[✉], Н. В. Новгородська, С. М. Овсієнко

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Досліджено питання розширення асортименту ковбасних виробів з комбінованим складом сировини, за використання харчових волокон з функціонально-технологічними властивостями, які стабілізують якість м'ясної сировини, для створення продуктів функціонального призначення. Збагачення м'ясних продуктів харчовими волокнами доцільне у фізіологічно значущих кількостях та для досягнення конкретних технологічних цілей. Продукти переробки насіння гарбуза характеризують як безглютенові, їх використання є актуальним для збагачення готової продукції вітамінно-мінеральним комплексом. Клітковина з насіння промислових конопель – побічний продукт виробництва олії, унікальне джерело протейну, натурального каротину, фітостеролів і фосфоліпідів.

Експериментально підтверджено рецептуру та технологію виробництва варено-копчених ковбасних виробів з комбінованим складом сировини. Встановлено, що використання гідратованої клітковини з насіння конопель та насіння гарбуза в рецептурі ковбасних виробів забезпечує поліпшення структурно-механічних характеристик, має високі органолептичні показники, забезпечує виробництво продукту підвищеної біологічної та харчової цінності. Харчові добавки рослинного походження надають ковбасним виробам апетитного вигляду, належної текстури й консистенції, відповідного смаку за суттєвого здешевлення їх виробництва. За оптимального підбору рецептури харчові добавки рослинного походження дозволяють збалансувати продукти з точки зору поживності. Найкращі результати за комплексом ознак за використання гідратованої суміші клітковини насіння конопель та насіння гарбуза. Технологія спрямована на вирішення проблеми розширення асортименту м'ясних виробів масового споживання підвищеної харчової цінності. Збагачення ковбасних виробів клітковиною з насіння гарбуза та промислових конопель сприяє поліпшенню функціональних властивостей продукції та забезпечує формування необхідних структурно-механічних властивостей. Використання продуктів переробки насіння гарбуза та промислових конопель як сировини ковбасного виробництва забезпечує вирішення проблеми ресурсозбереження в харчовій галузі.

Ключові слова: ковбасні вироби, рослинні інгредієнти, клітковина, гідратація, функціональні продукти, органолептичні показники, комбінований склад, гарбуз, насіння конопель.

Вступ

Раціональне харчування є важливою умовою збереження здоров'я населення. Одним з головних аспектів перспективного розвитку харчової галузі є розробка технологій виробництва, які б дозволили виробляти продукцію з високими органолептичними, фізико-хімічними та біохімічними показниками якості (Rymar & Mazurkevych, 2021; Bernyk et al., 2022; Pivovarov et al., 2022).

Збагаченням харчових продуктів називається додавання в продукти харчування будь-яких дефіцитних мінеральних компонентів та есенціальних харчових речовин: макро- і мікроелементів, ПНЖК, вітамінів, харчових волокон, фосфоліпідів та інших біологічно активних речовин з метою поліпшення або збереження харчової цінності раціонів харчування населення або окремих продуктів (Syrokhman & Zavhorodnia, 2009; Yancheva & Zhelieva, 2017).

Потреба збагачення харчових продуктів обумовлена такими факторами: харчовою цінністю продуктів харчування; зміною способу життя людини; збіднінням ґрунтів; відновленням властивостей, втрачених в процесі технологічного впливу і зберігання харчових продуктів; зниженням загальної кількості споживаної їжі та скороченням енерговитрат; збільшенням споживання консервованих і рафінованих продуктів та зростанням числа харчових захворювань.

Збагачення продуктів досить складний процес, тому що при цьому необхідно брати до уваги низку факторів: сумісність внесених збагачувачів між собою; сумісність носія і збагачувачів; на ефективність збагачення також може впливати технологічна і термічна обробка продуктів (Oshchypok & Onyshko, 2019; Alongi & Anese, 2021).

Фахівцями галузі сформульовано основні принципи збагачення харчових продуктів мікронутрієнтами (Simakhina & Naumenko, 2021; Oshchypok & Onyshko, 2019; Alongi & Anese, 2021):

1. дефіцит мікронутрієнту повинен бути науково обґрунтованим та безпечним;
2. об'єктами збагачення мають бути продукти масового використання;
3. рівень збагачення мікронутрієнтами – 20...50 % добової потреби у мікронутрієнті;
4. збагачення мікронутрієнтами не повинно впливати на споживчі властивості продукту;
5. доцільно враховувати особливості взаємодії

між інгредієнтами, а також технологічні параметри, які забезпечують їх максимальне збереження під час виробництва та зберігання;

6. кількість мікронутрієнтів, що додатково вносяться у продукт, має бути розраховано з урахуванням їх можливого природного вмісту у вихідному продукті чи сировині, втрат під час виробництва та зберігання з метою забезпечення вмісту цих мікронутрієнтів на рівні не нижчому від того, що заявляється виробником, впродовж усього терміну зберігання.

Актуальним є застосування нових видів сировини для збагачення харчових продуктів, які містять значну кількість цінних та поживних речовин, що дає можливість створювати функціональні продукти з високою харчовою цінністю.

Для збалансованості хімічного складу харчових продуктів доцільно підвищити їхню харчову цінність, за вмістом вітамінів, мінеральних речовин і рослинних білків. Рослинна сировина також може слугувати джерелом біологічно активних сполук, які навіть у мінімальній кількості чинять стимулюючу дію на організм людини. Функціональні продукти харчування мають задовольняти фізіологічні потреби організму людини в харчових речовинах і енергії (Cherevko et al., 2017; Konstantinidi & Koutelidakis, 2019). Тому використання рослинної сировини в рецептурі м'ясних виробів дозволяє оптимізувати хімічний склад продуктів, підвищити комплекс біологічно активних речовин (Topchii et al., 2019).

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Для українців одним із "суперфудів" і джерел функціональних рослинних інгредієнтів є гарбуз, який здавна є традиційним компонентом багатьох страв національної кухні (Kalyna & Lutsenko, 2022). Гарбуз є джерелом β-каротину, у його складі присутні вітаміни, такі як В₁, В₂, В₃, В₆, В₉, С, РР, та мінерали, зокрема калій, кальцій, мідь, залізо, магній, марганець, фосфор, сірка, цинк, фтор. Харчові волокна гарбуза очищають організм від токсинів, стимулюють функцію шлунково-кишкового тракту. Пектинові ж речовини сприятливо діють на процес травлення, виводять із кишківника токсичні речовини, які утворюються в ньому або потрапляють з їжею, та надлишковий холестерин, здійснюючи профілактику серцево-судинних захворювань (Syed et al., 2019).

Популярним є вживання не лише м'якоті гарбуза, а й насіння, з якого виготовляють олію, борошно,

клітковину, “протеїновий порошок”. Саме ці компоненти цікаві для досліджень у ролі функціональних інгредієнтів для харчових продуктів для дорослих і дітей ([Adams et al., 2011](#); [Sharma & Lakhawat, 2017](#)).

Використання нових гарбузових інгредієнтів (олія, борошно, клітковина та протеїновий порошок) у технологіях виробництва харчових продуктів дає змогу

отримати очевидне зростання їх біологічної цінності та поліпшення органолептичних властивостей.

Продукти переробки насіння гарбуза характеризують як безглютенові, їх використання є актуальним для збагачення готової продукції вітамінно-мінеральним комплексом.

Насіння гарбуза характеризується органолептичними показниками ([табл. 1](#)).

Таблиця 1

Органолептичні показники насіння гарбуза

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	Сухе, ціле, дозріле, добре розвинене, тверде, однорідне за величиною, із кіркоподібним зовнішнім шаром, очищене від навколоплідної оболонки, без видимої наявності сторонніх домішок
Колір	Зелений, з сірими та коричневими вкрапленнями
Смак та запах	Властивий насінню гарбуза, без сторонніх присмаків, без затхлого, пліснявого та інших сторонніх запахів
Насипна маса, г/см ³	0,56
Щільність, г/см ³	0,54

Технологію одержання продуктів переробки з насіння гарбуза запропоновано на підставі теоретичних узагальнень літературних джерел. Для одержання олії з насіння гарбуза застосовують пресування насіння на пресі за температури не більше ніж 50 °C ([Syed et al., 2019](#)). Побічним продуктом знежирення насіння гарбуза є макуха, яку подрібнюють на млині. Подрібнену макуху просіюють на віброситі, у результаті просіювання одержують фракції (борошно, протеїновий порошок, клітковину), що є різними за розміром і хімічним складом.

Після переробки насіння гарбуза отримують цільові продукти в кількості:

- ✓ олію – 34 %,
- ✓ борошно – 5 %,
- ✓ протеїновий порошок – 15 %,
- ✓ клітковину – 46 %.

Одержані продукти рекомендовано вживати як самостійні в раціоні людини або в ролі біологічно активних інгредієнтів у технологіях харчових продуктів.

Продукти переробки насіння гарбуза розрізняються за поживною цінністю ([табл. 2](#)) ([Kalyna & Lutsenko, 2022](#)).

Таблиця 2

Поживна цінність продуктів переробки насіння гарбуза

Показник якості	у 100 г продукту			
	Олія	Протеїновий порошок	Борошно	Клітковина
Енергетична цінність (калорійність), кДж/ккал	3747/896	1555/372	1396/334	1338/320
Білки, г	0	61–63	39–40	44–46
Вуглеводи, г	0	11–12	19–21	15–16
Жири, г	99,5 – 99,6	7–8	9–10	7–8
Клітковина, г	0	9–10	12–13	30–32

Протеїновий порошок із насіння гарбуза запропоновано використовувати в харчовому раціоні як інгредієнт для коктейлів, смузі, соусів та інших страв.

Борошно з насіння гарбуза містить комплекс вітамінів групи В, вітамін С, каротиноїди, макро- і мікроелементи (К, Са, Р, Mg, Zn), харчові волокна. Продукт нормалізує обмін речовин, стимулює імунітет, поліпшує функціонування органів і систем організму людини (насамперед серцево-судинної, органів кровотоку, печінки і нирок), а також підвищує розумову та фізичну працездатність ([Lakiza et al., 2018](#); [Kalyna & Lutsenko, 2022](#)).

Клітковина переважно представлена білками та клітковиною, що робить її унікальною добавкою для здорового харчування. Клітковину з насіння гарбуза рекомендовано використовувати як фізіологічно активну добавку до раціону людини з метою нормаліза-

ції жирового обміну та рівня холестерину в крові, для покращення загального стану організму, нормалізації роботи передміхурової залози, для профілактики роботи серцево-судинної та нервової системи, нормалізації травлення та виведення токсичних речовин з організму людини.

Люди із надмірною вагою можуть замінити один прийом їжі вживанням клітковини з насіння гарбуза, запиваючи її великою кількістю чистої води. Корисно додавати клітковину до складу будь-яких страв або використовувати для панірування; можна вживати щоденно як заміник хліба чи додавати до кефіру (йогурту) та інших напоїв. Продукти переробки насіння гарбуза характеризують як безглютенові, їх використання є актуальним для збагачення готової продукції вітамінно-мінеральним комплексом.

Строк придатності 12 місяців від дати виготовлення; зберігати в сухих, добре провітрюваних приміщеннях, захищених від дії сонячних променів за температури не вище ніж +20 °С. Після відкриття пакування вжити продукт протягом 6 місяців за умови зберігання при температурі 0–8 °С.

Одним із представників “суперфудів” є насіння промислових конопель та сипкі конопляні продукти, які мають лікувально-профілактичні властивості та належать до харчових добавок за рахунок вмісту незамінних жирних кислот (Омега-3, 6, 9), незамінних амінокислот і клітковини.

Колір і запах насіння промислових конопель відповідають здоровому насінню (без затхлого, пліснявого запаху тощо). За органолептичними показниками насіння конопель відповідає вимогам ДСТУ 7695:2015 “Насіння конопель. Технічні умови”.

В останні роки в харчовій промисловості все більше уваги приділяється використанню побічних продуктів при виробництві конопляної олії – як джерела біологічно активних компонентів: незамінних амінокислот, харчових волокон, антиоксидантів, білків (Hadnađev et al., 2018; Sova et al., 2021).

Після виділення з насіння конопель олії залишається цінна макуха, з якої виробляють сипкі конопляні продукти: борошно, “протеїн” та висівки (Sova et al., 2021).

Першим продуктом, який отримують з насіння, є олія. При олійності насіння приблизно 33 % вихід

нефільтрованої та фільтрованої олії складає відповідно 29,7 і 19,7 %.

Побічним продуктом отримання олії є макуха – унікальне джерело протеїну, натурального каротину, фітостеролів і фосфоліпідів, які здатні запобігти анемії, а Калій, Цинк, Сульфур та Магній зміцнюють серцевий м’яз і нервову систему. Макуха містить клітковину, яка необхідна для нормальної роботи шлунково-кишкового тракту; поліпшує моторику, виводить з організму шлаки; позитивно впливає на органи дихання, допомагає при лікуванні захворювань серцево-судинної системи і ожиріння; покращує роботу нирок і печінки. Унікальність конопляної макухи полягає в тому, що вона містить достатню кількість повноцінного рослинного білка, оскільки насіння конопель належить до білково-олійних культур.

Шляхом подрібнення макухи та розділення отриманої маси на фракції, різні за розміром, виробляють сипкі конопляні продукти: “протеїн”, борошно та висівки. Найдрібнішу фракцію, яка має найбільшу кількість білка умовно називають “конопляний протеїн”, але вона містить також значну кількість жиру і золи та клітковини.

Сипкі конопляні продукти відповідно до структурно-технологічної схеми мають дещо відмінні органолептичні показники та відрізняються між собою за складом і розміром часток (табл. 3) (Cova et al., 2018). Так, “протеїн” отримують проходом з сита 0,02 мм, сходом з цього сита є борошно, а висівки є сходом з сита 0,3 мм.

Таблиця 3

Органолептичні показники клітковини з насіння промислових конопель

Показник	Борошно	Протеїн	Клітковина
Зовнішній вигляд	сухий сипкий продукт без щільних грудок		
Колір	темно-коричневий із відтінками зеленого	жовто-зелений	темно-зелений
Смак та запах	властивий здоровому насінню конопель, без стороннього запаху; смак – властивий насінню конопель, без гіркоти, кислоти та інших сторонніх присмаків	чисті знеособлені, без сторонніх запахів та присмаків	властивий здоровому насінню конопель, без сторонніх запахів

Клітковина з насіння промислових конопель характеризується комплексом фізико-хімічних показників якості (табл. 4).

Таблиця 4

Фізико-хімічні показники клітковини з насіння промислових конопель

Показник	Значення
Масова частка вологи, %	7,17
Масова частка протеїну, %*	22,65
Масова частка олії, %*	10,62
Масова частка золи, %*	5,05
Масова частка клітковини, %*	44,94
Кислотне число, мг КОН/г	2,30

Клітковина насіння конопель багата на мінеральні речовини. В даному виді сировини міститься ферум, цинк, манган в кількості 84,09 мг/кг, 55,89 мг/кг та 72,64 мг/кг відповідно. Також доцільно зазначити наявність фосфору, кальцію, магнію та кобальту.

Насіння конопель має унікальний білковий склад. До незамінних амінокислот належать: валін, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін. Усі вони присутні в насінні конопель та сипких конопляних продуктах.

У харчовій промисловості все більше уваги приділяється використанню побічних продуктів при виробництві рослинних олій як джерела біологічно активних компонентів. Світові виробники насіння промислових конопель позиціонують його як унікальне джерело білка. За комплексної технології переробки насіння промислових конопель отримують сипкі конопляні продукти. Подрібнення та просіювання конопляної макухи отримують: “протеїн”, борошно та висівки. Порівняльний аналіз вмісту сирого протеїну, жиру, золи, клітковини в конопляному борошні та “протеїні” доводить, що ці продукти майже не відрізняються за складом, а тільки за розміром часток. Амінокислотний склад сипких конопляних продуктів підт-

верджує унікальність насіння промислових конопель як джерела всіх незамінних амінокислот.

Клітковина з насіння промислових конопель – побічний продукт виробництва олії, унікальне джерело протеїну, натурального каротину, фітостеролів і фосфоліпідів, має високу біологічну цінність та є джерелом функціональних рослинних інгредієнтів.

Мета дослідження

Метою даної роботи є розробка науково обґрунтованої технології виробництва варено-копчених ковбас за використання рослинної сировини.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкт дослідження – рецептура та технологія варено-копчених ковбасних виробів.

Предмет дослідження – клітковина з насіння конопель, клітковина з насіння гарбуза, процес гідратації, варено-копчені ковбасні вироби з комбінованим складом сировини.

Для виконання поставлених завдань використовували стандартні, загальноживані й модифіковані методи дослідження фізико-хімічних і органолептичних показників м'ясної галузі (DSTU 4823.2:2007, 2008; Bernyk et al., 2020).

Таблиця 5

Рецептура досліджуваних зразків варено-копчених ковбасних виробів

Сировина	Маса, кг			
	Зразок 1 (контроль)	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Сировина несолена, кг (на 100 кг сировини)				
Яловичина жилована 1/г	47,0	42,0	42,0	42,0
Свинина жилована напівжирна	42,0	37,0	37,0	37,0
Шпик боковий	10,0	10,0	10,0	10,0
Яйце куряче	1,0	1,0	1,0	1,0
клітковина насіння промислових конопель гідратована	-	10,0	5,0	-
клітковина насіння гарбуза гідратована	-	-	5,0	10,0
Прянощі і матеріали, г (на 100 кг несолоної сировини)				
Яйце куряче	1,0	1,0	1,0	1,0
Сіль нітритна	2000	2000	2000	2000
Крохмаль	2000	2000	2000	2000
Перець чорний мелений	160	160	160	160
Коріандр	700	700	700	700
Часник	150	150	150	150
Фосфати	300	300	300	300
Карагенан	800	800	800	800

Функціонально-технологічні властивості характеризують структуру продукту, яка може бути коагуляційною і конденсаційно-кристалізаційною. Для м'ясопродуктів найбільш поширений коагуляційний тип структури, який є наслідком взаємодії між частинками речовини через дисперсійне середовище. Структурам такого типу властива тиксотропія, тобто здатність відновлювати свої властивості після зняття напруги або навіть після руйнування.

Функціонально-технологічні властивості коагуляційних систем значно залежать від вмісту води, роз-

Результати та їх обговорення

Враховуючи рекомендації дослідників, використання порошкоподібних рослинних інгредієнтів потребує процесу гідратації (Bal-Prylypko et al., 2022). У дослідженнях було використано такі співвідношення води та рослинних інгредієнтів: 1:1; 1:3 та 1:6.

За результатами досліджень встановлено, що за різного гідромодуля отримано такі результати співвідношення:

- рослинні інгредієнти : вода – 1:1 гель не утворився;
- рослинні інгредієнти : вода – 1:3 утворено гель в'язкої консистенції;
- рослинні інгредієнти : вода – 1:6 – гель має рідку консистенцію.

Таким чином, рекомендовано використовувати в подальших дослідженнях співвідношення рослинні інгредієнти : вода – 1:3.

Для приготування дослідних зразків варено-копчених ковбасних виробів було використано клітковину насіння промислових конопель та клітковину насіння гарбуза. Рослинну сировину піддавали гідратації та додавали до рецептури в різних кількостях від загальної кількості м'ясо-жирової сировини (табл. 5).

мірів частинок і прошарків, їх фізико-хімічних властивостей.

Для технології варено-копчених ковбас важлива залежність структурно-механічних властивостей не тільки від зміни розмірів частинок, наприклад під час подрібнення м'яса в процесі приготування ковбасного фаршу, а й від функціональних добавок, введених до складу фаршу (Pertsevyi, 2016; Bernyk et al., 2018; Novhorodska et al., 2021).

Білок на основі харчових добавок рослинного походження у фаршевих системах застосовується як коригувальний компонент, саме він утворює і стабілі-

зує емульсію, підвищує гелеутворювальну, водо- і жирозв'язувальну здатності, формує текстуру, збільшує клейкість, водночас компенсує дефіцит м'язових білків (Klymenko, 2006; Novhorodska et al., 2023).

Результати оцінки функціонально-технологічних властивостей за приготування фаршу контрольного і

дослідних зразків варено-копченої ковбаси показано на [рис. 1–3](#). У ході досліджень визначалися такі показники: вологозв'язувальна та вологоутримувальна здатність, стабільність емульсії.

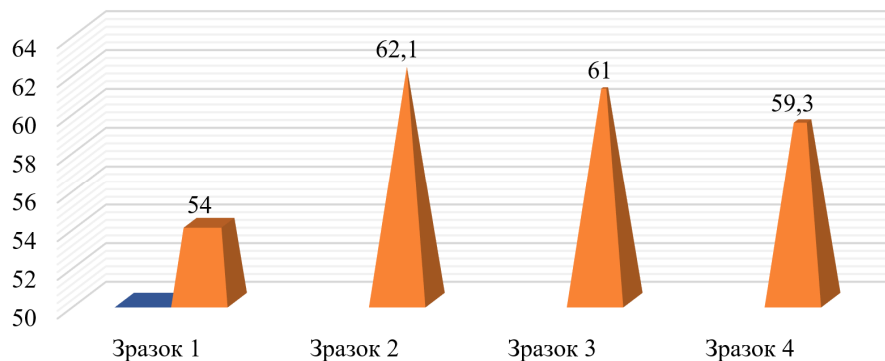


Рис. 1. Вологозв'язувальна здатність, %

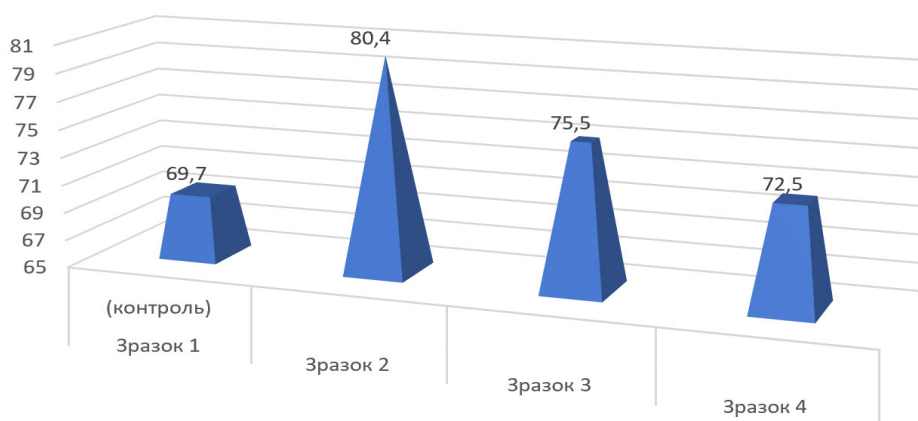


Рис. 2. Вологоутримувальна здатність, %



Рис. 3. Стабільність емульсії, см³

Фарш ковбасних виробів за використання харчових добавок рослинного походження являє собою стабільну систему, що зберігає свої властивості.

Функціонально-технологічні властивості дослідних зразків фаршевих систем за використання клітковими не поступаються контрольному зразку. У дослідних зразках фаршевих систем № 2, № 3 та № 4 вологозв'язувальна здатність була на рівні 59,3–62,1 %, вологоутримувальна здатність – 72,5–80,4 %, стабільність емульсії – 0,81–0,86 см³. Таким чином, додавання

рослинних інгредієнтів позитивно впливає на функціонально-технологічні властивості ковбасного фаршу.

Органолептична оцінка варено-копчених ковбас дозволяє встановити, чи впливають зміни в технології виготовлення на показники якості продукції. За результатами цієї оцінки приймаються рішення про доцільність застосування тієї чи іншої технології ([рис. 4 – 8](#)).

Зовнішній вигляд: батони з чистою сухою поверхнею, без плям, пошкоджень оболонки, напливів фаршу ([рис. 4](#)).

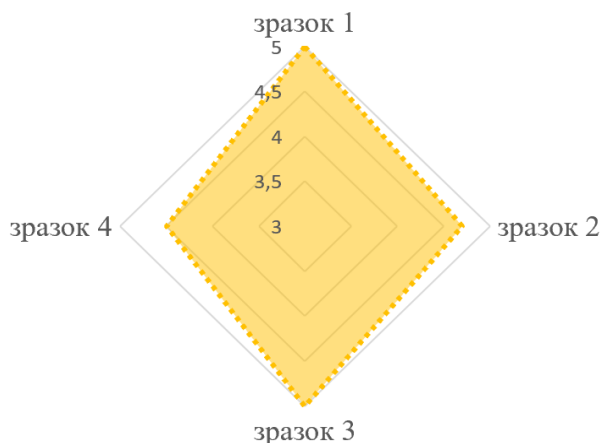


Рис. 4. Профілограма оцінки зовнішнього вигляду

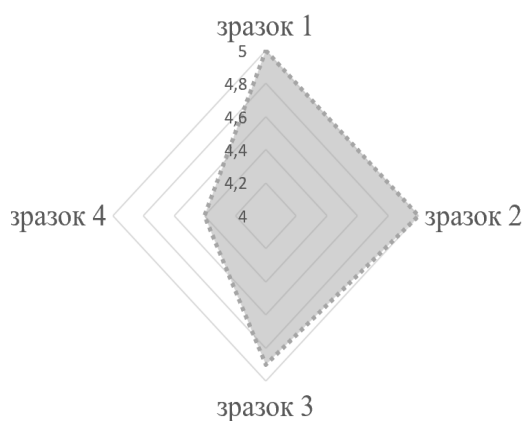


Рис. 5. Профілограма оцінки кольору

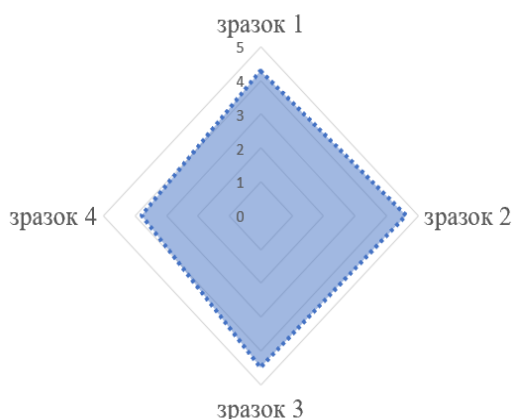


Рис. 6. Профілограма оцінки запаху та аромату

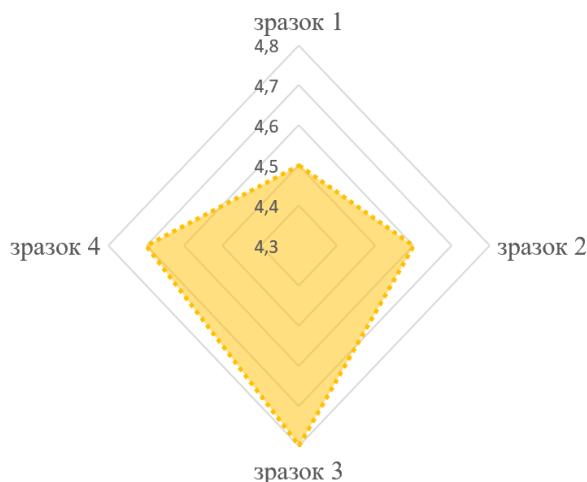


Рис. 7. Профілограма оцінки смаку

Вимоги до кольору ковбасних виробів: рожевий, рівномірно перемішаний, містить шматочки шпиків розміром до 4 мм (рис. 5).

Вимоги до запаху та аромату: властиві даному виду продукту, без сторонніх присмаків і запахів, з вираженим ароматом прянощів, копчення і помірним запахом часнику; смак у міру солоний (рис. 6).

При визначенні консистенції встановлюють щільність, рихлість, ніжність, жорсткість, пружність, однорідність маси (рис. 8).

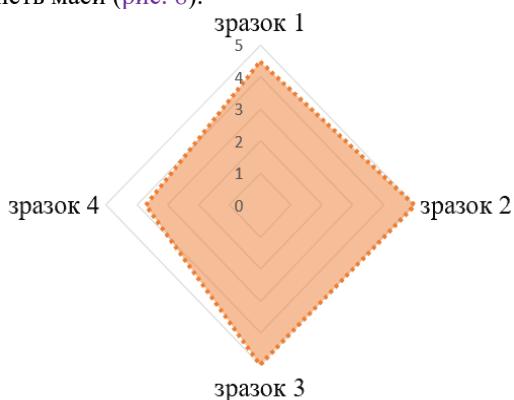


Рис. 8. Профілограма оцінки консистенції

За результатами досліджень встановлено, що за органолептичними показниками якості, зокрема зовнішнім виглядом, кольором, ароматом, смаком та

консистенцією найбільшу кількість балів отримав зразок № 3 за додавання суміші клітковини насіння промислових конопель та клітковини насіння гарбуза гідратованих.

Харчові добавки рослинного походження надають ковбасним виробам апетитного вигляду, належної текстури й консистенції, відповідного смаку за суттєвого здешевлення їх виробництва. За оптимального підбору рецептури харчові добавки рослинного походження дозволяють збалансувати продукти з точки зору поживності.

За результатами досліджень запропоновано використовувати суміш клітковини насіння промислових конопель та клітковини насіння гарбуза гідратованих, підготовку рослинних інгредієнтів необхідно проводити відповідно до схеми (рис. 9).

Для виробництва варено-копчених ковбас використовують яловичину, свинину, баранину від дорослих тварин в охолоджену або розморожену стані, шпик, грудинку свинячу з масовою часткою м'язової тканини не більше ніж 25 %, жир-сирець баранячий, заморожені блоки із знежиреного м'яса (яловичини, свинини, баранини). Свинина залежно від рецептури може бути доповненням до яловичини або основою для фаршу. Для виробництва ковбас придатна свинина будь-якої вгодності.

У ковбасному виробництві для надання ковбасам смаку і певних функціональних властивостей фаршам

використовують кухонну сіль екстра, вищого і I сортів. Цукор використовують у вигляді цукрового піску. Нітрит натрію використовують при солінні м'яса для

стабілізації кольору м'яса. Нітрит натрію – отрута, тому його застосовують у вигляді розчину не більше ніж 2,5 % концентрації.

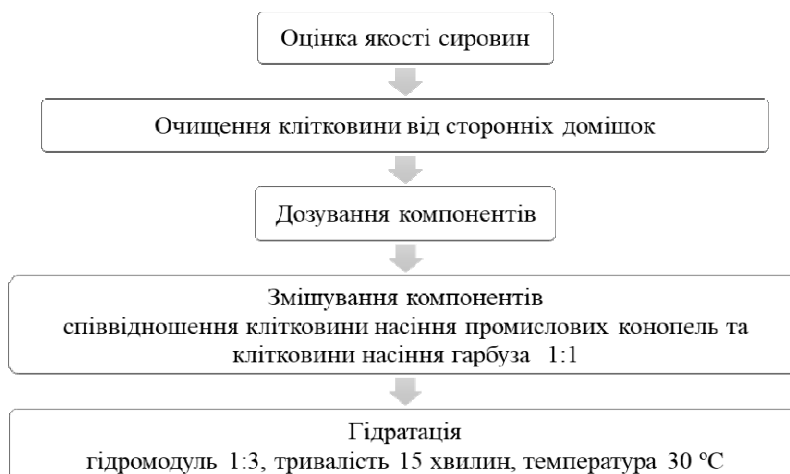


Рис. 9. Підготовка рослинних інгредієнтів

Під час копчення використовують димоповітряну суміш від піролізу деревини (тирси) листяних порід. Для надання ковбасним виробам аромату і смаку копченостей застосовують також коптільні препарати – концентровані конденсати диму від згоряння деревини листяних порід.

Термін зберігання при температурі 10–12 °C та відносній вологості повітря 75–78 % – до 30 діб. Вихід готових ковбас становить від 60 до 75 %.

Оцінка органолептичних показників досліджуваних зразків варено - копчених ковбасних виробів наведена у табл. 6.

Таблиця 6

Органолептичні показники варено-копченої ковбаси за використання рослинних інгредієнтів

Показник	Характеристика
Зовнішній вигляд	ковбасні батони з чистою, сухою поверхнею, без плям, ушкоджень, бульйонно-жирових напливів
Колір	поверхня темно-червона, на розрізі – від світло-рожевої до темно-рожевої з ледь помітним жовтуватим відтінком
Запах	виражений м'ясний, з ароматом копчення, з характерним відтінком спецій
Консистенція	пружна, шпик рівномірно розподілений, фарш без сірих плям і пустот, є ледве помітні включення рослинної добавки
Смак	приємний м'ясний, злегка гострий, у міру солоний, без стороннього присмаку, властивий для даного виду продукту

Висновки

1. В основу технології покладено ідею сумісного використання побічних продуктів переробки олійного виробництва з високим вмістом функціональних рослинних інгредієнтів, клітковини з насіння гарбуза та з насіння промислових конопель, для підвищення біологічної цінності та поліпшення органолептичних властивостей м'ясних виробів.

2. Додавання гідратованої рослинної клітковини до рецептури в кількості 10 % (співвідношення клітковини насіння промислових конопель та гарбуза 1:1) із заміною м'ясо-жирової сировини дозволяє отримати ковбасні вироби з вищою харчовою та нижчою енергетичною цінністю. При цьому забезпечено такі показники фаршевих систем: вологозв'язувальна здатність була на рівні 61 %, вологоутримуюча здатність – 75,5 %, стабільність емульсії – 0,85 см³.

3. Стадія підготовки рослинних інгредієнтів включає операції: очищення клітковини від сторонніх домішок, дозування компонентів, змішування компо-

нентів (співвідношення клітковини насіння промислових конопель та гарбуза 1:1), гідратація (гідромодуль 1:3, тривалість 15 хвилин, температура 30 °C).

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

- Adams, G. G., Imran, S., Wang, S., Mohammad, A., Kok, S., Gray, D. A., Channell, G. A., Morris, G. A., Harding, S. E. (2011). The hypoglycaemic effect of pumpkins as antidiabetic and functional medicines. *Food Research International*, 44, 862–867. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.03.016.
- Alongi, M., & Anese, M. (2021) Re-thinking functional food development through a holistic approach. *Journal of Functional Foods*, 81, 104466. DOI: 10.1016/j.jff.2021.104466.

- Bal-Prylypko, L. V., Nikolaienko, M. S., Slobodianiuk, N. M., Israelian, V. M., Danylenko, S. H., & Hudzenko, M. M. (2022). Tekhnolohiia zberihannia, konservuvannia ta pererobky miasa. Pidruchnyk. K.: NUBiP Ukrainy. URL: <https://buklib.net/books/36104> (in Ukrainian).
- Bernyk, I. M., Farionik, T. V., & Novgorodska, N. V. (2020). Veterynarno-sanitarna ekspertyza produktiv tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia. Navchalnyi posibnyk dla studentiv vyshchykh navchalnykh zakladiv. Vinnytsia: Vydavnychiy tsentr VNAU. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25441.pdf> (in Ukrainian).
- Bernyk, I. M., Novhorodska, N. V., Solomon, A. M., Ovsienko, S. M., & Bondar, M. M. (2022). Innovatsiini tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv: monohrafiia. Vinnytsia: Vydavets FOP Kushnir Yu. V. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/32594.pdf> (in Ukrainian).
- Bernyk, I. M., Solomon A. M., & Shuliak O. O. (2018). Vykorystannia bilkovykh dobavok u vyrobnytstvi kovbasnykh vyrobiv. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii, 1(100), 93–101. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/19270.pdf> (in Ukrainian).
- Cherevko, O. I., Peresichnyi, M. I., & Tyurikova, I. S. (2017). Innovatsiini tekhnolohii kharchovoi produktsii funktsionalnogo pryznachennia: monohrafiia. Chastyna 2. Kh.: Kharkivskiy. derzh. univ. kharchuv. i torhivli. URL: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/8491> (in Ukrainian).
- Cova, N. A., Lutsenko, M. V., Yefimov, V. H., & Kurhalin, S. M. (2018). Kharakterystyka sypanykh konoplianykh produktiv. Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu «KhPI». Serii: Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiiakh, 45(1321), 207–213. DOI: 10.20998/2413-4295.2018.45.29 (in Ukrainian).
- DSTU 4823.2:2007 (2008). Chastyna 2. Zahalni vymohy. Produkty miasni. Orhanoleptychne otsiniuvannia pokaznykiv yakosti. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- Hadnađev, M., Dizdar, M., & Dapčević-Hadnađev, T. (2018). Hydrolyzed hemp seed proteins as bioactive peptides. Journal on Processing and Energy in Agriculture, 22(2), 90–94. DOI: 10.5937/JPEA1802090H.
- Kalyna, V. S., & Lutsenko, M. V. (2022). Doslidzhennia vlastyvostei produktiv pererobky nasinnia harbuza. Nauka, tekhnolohii, innovatsii, 1, 22–28. DOI: 10.35668/2520-6524-2022-1-04 (in Ukrainian).
- Klymenko, M. (2006). Tekhnolohiia miasa ta miasnykh produktiv: Kyiv: Vyshcha osvita (in Ukrainian).
- Konstantinidi, M., & Koutelidakis, A. E. (2019). Functional Foods and Bioactive Compounds: A Review of Its Possible Role on Weight Management and Obesity's Metabolic Consequences. Medicines (Basel), 6(3), 94. DOI: 10.3390/medicines6030094.
- Lakiza, O. V., Maslikova, K. P., & Ishchenko, M. V. (2018). Efektyvnist zastosuvannia vysokobilkovykh funktsionalnykh produktiv u vyrobnytstvi bulochok. Grain Products and Mixed Fodder's, 18(2), 25–29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Zpik_2018_18_2_6 (in Ukrainian).
- Novhorodska, N. V., Bernyk, I. M., Razanova, O. P., & Savinok, O. M. (2023). Sicheni napivfabrykaty z roslynnoiu syrovynoiu. Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriiia “Kharchovi tekhnolohii”, 25(100), 14–19. DOI: 10.32718/nvlvet-fl0003 (in Ukrainian).
- Novhorodska, N. V., Solomon, A. M., & Bernyk, I. M. (2021). Otsinka yakosti farshevykh system z vykorystanniam roslynnoi syrovyny. Prodovolchi resursy, 9(17), 119–128. DOI: 10.31073/foodresources2021-17-12 (in Ukrainian).
- Oshchypok, I. M., & Onyshko, L. Y. (2019). Zbahachennia kharchovoi syrovyny inhrediiientamy dla stvorennia produktiv zdorovoho kharchuvannia. Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnogo universytetu. Tekhnichni nauky, 22, 44–51. DOI: 10.36477/2522-1221-2019-22-08 (in Ukrainian).
- Pertsevyi, F. V. (2016). Promyslovi tekhnolohii pererobky miasa, moloka ta ryby. Kyiv: Inkos (in Ukrainian).
- Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., & Koshulko, V. S. (2022). Innovatsiinyi inzhynirynh v okremykh haluziakh kharchovoho vyrobnytstva. Dnipro: FOP Obdymko O. S. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7380> (in Ukrainian).
- Rymar, O. H., & Mazurkevych, I. O. (2021). Problemy ta perspektyvy rozvytku kharchovoi promyslovosti Ukrainy. Ekonomika ta derzhava, 3, 66–70. DOI: 10.32702/2306-6806.2021.3.66.
- Sharma, G., & Lakhawat, S. (2017). Development, quality evaluation and acceptability of pumpkin seed flour incorporated in gravy. Journal of Nutrition & Food Sciences, 7(4), 1000613. DOI: 10.4172/2155-9600.1000613.
- Simakhina, H. O., & Naumenko, N. V. (2021). Zdobutky i perspektyvy vprovadzhenia innovatsii u kharchovii promyslovosti Ukrainy. Hraal nauky, 5, 109–115. DOI: 10.36074/grail-of-science.04.06.2021.021 (in Ukrainian).
- Sova, N. A., Lutsenko, M. V., Polehenka, M. A., & Chornei, K. A. (2021). Tekhniko-ekonomichne obgruntuvannia tekhnolohii kompleksnoi pererobky nasinnia promyslovykh konopel. Visnyk Natsionalnogo tekhnichnogo universytetu «KhPI». Serii: Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiiakh, 3(9), 103–109. DOI: 10.20998/2413-4295.2021.03.15 (in Ukrainian).
- Syed, Q. A., Akram, M., & Shukat, R. (2019). Nutritional and Therapeutic Importance of the Pumpkin Seeds. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, 21(2), 15798–15803. DOI: 10.26717/BJSTR.2019.21.003586.
- Syrokhnman, I. V., & Zavhorodnia, V. M. (2009). Tovaroznavstvo kharchovykh produktiv funktsionalnogo pryznachennia: navchalnyi posibnyk. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury (in Ukrainian).
- Topchii, O., Kotliar, Y., Honcharenko, T., Petryna, A., & Tarasiuk, O. (2019). Use of oilseed polyfunctional supplements in the manufacture of meat products. Food Science and Technology, 13(2), 78–86. DOI: 10.15673/fst.v13i2.1384.
- Yancheva, M. O., & Zhelieva, T. S. (2017). Innovatsiini tekhnolohii miasnykh produktiv. Kh.: KhDUKhT (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10106
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC664.64.022.39

Characteristics of fermentation changes in the dough for rye-wheat bread with the addition of propionic and lactic acid bacteria

A. Lialyk, K. Kravcheniuk, M. Kukhtyn[✉]

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 29.12.2023
Received in revised form
30.01.2024
Accepted 31.01.2024

*Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-097-239-20-57
E-mail: kukhtynnic@gmail.com*

Lialyk, A., Kravcheniuk, K., & Kukhtyn, M. (2024). Characteristics of fermentation changes in the dough for rye-wheat bread with the addition of propionic and lactic acid bacteria. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 35–40. doi: 10.32718/nvlvet-f10106

The quality of bread directly depends on several physical and chemical indicators of the quality of flour, which is used in the technology of making products. Various types of flour, phyto-additives, oils, and leavening microorganisms are added to its recipe to improve the quality and increase the biological value of bread. Pure cultures of lactic acid and propionic acid bacteria are among the fermenting microbiota most often used in the technological process of bread production. The work aimed to determine the effect of adding pure cultures of lactic acid and propionic acid bacteria on the technological process of bread production. Three samples of dough and dough were prepared: the first with lactic acid bacteria and yeast; the second – propionic and lactic acid bacteria and yeast; the third only on a yeast base. Then, samples of rye-wheat dough were mixed in these ovens, and bread was baked. The symbiotic effect of propionic acid bacteria on the acidification of the environment, that is, on the development of yeast and lactic acid bacteria, was established because it was sample № 2 in which this entire microbial landscape was present that had the highest acidity of the dough. An interdependent relationship between added bacteria to the wort and reduction in fermentation time was revealed. In test № 2, the time required to reach the final fermentation process was about 77 min, about 30 min faster than in the control test. In dough № 2 with added microbiota, the lifting force time was the lowest. Therefore, the addition of propionic and lactic acid bacteria to the dough at the same time as yeast contributes to the active gas-forming ability of the dough. Thus, introducing this microbiota into the steam will increase semi-finished products in a short production time.

Key words: rye and wheat flour, lactic acid and propionic acid bacteria, dough fermentation, rye-wheat bread.

Характеристика бродильних змін у тісті для житньо-пшеничного хліба з додаванням пропіоновокислих й молочнокислих бактерій

A. Т. Лялик, Х. Ю. Кравченко, М. Д. Кухтин[✉]

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

Якість хліба напряму залежить від ряду фізико-хімічних показників якості борошна, яке використовується у технології приготування виробів. Для покращення якості та підвищення біологічної цінності хліба у його рецептурний склад додають різні види борошна, фітодобавки, олії, а також заквасувальні мікроорганізми. Серед заквасувальної мікробіоти, яку найчастіше застосовують у технологічному процесі виготовлення хліба є чисті культури молочнокислих й пропіоновокислих бактерій. Метою роботи було визначити вплив додавання чистих культур молочнокислих й пропіоновокислих бактерій на технологічний процес виробництва хліба. Приготовлено три зразки опари й тіста: перший з молочнокислими бактеріями й дріжджами; другий – пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями та дріжджами; третій тільки на опарі з дріжджів. Потім на даних опарах було замішано зразки житньо-пшеничного тіста й випечено хліб. Встановлено симбіотичний вплив пропіоновокислих бактерій на підкислення середовища, тобто на розвиток дріжджів й молочнокислих бактерій, адже саме у зразку № 2 у якому був присутній весь цей мікробіотний пейзаж була найбільша кислотність тіста. Виявлено взаємозалежний зв'язок між доданими бактеріями до опари та скороченням часу бродіння. Зокрема, у

тісті № 2 час необхідний для досягнення завершального процесу бродіння був приблизно 77 хв, що приблизно на 30 хв швидше, ніж у контрольному тісті. У тісті № 2 з доданою мікробіотою час підйомної сили був найменший. Отже, додавання в опару пропіоновокислих й молочнокислих бактерій одночасно з дріжджами сприяє активній газоутворюючій здатності в тісті. Тому введення цієї мікробіоти в опару сприятиме збільшенню напівфабрикатів за короткий час виробництва.

Ключові слова: борошно житнє і пшеничне, молочнокислі й пропіоновокислі бактерії, бродіння тіста, житньо-пшеничний хліб.

Вступ

Відомо, що якість хліба напряму залежить від ряду фізико-хімічних показників якості борошна, яке використовується у технології приготування виробів (Drobot & Sylchuk, 2016; Lialyk et al., 2020; Karpuk et al., 2021). За умови використання борошна невідповідної якості, особливо за вмістом клейковини, кислотності або додавання борошна нижчих сортів, тоді у рецептурний склад додають різні покращувачі синтетичного походження (Iorgacheva & Lebedenko, 2014; Cheliabieva & Sosedova, 2018). У зв'язку з тим, що обізнаність споживачів про “здорове харчування” постійно зростає і вони шукають продукцію з меншим вмістом хімічних добавок, виробники борошняних виробів намагаються додавати у рецептуру природні безпечні інгредієнти (Lebedenko et al., 2014; Mayda et al., 2020; Kukhtyn et al., 2022).

Дослідники (Iorgachova & Lebedenko, 2015; Israr et al., 2017) вважають, що одним із способів покращення якості та підвищення біологічної цінності хліба буде додавання у його рецептурний склад поживніших видів борошна, різних фітодобавок, олій, а також застосування заквасочних мікроорганізмів (Yazar & Tavman, 2012; Kukhtyn et al., 2017; Hrushkovska et al., 2019), які б подовжували термін зберігання готових виробів та знижували процеси черствіння. Серед заквашувальної мікробіоти, яку найчастіше застосовують у технологічному процесі виготовлення хліба вважаються чисті культури молочнокислих й пропіоновокислих бактерій. Молочнокисла мікробіота широко розповсюджена в природі, оскільки є автохтонною мікрофлорою рослинного світу (Rouse et al., 2008; Kukhtyn et al., 2018) тому присутня у борошні та активно приймає участь у процесі бродіння тіста. Тому перспективним напрямком у хлібопекарському виробництві є покращення якості хліба за допомогою застосування різного роду заквашувальних мікроорганізмів, взамін хімічним добавкам. До того ж пропіоновокислі й молочнокислі бактерії у технології хліба є, додатковим джерелом синтезу багатьох органічних антагоністичних речовин, які затримують розвиток грибової мікрофлори.

Мета дослідження

Метою роботи було визначити вплив додавання чистих культур молочнокислих й пропіоновокислих бактерій на технологічний процес виробництва хліба.

Матеріал і методи досліджень

Робота виконана на кафедрі харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету ім. І. Пулюя.

Для приготування опари з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями спочатку вирощували пропіоновокислі мікроорганізми на лактозному середовищі з додаванням соєвої сироватки; молочнокислі – на агарі з гідролізованим молоком. Після вирощування в термостаті з даних бактерій готували суспензії, потім за стандартом мутності досягали, щоб в 1 мл було в середньому 10^3 КУО/мл. Саме ці суспензії додавали в опару, яка містила борошно й пекарські дріжджі. До того ж для активізації розвитку їх у борошняній суспензії до неї додавали 20 % молочної сироватки. У контрольному зразку житньо-пшеничного хліба додавали сироватку, але не додавали молочнокислі мікроорганізми. За такою технологією було приготовлено три зразки: перший з молочнокислими бактеріями й дріжджами; другий – пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями та дріжджами; третій тільки на опарі з дріжджів. Потім на даних опарах було замішано зразки житньо-пшеничного тіста й випечено хліб.

Для визначення фізико-хімічних показників борошна, тіста та технологічних показників готових виробів використовували загальноживані методики (Drobot et al., 2006; Kukhtyn et al., 2023). Усі експерименти проводили у трьох разовій повторюваності та піддавалися методам статистичної обробки. Різницю між досліджуваними величинами приймали за вірогідну, коли $P \leq 0,05$.

Результати та їх обговорення

У першій частині нашого дослідження було дано характеристику використаної сировини для приготування житньо-пшеничного хліба – борошна пшеничного й борошна житнього (табл. 1).

Під час порівняння двох видів борошна (табл. 1) відмічаємо відмінності між ними за технологічними властивостями. Зокрема, основний показник, який суттєво відрізняє ці два види борошна й має безпосередній вплив на технологію хлібобулочних виробів – це вміст клейковини. Адже завдяки вмісту клейковини пшеничне борошно вважається більш цінним й придатним для виробництва хліба (Cardoso et al., 2019), у досліджуваному житньому борошні вміст клейковини становив 14 % та 25 % у пшеничному борошні. Водночас, кислотність у пшеничному борошні нижча, ніж у житньому. Так, величина титрованої кислотності була $4,4 \pm 0,2$ град у житньому борошні, проти $2,1 \pm 0,1$ град у пшеничному. Це вказує, що житнє борошно має більший вміст органічних кислот, які зумовлюють його кислотність. Крім того з кислотністю готового хліба пов'язують придатність виробів до зберігання й черствіння (Warechowska et al., 2019). Внаслідок цього житньо-пшеничний хліб вважається стійкішими до процесу черствіння за зберігання.

Визначення мікробіологічних показників борошна виявило багатшу мікробіоту житнього, це пов'язано з тим, що в його складі міститься більше периферійних частинок оболонок, яке багатше на епіфітні мікроорганізми (Cardoso et al., 2019). Так, у житньому борошні кількість споривих бактерій була $93,4 \pm 7,5$ КУО/г, в той же час у пшеничному, приблизно в 4,0 рази менша. Водночас, у двох видах борошна вміст бацил не перевищувала кількість 200 клітин, яка вважається у хлібопекарській галузі граничним нормативом через можливість швидкого розвитку картопляної хвороби пшеничних виробів (Liang et al., 2019).

За вмістом МАФАНМ житнє борошно також мало приблизно в 2 рази більшу кількість, ніж у пшеничне. Це вказує, що мікробіота житнього борошна приймає участь у ферментаційних процесах під час бро-

діння тіста (Kukhtyn et al., 2022). Аналогічні зміни відмічалися й щодо контамінації грибовою мікрофлорою, зокрема у борошні з жита, приблизно в 2 рази більший вміст грибів.

Отже, порівняльний аналіз борошна виявив значно більший вміст клейковини у пшеничному, водночас за іншими технологічними показниками житнє борошно було сприятливіше для хлібопечення. Тому поєднання двох видів борошна у технології хліба є цілком оправданим.

Характеристику трьох зразків тіста проводили за показниками: кислотність, час бродіння, підйомна сила. Адже зміна цих показників залежать від розвитку мікробіоти тіста, яка внесена з опарою. Дослідження зміни кислотності наведено на рис. 1.

Таблиця 1

Оцінка стандартних показників борошна пшеничного й житнього ($M \pm m$, $n = 3$)

Показники	Види борошна			
	житнє обдирне	вимоги стандарту	пшеничне, сорт вищий	вимоги стандарту
Клейковина, %	14	–	25	–
Кислотність, град	$4,4 \pm 0,2$	–	$2,1 \pm 0,1$	–
Вологість, %	$9,4 \pm 0,2$	до 15,0	$11,2 \pm 0,3$	до 15,0
Спори мезофільних бацил, КУО/г	$93,4 \pm 7,5$	200	$25,5 \pm 2,1$	200
МАФАНМ, КУО/г	$1631,3 \pm 88,7$	1000	$755,4 \pm 38,5$	1000
Гриби, КУО/г	$142,1 \pm 10,2$	–	$71,7 \pm 6,0$	–

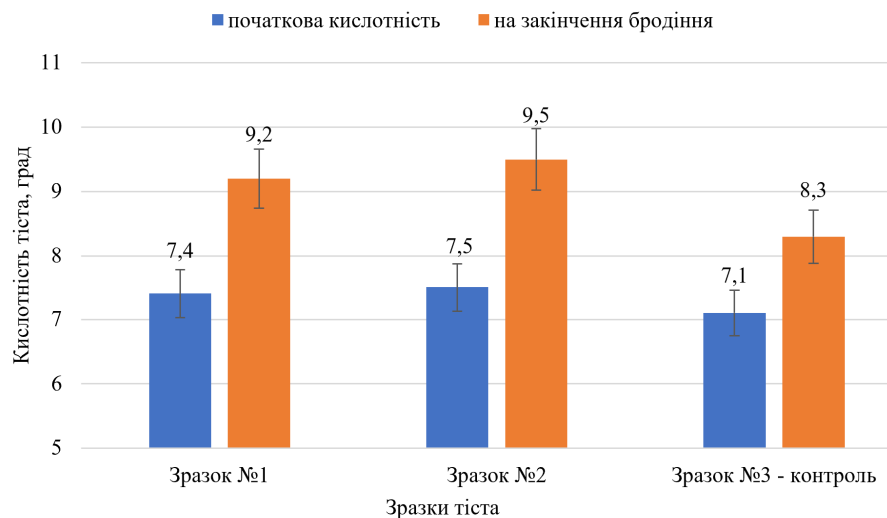


Рис. 1. Кислотність пшенично-житнього тіста з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями

Найвищу величину кислотності відмічали в зразку тіста № 2 (рис. 1), опара якого була приготовлена з дріжджів, пропіоновокислих й молочнокислих бактерій і становила $9,5 \pm 0,1$ град, що на 2,0 град. більша, ніж у свіжому тісті. У тіста № 1 в опару вносили тільки молочнокислі бактерії, у ньому кислотність зросла приблизно на 1,8 град., водночас в контрольному тісті (до опари якого пропіоновокислі й молочнокислі бактерії не додавали) кислотність була найнижчою – $8,3 \pm 0,2$ град, це на 1,2 град більше від початкової.

Загалом з дослідження спостерігається симбіотичний вплив пропіоновокислих бактерій на підкислення середовища, тобто на розвиток дріжджів й молочно-

кислих бактерій, адже саме у зразку № 2 у якому був присутній весь цей мікробний пейзаж була найбільша кислотність тіста. Це пояснюється активнішим молочнокислим процесом за участі спонтанної й доданої молочнокислої мікрофлори. Наші результати подібні до даних дослідників (Kukhtyn et al., 2022), про вплив молочної кислоти у процесах, що зумовлюють збереженість харчових продуктів через бродіння.

Дослідження зразків тіста з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями на час необхідний для досягнення оптимальної кислотності тістового напівфабрикату наведено на рис. 2.

Відомо, що чим швидше тісто досягне визначеної кислотності тим скорочується технологічний процес бродіння і технологія. Відмічаємо (рис. 2) взаємозалежний зв'язок між доданими бактеріями до опари та скороченням часу бродіння до кислотності тіста 8 град. Зокрема, у тісті № 2 час необхідний для досягнення завершального процесу бродіння був приблизно 77 хв, у зразку № 1, опара приготовлена з молочнокислих бактерій й дріжджів, час збільшився до 85 хв, а в контролі відрізок часу був найбільший для досягнення кислотності 8 град – 112 хв. Це вказує, що бродіння тіста за класичної технології буде проходити приблизно на 35 хв довше.

Отже, застосування пропіоновокислих бактерій одночасно з молочнокислими та дріжджами спричи-

няє синергічну інтенсифікацію бродильних змін внаслідок чого у тісті, приблизно на 30 хв швидше накопичуються органічні метаболіти ферментації вуглеводів, що в кінці скоротить процес виробництва.

Важливо, щоб поряд із підкисленням тістового середовища відбувалися реологічні зміни структурно-механічного характеру клейковини, а саме збільшувалася об'єм тіста (Drobot & Sylchuk, 2016; Karpyk et al., 2021). Даний процес проходить через виділення мікробіотою тіста вуглекислого газу, це спричиняє збільшення питомого об'єму буханки. Вплив доданих пропіоновокислих й молочнокислих бактерій на газотворюючу здатність наведено на рис. 3.

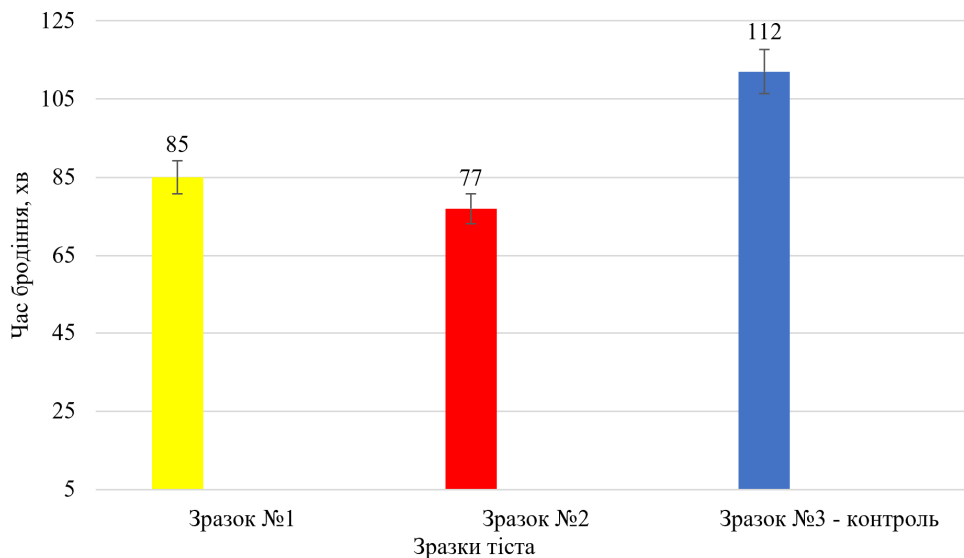


Рис. 2. Час бродіння тіста для досягнення оптимальної кислотності 8 град

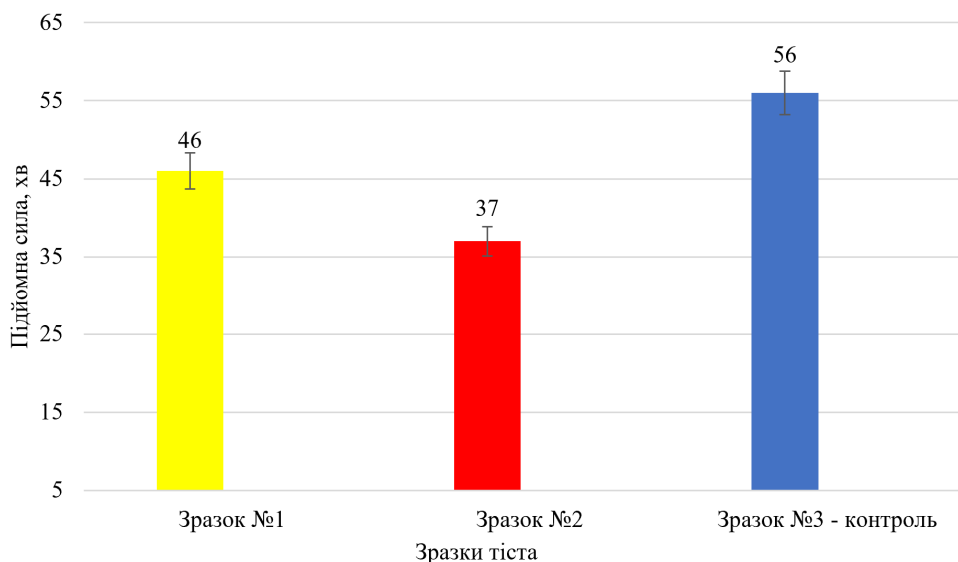


Рис. 3. Підйомна сила тіста

Виявлено (рис. 3) зменшення часу підйомної сили в тісті за внесення в опару пропіоновокислих й молочнокислих бактерій. Зокрема у тісті № 2 з усією доданою мікробіотою час підйомної сили був найменший,

приблизно 37 хв, що вважається дуже доброю біохімічною активністю мікрофлори (Sun et al., 2023). У зразку №1, час підйомної сили тіста збільшився до 46 хв, що також характеризується доброю активністю

мікробіоти. У тісті, яке бродить тільки за участі дріжджів й нативної мікрофлори борошна час підйомної сили був найбільший – 56 хв, однак не перевищував межу в 70 хв.

Отже, додавання в опару пропіоновокислих й молочнокислих бактерій одночасно з дріжджами сприяє активній газоутворюючій здатності в тісті. Адже збільшення питомого об'єму тіста напряму залежить від пропіоновокислих бактерій, оскільки в зразку № 1 з вмістом молочнокислих бактерій об'єм був менший. Дані дослідження узгоджуються результатами (Kukhtyn et al., 2018), щодо участі пропіоновокислих

бактерій в ферментації молочної сировини та продукування вуглекислого газу у молочних продуктах. Тому введення цієї мікробіоти в опару сприятиме збільшенню напівфабрикатів за короткий час виробництва.

Бродильні зміни у тісті та їх вплив на структурно-механічні властивості готових виробів характеризує показник пористості, за величиною пористості можна судити про зміни, які відбувалися в тісті під час бродіння й розстоювання. Величина пористості у досліджених зразках хліба наведена на рис. 4.

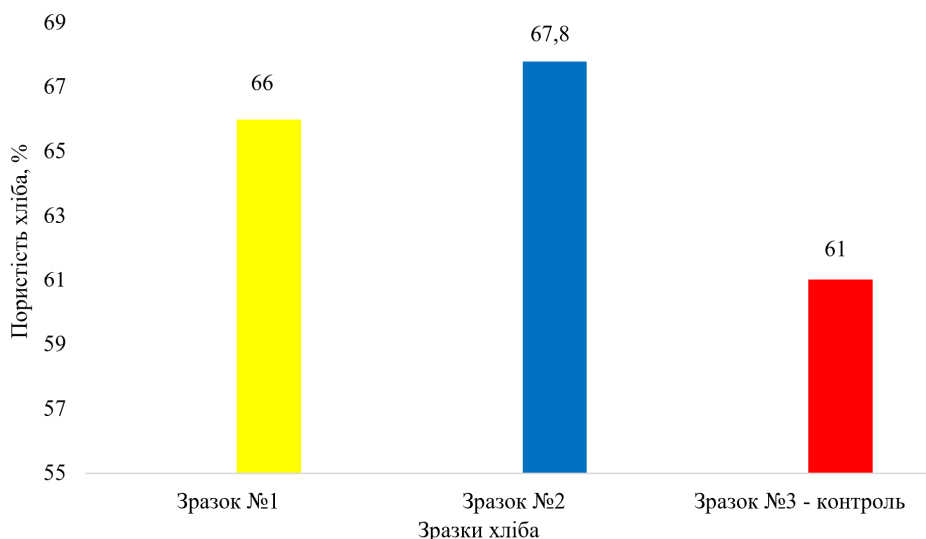


Рис. 4. Пористість пшенично-житнього хліба з пропіоновокислими й молочнокислими бактеріями.

Виявлено (рис. 4) позитивну динаміку між доданими штамами мікроорганізмів до опари та пористістю готових пшенично-житніх виробів. Оскільки відмічається зростання пористості у зразку хліба в опару якого додали штами пропіоновокислих й молочнокислих бактерій, порівнюючи з хлібом без даних заквасочних бактерій. Зокрема у пшенично-житньому хлібі з штамами *Propionibacterium freudenreichii* (№ 2), величина пористості становила 67,8 %, у зразку № 1 тільки з молочнокислими бактеріями була 66 %, водночас найменша пористість відмічалася у хлібі виробленому тільки на дріжджах – 61 %.

Отже, пшенично-житній хліб виготовлений на опарі з пропіоновокислих й молочнокислих бактерій буде краще засвоюватися організмом через вищу пористість.

Висновки

Додавання в опару для житньо-пшеничного хліба штамів пропіоновокислих бактерій *Propionibacterium freudenreichii* та молочнокислих видів *Lactobacillus plantarum* й *Lactobacillus brevis* спричиняє синергічну інтенсифікацію бродильних змін, внаслідок чого у тісті, приблизно на 30 хв швидше досягається кислотність, що скорочує процес виробництва. До того ж у такому хлібі величина пористості на 7 % більша. Отже, використання штамів молочнокислих й пропіоновокислих бактерій у технології житньо-пшеничного

хліба скорочує технологічний процес виробництва та підвищує біологічну цінність хліба.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Cardoso, R. V., Fernandes, Â., Heleno, S. A., Rodrigues, P., González-Paramás, A. M., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2019). Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*, 280, 123–129. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.12.063.
- Cheliabiieva, V., & Sosedova, E. (2018). Using of leave n of spontaneous fermentation and of flour leguminou s in bread production. *Technical sciences and technologies*, 3(13), 251–257. DOI: 10.25140/2411-5363-2018-3(13)-251-257.
- Drobot, V. I., & Sylchuk, T. A. (2016). Vykorystannia zakvasky spontannoho brodinna pry vyrobnytstvi zhytno-pshenychnoho khliba [Using spontaneous fermentation sourdough in the production of rye-wheat bread]. *Naukovi pratsi NUXT*, 22(1), 180–184 (in Ukrainian).
- Drobot, V. I., Arsenieva, L. Yu., & Bilyk, L. Iu. (2006). *Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarnoho ta makaronnoho vyrobnytstva: navchalnyi. Tsentr navchalnoi literatury* (in Ukrainian).

- Hrushkovska, A. O., Danylenko, S. H., Kryzhska, T. A., & Khonkiv, M. O. (2019). Application of lactic acid bacteria on the indicators of rye source. *Scientific notes of TNU named after VI Vernadsky*, 30(69), 92–97. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.4-2/15.
- Iorgacheva, E. G., & Lebedenko, T. E. (2014). Potential of medicinal and aromatic plants to increase the quality of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(12(68)), 101–108. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.23672.
- Iorgachova, K. G., & Lebedenko, T. E. (2015). Hlibobulochni virob iozdorovchogo pryznachennia z vykorystanniam fitodobavok [Bakery products of health destination with the use of herbal supplements]. Kyiv: Pres (in Ukrainian).
- Israr, T., Rakha, A., Rashid, S., Shehzad, A., Ahmed, W., & Sohail, M. (2017). Effect of Basil Seed Gum on Physico-Chemical and Rheological Properties of Bread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(5), e13128. DOI: 10.1111/jfpp.13128.
- Karpyk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3–7. DOI: 10.32718/nvlvet-f9601.
- Kukhtyn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter-Moskaliuk, S., Levytska, V., & Reshetnyk, A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in process of pickling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 89(1/11), 69–75. DOI: 10.10.15587/1729-4061.2018.120548.
- Kukhtyn, M. D., & Kravcheniuk, Kh. Yu. (2023). Laboratornyi praktykum z mikrobiolohii moloka i molochnykh produktiv: navchalnyi posibnyk. TNTU (in Ukrainian).
- Kukhtyn, M. D., Kovalenko, V. L., Pokotylo, O. S., Horyuk, Y. V., Horyuk, V. V., & Pokotylo, O. O. (2017). Staphylococcal contamination of raw milk and handmade dairy products, which are realized at the markets of Ukraine. *Journal for Veterinary Medicine, Biotechnology and Biosafety*, 3(1), 12–16. URL: https://jvmbbs.kharkov.ua/archive/2017/volume3/issue1/pJVMBBS_2017031_012-016.pdf.
- Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14–19. DOI: 10.32718/nvlvet-f9703.
- Kukhtyn, M., Vichko, O., Horyuk, Y., Shved, O., & Novikov, V. (2018). Some probiotic characteristics of a fermented milk product based on microbiota of “Tibetan kefir grains” cultivated in Ukrainian household. *Journal of food science and technology*, 55, 252–257. DOI: 10.1007/s13197-017-2931-y.
- Lebedenko, T. E., Kozhevnikova, V. O., & Novichkova, T. P. (2014). Prospects of improvement of accelerated bread technologies by usage of dogrose and hawthorn. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(5(17)), 8–11. DOI: 10.15587/2312-8372.2014.25351.
- Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S. & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216–222. DOI: 10.36547/nbc.v19i2.776.
- Liang, Z. H. O. U., Mu, T. H., Zhang, R. F., Sun, Q. H., & Xu, Y. W. (2019). Nutritional evaluation of different cultivars of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) from China by grey relational analysis (GRA) and its application in potato steamed bread making. *Journal of integrative agriculture*, 18(1), 231–245. DOI: 10.1016/S2095-3119(18)62137-9.
- Mayda, N., Özkök, A., & EcemBayram, N. (2020). Bee bread and bee pollen of different plant sources: determination of phenolic content, antioxidant activity, fatty acid and element profiles. *Food Measure*, 14, 1795–1809. DOI: 10.1007/s11694-020-00427-y.
- Rouse, S., Harnett, D., Vaughan, A., & Sinderen, D. V. (2008). Lactic acid bacteria with potential to eliminate fungal spoilage in foods. *Journal of Applied Microbiology*, 104(3), 915–923. DOI: 10.1111/j.1365-2672.2007.03619.x.
- Sun, X., Wu, S., Li, W., Koksels, F., Du, Y., Sun, L., ... & Pei, F. (2023). The effects of cooperative fermentation by yeast and lactic acid bacteria on the dough rheology, retention and stabilization of gas cells in a whole wheat flour dough system—A review. *Food Hydrocolloids*, 135, 108212. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.108212.
- Warechowska, M., Warechowski, J., Tyburski, J., Siemianowska, E., Nawrocka, A., Miś, A., & Skrajda-Brdak, M. (2019). Evaluation of physicochemical properties, antioxidant potential and baking quality of grain and flour of primitive rye (*Secale cereale* var. Multicaule). *Journal of food science and technology*, 56, 3422–3430. DOI: 10.1007/s13197-019-03827-1.
- Yazar, G., & Tavman, S. (2012). Functional and Technological aspects of sourdough fermentation with *Lactobacillus sanfranciscensis*. *Food Eng Rev*, 4, 171–190. DOI: 10.1007/s12393-012-9052-1.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10107
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC664.64.022.39

Stabilization of consumer characteristics of bread made from wheat flour with reduced baking properties

H. Karpyk[✉], N. Sventa

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 03.01.2024
Received in revised form
05.02.2024
Accepted 06.02.2024

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-050-267-01-80
E-mail: galya_karpik@ukr.net

Karpyk, H., & Sventa, N. (2024). Stabilization of consumer characteristics of bread made from wheat flour with reduced baking properties. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 41–47. doi: 10.32718/nvlvet-f10107

The article aims to study the issue of improving the baking properties of wheat flour. This is an urgent task because, according to the agrarians, regardless of the amount of the harvested crop, there are problems with the grain quality. An analysis of the causes of problems with grain and flour was carried out, and ways of solving them from the point of view of bakers were considered. Quality control was carried out for batches of high-grade wheat flour. One sample with low baking properties, namely weak gluten, was selected. Since the gluten frame is the basis for the retention of carbon dioxide in the dough and ensures the formation of pore walls and the shape of bakery products, attention was paid to the conditions of the technological process and the recipe composition of the products, which would contribute to obtaining high-quality products. The possibility of using existing food additives was analyzed to improve the quality indicators of flour semi-finished products and finished products. It was proposed to use an improver of plant origin – fruit and vegetable concentrate. Its positive effect on the elasticity and extensibility of gluten has been established. The optimal dosage of the additive was selected, for which bread with acceptable volume, dimensional stability, porosity, and taste was obtained – 25 % of the flour mass. It has also been established that using this additive allows you to speed up the bread production process. In addition, the concentrate enriches bread with organic acids, biologically active substances that are part of carrots and apples, thereby increasing the nutritional value of bread. It has also been established that using this additive allows you to speed up the bread production process. In addition, the concentrate enriches bread with organic acids, biologically active substances that are part of carrots and apples, thereby increasing the nutritional value of bread.

Key words: wheat flour, baking properties, bread, fruit and vegetable concentrate.

Стабілізація споживчих характеристик хліба, виготовленого з пшеничного борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями

Г. В. Карпик[✉], Н. М. Свента

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Дослідження в статті спрямовані на вивчення питання покращення хлібопекарських властивостей пшеничного борошна. Це є наразі актуальним завданням, адже, за свідченнями аграріїв, не дивлячись на кількість зібраного урожаю, є проблеми з якістю зернових. Здійснено аналіз причин виникнення проблем з зерном і борошном та розглянуто шляхи їх вирішення з точки зору хлібопекарів. Проведено контроль якості партій борошна пшеничного вищого сорту. Відібрано один зразок з низькими хлібопекарськими властивостями, а саме – слабкою клейковиною. Оскільки, клейковинний каркас є основою для утримання диоксида вуглецю в тісті та забезпечує утворення стінок пор і форму хлібобулочних виробів, звернено увагу на умови технологічного процесу та рецептурний склад виробів, які б сприяли отриманню якісної продукції. Для підвищення показників якості борошняних напівфабрикатів і готових виробів, проаналізовано можливість застосування існуючих харчових добавок та запропоновано використовувати поліпшувач рослинного походження – фруктовো-овочевий концентрат. Встановлено його позитивний вплив на пружність та

розтяжність клейковини. Підібрано оптимальне дозування добавки за якого отримують хліб з прийнятними об'ємом, формостійкістю, пористістю і смаком – 25 % до маси борошна. Також встановлено, що застосування цієї добавки дозволяє пришвидшити процес виробництва хліба. Окрім того, концентрат збагачує хліб органічними кислотами, біологічно активними речовинами, які входять в склад моркви та яблук і цим самим підвищує харчову цінність хліба.

Ключові слова: пшеничне борошно, хлібопекарські властивості, хліб, фруктовো-овочевий концентрат.

Вступ

Важливим завданням для хлібопекарських підприємств є виробництво хлібобулочних виробів з хорошими споживчими властивостями. Одним з факторів їх забезпечення є сировина, що надходить на підприємство. В першу чергу слід відмітити борошно, для виробництва якого останнім часом, переробляється зерно з невисокими показниками якості. Головними чинниками такого явища є несприятливі кліматичні умови виробництва зернової продукції, недотримання агротехнічних заходів і технологічних особливостей зберігання та перероблення зерна (Zvonar, 2020). У вирішенні проблеми доброти борошна приймають участь селекціонери, які працюють над виведенням нових сортів пшениці та жита, працівники сільського господарства, системи заготівель, зберігання, а також працівники млинів. У зв'язку з цим відбувається інтеграція хлібопекарської промисловості із сільським господарством в єдиний агропромисловий комплекс. В Україні, внаслідок отримання незначного відсотка якісного зерна, останні роки стали проблемними для борошномельної та хлібопекарської промисловості.

Якість готових хлібобулочних виробів формується у процесі виробництва, тому хлібопекарі повинні враховувати цю ситуацію та вдосконалювати виробничі рецептури і регулювати технологічні параметри.

Вважається, що високі споживчі властивості хліба залежать від вмісту в борошні високомолекулярних речовин таких як білки і крохмаль, якості клейковини, стану ферментних комплексів. Борошно з високим вмістом саме клейковинного білка потрібне для приготування хліба, макаронних виробів. Борошно з низьким відсотком клейковини підходить для виробництва виробів, які мають більш ніжну та крихку консистенцію, наприклад печива, бісквітів і кексів (Yurchak et al., 2012; Khomych et al., 2020). Слід відмітити, що відсоток вмісту білка є основою для закупівлі, але не є надійним показником хлібопекарської якості борошна. Зокрема, властивості клейковинного білка визначають хлібопекарські властивості борошна, а саме його силу, враховуючи водопоглинання, час утворення тіста, його реологію, структурно-механічні властивості та об'єм хліба, пористість м'якушки.

Процес формування тіста включає гідратацію білка глютену та взаємодії глютенінової й гліадинової фракцій. Утворення перехресних зв'язків між молекулами глютеніну та їх вміст у борошні позитивно корелює з міцністю тіста. Гліадин сприяє в'язкості та еластичності борошняного напівфабрикату. В симбіозі вони допомагають утримувати диоксид вуглецю та покращують об'єм буханця. Використання борошна з некондиційного зерна може порушити клітковинну сітку, що призведе до ослаблення тіста та погіршення характеристик хліба (Veraverbeke & Delcour 2002; Boukid et al., 2018).

Пекар не може безпосередньо змінювати якість борошна. Тільки контролюючи процес виробництва, додаючи покращувачі, він в змозі підвищити стабільність технологічного процесу та показників якості виробів. Для корегування хлібопекарських властивостей борошна широкого розповсюдження в хлібопеченні набуло застосування харчових добавок різного походження, які роблять процес випікання більш керованим. Найбільш функціональними їх компонентами є емульгатори, ферменти, окисники, антиоксиданти, відновники та ін. Кожен інгредієнт, в комплексі з компонентами борошна, забезпечує технологічні переваги тіста. Деякі з цих взаємодій доповнюють ефект інших, тому добавку слід ретельно збалансувати, щоб забезпечити правильні характеристики готового хлібобулочного виробу і його безпечність для здоров'я людини. Наприклад, відомий хімічний поліпшувач окисного спрямування бромат калію може збільшувати газоутримувальну здатність тіста і цим самим забезпечувати високий об'єм хліба. Однак, поряд з цим, у живому організмі є канцерогеном, викликає онкозахворювання (Abu-Obaid et al., 2016). Тому він заборонений в багатьох країнах.

Однією з причин низьких хлібопекарських властивостей борошна може бути порушення в зерні потрібної збалансованості між ферментним складом і біополімерами. Препарати целюлаз, геміцелюлаз та оксидоредуктаз поряд з активацією полісахаридів некрохмального походження, сповільнюють процеси протеклізу клейковинних білків, покращують реологічні властивості борошняного напівфабрикату з цільноподрібненого зерна і, як наслідок, збільшують здатність утримувати диоксид вуглецю. Інтенсифікують мікробіологічні процеси (Oliynyk et al., 2016).

У разі необхідності переробити слабке за силою борошно, заслуговує на увагу ферментний препарат Глюзим 10000 і його сумісне застосування з аскорбіновою кислотою. Він містить фермент глюкозооксидазу, дія якого спрямована на окиснення. Як і бромат калію, зміцнює клейковину, покращуючи характеристики тіста та хліба (Drobot et al., 2001).

Для стабілізації якості хлібопекарського борошна з низькою амілолітичною активністю і сильною клейковиною використовують ферментні препарати з амілазною та геміцелюлазною активністю та сірковмісну амінокислоту цистеїн. Застосування комплексу цих хлібопекарських поліпшувачів дозволяє підвищити ефективність кожного компонента за рахунок синергії їх дії (Zhygunov et al., 2018).

Встановлено (Karolini-Skaradzinska et al., 2012), що завдяки додаванню мальтодекстринів знижується рівень водопоглинання борошна, подовжується час вироблення тіста та покращується його стабільність. Додавання 1–4 % мальтодекстринів до пшеничного борошна сприяє збільшенню об'єму хліба, але не змінює його вихід. Однак пористість м'якушки знижується.

Для поліпшення споживчих властивостей хлібобулочних виробів, виготовлених за прискореними технологіями застосовують покращувач ферментного спрямування “Свіжість +”. Його використання в кількості 2,0 % від маси борошна дає можливість збільшити об’єм, покращити стійкість та пористість виробів і зменшити процес бродіння до 20 хвилин. За рахунок уповільнення ретроградації крохмалю, коагуляції білків під час випікання і збільшення кількості декстрози, час зберігання без пакування подовжується до 72 годин (Bilyk et al., 2020).

Хороші результати, в плані укріплення клейковини у процесі виробництва хлібобулочних та макаронних виробів, отримують при застосуванні природних компонентів таких як ревеневе пюре, ферментований напій з буряка, цитрусовий пектин (Yurchak et al., 2012; Karpyk et al., 2021; Karpyk et al., 2022). Позитивна дія відбувається за рахунок присутності в добавках значної кількості органічних кислот та полісахаридів.

Використання хлібопекарських поліпшувачів залежить від конкретного виду виробу і вимог до його якості.

Мета дослідження

Метою роботи було розробити спосіб отримання пшеничного хліба з належними показниками якості, у випадку перероблення борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями.

Матеріал і методи досліджень

Для дослідження використано зразки двох партій борошна пшеничного вищого сорту. Визначали основні показники: вологість, титровану кислотність, характеристики клейковини, крупність, автолітичну активність згідно ДСТУ 46.004-99.

Для поліпшення якості борошняних напівфабрикатів та готового виробу готували концентрат з відходів

яблук і моркви шляхом зброджування. В ньому встановлювали кислотність арбітражним титриметричним методом і вміст сухих речовин рефрактометричним методом.

В процесі лабораторного випікання замішували тісто безопарним способом за допомогою тістомісильної машини протягом 6 хв. Концентрат фруктовово-овочевий (КФО) дозували в кількості 15, 25, 35 та 45 % до маси борошна. Початкова температура напівфабрикату складала 30 °С. Після дозрівання тісто ділили на шматки, формували тістові заготовки для подового і формового хліба та піддавали вистоюванню у термостаті при температурі 35 °С в умовах, що попереджають завітрювання поверхні. Випікання здійснювали за температури 210–230 °С, тривалість процесу становила 25 хв. В охолоджених та вистояних протягом 3 год зразках хліба контролювали основні показники якості: органолептичні, формостійкість, об’єм, кислотність, пористість за ДСТУ 9188:2022, ДСТУ 7045:2009.

Результати та їх обговорення

В досліджуваних партіях пшеничного борошна визначали основні показники якості, що характеризують технологічні й хлібопекарські властивості. Результати досліджень наведено в таблиці 1.

Від вологості борошна залежатиме як його зберігання, так і властивості та поведінка тіста, борошняних напівфабрикатів в процесі приготування, оброблення й вихід хліба. У разі перевищення 15 %, борошно швидко псується при зберіганні, може запліснявіти, самозігрітись, підвищитись кислотність. В ході його зберігання, активуються мікробіологічні та ферментативні процеси, розкладаються органічні сполуки, і, як наслідок, накопичуються кислоти. За дослідженими показниками вологості, наведені зразки борошна не перевищували вимоги нормативної документації.

Таблиця 1

Показники якості борошна

Показники	Борошно пшеничне вищого сорту	
	№ 1	№ 2
Вологість, %	13,4	14,2
Кислотність, град	3,0	2,4
Вміст клейковини, %	21,5	22,0
Розтяжність клейковини, см	17,0	24,0
Пружність клейковини, од. прил. ВДК	66	98
Колір клейковини	світлий	світлий з сірим відтінком
Автолітична активність, %	28	29
Смак	властивий пшеничному борошну, без сторонніх присмаків, не кислий, не гіркий.	

Каркас, що утворюють білки у тісті характеризується розтяжністю і еластичністю, тому якість клейковини визначається її здатністю чинити опір стисканню й розтягненню, як обернено пропорційному ступеню впливу. Клейковина не має бути надмірно розтяжною й занадто м’якою, пружність її повинна відповідати зафіксованим у нормативних документах значенням. Як видно з таблиці 1, борошно № 1 на

0,5 % відрізняється за вмістом клейковини від зразка борошна № 2 в менший бік. Але, не дивлячись на нижчу її кількість, за показником приладу ВДК клейковина зразка № 1 є доброю, з розтяжністю середньою – 17,0 см, відповідно, відповідає першій групі якості. Клейковина борошна № 2 відноситься до другої групи якості і є задовільно слабкою за пружністю та розтяжністю. Це може пояснюватись тим, що зерно

було пошкоджене клопом-черепашкою, адже в слині комахи є активні протеолітичні ферменти які негативно діють на глютенін ендосперму зернівки. З іншого погляду, враховуючи невисоку кислотність борошна № 2 – 2,4 град, можна припустити, що ця партія є свіжозмеленою.

Для встановлення технологічних властивостей борошна як сировини хлібопекарського виробництва окрім кількості й якості клейковини важливе значення належить дисперсному складу, водопоглинальній здатності та активності ферментів борошна.

Під час помелу часточки борошна руйнуються і можуть пошкоджуватись, особливо це стосується зерен крохмалю. Гранулометричний склад та наявність пошкоджених часточок визначатимуть водопоглинальну здатність та піддатливість до дії ензимів. Крупніше борошно гірше поглинає воду й призводить до отримання хліба з товстостінною пористістю. Досить дрібне, з пошкодженими полімерами занадто швидко утворює тісто яке рідне, не забезпечує потрібний об'єм, вироби швидше черствіють (Jukic et al., 2019).

Шляхом просівання на ситах встановлено, що 65 % борошна мало розмір біля 50 мкм, а 35 % знаходиться в межах від 50 мкм до 130 мкм. За крупністю зразки були практично однакові.

Таким чином, спостерігаємо різницю лише у кислотності і стані білково-протеїназного комплексу. Тому подальші експериментальні дослідження проводили саме в напрямку збільшення сили борошна № 2. Для цього розглянули заходи, щодо укріплення клейковини.

Для зміцнення клейковини можна вносити сухий її аналог, застосовувати оптимальне вимішування тіста або додавати в тісто комплексні поліпшувачі. Наприклад, згідно рекомендацій “АЛФА-ХЛІБ” доцільно в таких випадках звернути увагу на “Моле гранум”, “Універсальний екстра”. Поряд з ефектом укріплення покращуються реологічні властивості тіста, подовжується час зберігання (Ometsynskyi, 2023). У разі перероблення борошна зі слабкою клейковиною можливе використання ферментних препаратів ліполітичної, амілолітичної дії, оксидази, пентозанази та ін.

Ми пропонуємо вносити у тісто продукт перероблення відходів консервного виробництва який складається з вичавок яблук і моркви. Вони багаті цінними речовинами з фізіологічними і технологічними властивостями. Це обумовлює їх застосування в інших галузях промисловості як сировини або добавок.

Цінність яблук полягає у вмісті в них органічних кислот, пектинових й мінеральних речовин, вітамінів, а також таких поліфенолів як проціанідини, катехіни, флоридин, хлорогенова кислота. Яблука мають значну антиоксидантну дію на організм людини, пригнічують проліферацію ракових клітин, знижують окислення ліпідів і рівень холестерину, зменшують факто-

ри ризику серцево-судинних захворювань (Boyer & Liu, 2004; Bondonno et al., 2017).

Морква – є важливим джерелом каротиноїдів, природних антиоксидантів, що володіють протипухлинною дією, мінеральних речовин, вітамінів, харчових волокон. Морквяні вичавки, що містять близько 50 % β -каротину, можуть бути вигідно використані для доповнення складу функціональних борошняних виробів (Sharma et al., 2012).

У процесі виробництва консервованих продуктів, корисні речовини, що зв'язані з клітинною оболонкою фруктів залишаються у витерках і вичавках, тому виникає необхідність повторного перероблення з метою повнішого відокремлення важливих у фізіологічному відношенні речовин (Drosou et al., 2023).

Ми пропонуємо з витерок і вичавок з яблук, а також моркви готувати концентрат фруктово-овочевий. В ньому зібрані позитивні властивості яблук, моркви і продуктів ферментації. Особливо слід відмітити присутність органічних кислот. Визначали кислотність та вміст сухих речовин – показники, які потрібні для планування технологічного процесу виготовлення хліба. Встановлено, що титрована кислотність концентрату складає 3 %, вміст сухих речовин – 5,5 %.

Припускали, що високий вміст органічних кислот в КФО позитивно вплине на якісні показники клейковини. Для підтвердження гіпотези проводили її відмивання з тіста замішаного на воді та з тіста з концентратом. Його дозування становило – 15, 25, 35 та 45 % до маси борошна. Отримані результати дослідження розтяжності клейковини наведені на [рисунку 1](#).

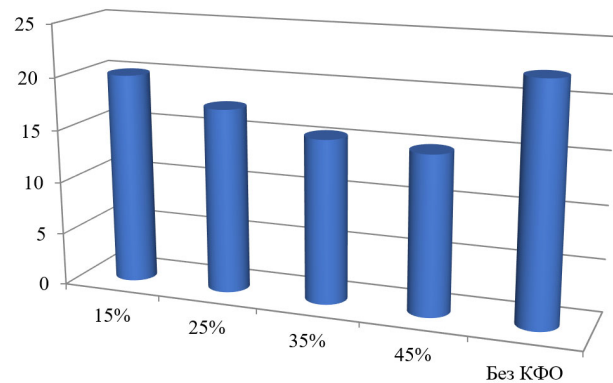


Рис. 1. Вплив КФО на розтяжність клейковини борошна

З діаграми видно, що дійсно, зі збільшенням дозування добавки відбувається укріплення клейковини, що пояснюється утворенням дисульфідних містків за рахунок окиснення сульфгідрильних груп в білкових молекулах. Найкращі результати отримані в присутності КФО більше 15 %.

Для підтвердження позитивної дії досліджуваної добавки проводили випікання хліба. Тісто замішували за рецептурою, наведеною в [таблиці 2](#).

Таблиця 2

Рецептура виробів з досліджуваного борошна

Сировина	Хліб з				
	водою	КФО			
Борошно в/с	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Дріжджі хлібопекарські пресовані	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Сіль кухонна харчова	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Концентрат фруктово-овочевий	-	15,0	25,0	35,0	45,0
Вода	згідно розрахунку				

Тісто виготовлене з борошна № 2 під час ферментації ріділо, було досить липким. По мірі збільшення кількості внесеної добавки, з ним відбулися позитивні зміни – стало сухішим, легше піддавалось обробленню. Протягом першої години дозрівання напівфабрикат з найбільшим відсотком добавки (45 %) піднявся найменше. Кращий об'єм тіста спостерігали у випадку 25–35 % добавки. Під час вистоювання воно не розпливалось, краще збільшувалось в об'ємі порівняно з контролем і зразком з 45 % концентрату. До середини другої години дозрівання зразок тіста з 25%

КФО максимально збільшився в об'ємі. Через дві години бродіння тісто з 45 % КФО піднялось й досягло рівня зразка з 25 %. Об'єм контрольного зразка тіста був найменшим увесь час дозрівання. Таким чином, найшвидше процес бродіння відбувся у тісті з 25 % добавки – 1,5 год.

Вироби формували круглими подовими та формовими. Під час вистоювання подова тістова заготовка без КФО погано утримувала форму, розплилась. Заготовки з добавкою добре зберігали форму. На [рисунку 2](#) наведено фото досліджуваного хліба.

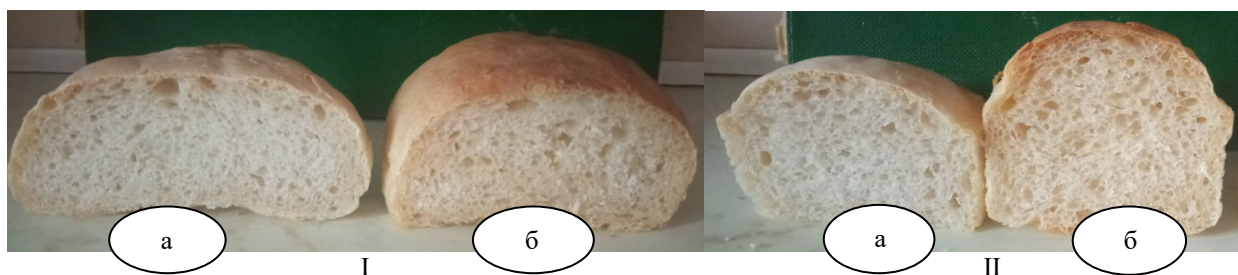


Рис. 2. Фото хліба: I – подовий, II – формовий
а) без КФО, б) з 25% КФО

За результатами випікання спостерігаємо невеликий об'єм готового контрольного виробу, подовий варіант значно втратив форму, у формового – поверхня була практично плоскою. Хліб мав менший на 43 % питомий об'єм порівняно з зразком з 15 % добавки. Збільшення дозування концентрату до 25 % покращувало цей показник на 47,5 %. Більше дозування (45 %) сприяло підвищенню питомого об'єму, але в меншій мірі – на 27,8 %. Аналогічна закономірність

спостерігалась й для показника формостійкості хліба ([рис. 3](#)).

Внесення 45 % добавки має позитивну дію на питомий об'єм, формостійкість виробів, однак значно підвищує кислотність – до 3,6 град. Пористість відповідала вимогам стандарту на хлібобулочні вироби і була більш розвинутою у зразка з 25 % концентрату ([рис. 4](#)).

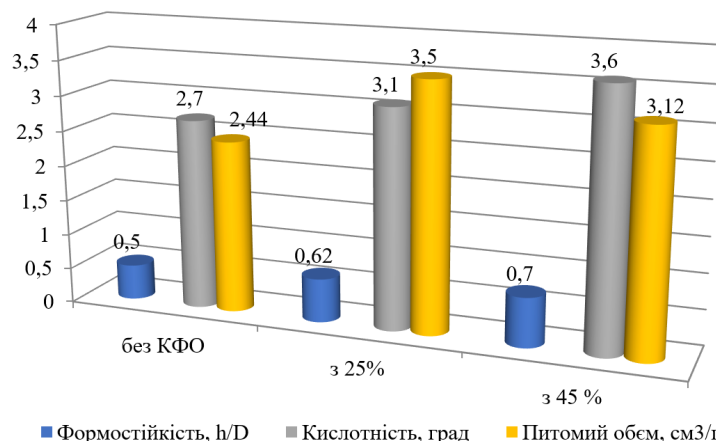


Рис. 3. Результати визначення формостійкості і кислотності хліба

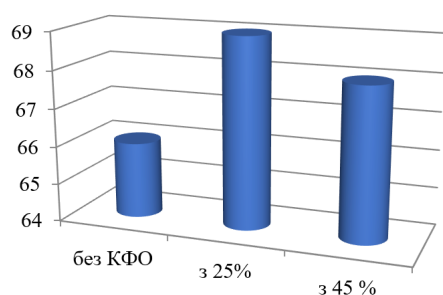


Рис. 4. Дані пористості м'якушки хліба

Отже, вироби з 25 % КФО мали найкращий зовнішній вигляд. Опуклу скоринку, хорошу формостійкість і оптимальний об'єм, високу пористість. Менше дозування не забезпечувало такого ефекту. Внесення 45 % призводило до появи неприємного кислуватого смаку і запаху.

Висновки

Запропонований спосіб підвищення хлібопекарських властивостей борошна пшеничного вищого сорту, що передбачає використання в якості поліпшувача концентрату із ферментованих відходів консервного виробництва. Розроблений концентрат фруктово-овочевий проявляє окисні властивості й укріплює клейковину борошна. Найкращий результат досягається у разі його дозування в кількості 25 %. Вироби при цьому мають хорошу формостійкість, розвинену пористість м'якушки з однорідною, м'якою структурою, смак прийнятний. Внесення КФО у встановленій кількості пришвидшує на 35 хв тривалість бродіння тіста. Окрім того, поліпшувач збагачує хліб органічними кислотами, біологічно активними речовинами, які входять в склад моркви та яблука і цим самим підвищує харчову цінність виробу.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Abu-Obaid, A., AbuHasan, S., & Shraydeh, B. (2016). Determination and Degradation of Potassium Bromate Content in Dough and Bread Samples Due to the Presence of Metals. *American Journal of Analytical Chemistry*, 7(6), 487–493. DOI: 10.4236/ajac.2016.76046.

Bilyk, O., Khalikova, E., Shevchenko, A., Kochubei-Lytvynenko, O., Bondarenko, Y., & Fain, A. (2020). Effect of the complex improver on consumer properties of bakery products. *Ukrainian Food Journal*, 9(1), 148–158. DOI: 10.24263/2304-974X-2020-9-1-13.

Bondonno, N. P., Bondonno, C. P., Ward, N. C., Hodgson, J. M., & Croft, K. D. (2017). The cardiovascular health benefits of apples: Whole fruit vs. isolated compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 69(B), 243–256. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.04.012.

Boukid, F., Carini, E., Curti, E., Bardini, G., Pizzigalli, E., & Vittadini, E. (2018). Effectiveness of vital gluten and transglutaminase in the improvement of phys-

ico-chemical properties of fresh bread. *LWT*, 92, 465–470. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.02.059.

Boyer, J., & Liu, R. H. (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3(5), 5. DOI: 10.1186/1475-2891-3-5.

Drobot, V., Savchuk, N., & Chaharov, O. (2001). Polipshennia yakosti boroshno iz slabkoiiu kleikovynoiu na boroshnomelnykh pidpriemstvakh. *Hranenie i pererabotka zerna*, 3(21), 49–51. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/cf29275d-f9ca-4d29-9f21-06ea5238efb2/content> (in Ukrainian).

Drosou, F., Kekes, T., & Boukouvalas, C. (2023). Life Cycle Assessment of the Canned Fruits Industry: Sustainability through Waste Valorization and Implementation of Innovative Techniques. *Agri Engineering*, 5(1), 395–412. DOI: 10.3390/agriengineering5010026.

Jukic, M., Koceva Komlenic, D., Mastanjevic, K., Mastanjevic, K., Lucan, M., Popovici, C., Nakov, G., & Lukinac, J. (2019). Influence of damaged starch on the quality parameters of wheat dough and bread. *Ukrainian Food Journal*, 8(3), 512–521. DOI: 10.24263/2304-974X-2019-8-3-8.

Karolini-Skaradzińska, Z., Czubaszek, A., & Stanisławska, M. (2012). Changes in baking properties of wheat flour impacted by maltodextrins. *Food Science Technology Quality*, 19(4), 108–121. DOI: 10.15193/zntj/2012/83/108-121.

Karpyk, H. V., Vichko, O. I., Kopchak, N. H., & Shved, O. V. (2022). Osoblyvosti vyrobnytstva bulochnykh vyrobiv z Rheum L. Khimiiia, tekhnolohiia rechovyn ta yikh zastosuvannia. *Kharchovi tekhnolohii. Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki*, 5(2), 136–141. DOI: 10.23939/ctas2022.02.136 (in Ukrainian).

Karpyk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3–7. DOI: 10.32718/nvlvet-f9601.

Khomych, G., Horobes, A., Levchenko, Y., Vysotska, S., & Korniienko, L. (2020). The flour of soft wheat in the technologies of food products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(93), 3–8. DOI: 10.32718/nvlvet-f9301.

Oliinyk, S., Samokhvalova, O., Zaparenko, A., Shidakova-Kamenyuka, E., & Chekanov, M. (2016). Research into the impact of enzyme preparations on the processes of grain dough fermentation and bread quality. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3/11(81), 46–53. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.70984.

Ometsynskyi, V. (2023). Kompleksni polipshuvachi yakosti boroshna. *Pekarski i kondyterski tekhnolohii*, 2, 14–15 (in Ukrainian).

Sharma, K. D., Karki, S., Thakur, N. S., & Attri, S. (2012). Chemical composition, functional properties and processing of carrot—a review. *J Food Sci Technol*, 49(1), 22–32. DOI: 10.1007/s13197-011-0310-7.

Veraverbeke, W. S., & Delcour, J. A. (2002). Wheat protein composition and properties of wheat glutenin in

- [relation to breadmaking functionality. Critical reviews in food science and nutrition, 42\(3\), 179–208. DOI: 10.1080/10408690290825510.](#)
- Yurchak, V., Karpyk, H., & Holikova, T. (2012). Doslidzhennia makaronnykh vlastyvostei tsilnozernovoho pshenychnoho boroshna. Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii, 47, 123–128 (in Ukrainian).
- Yurchak, V., Karpyk, H., & Hordiienko, Ya. (2012). Vykorystannia pektyniv dlia polipshennia yakosti makaronnykh vyrobiv, zbahachenykh kharchovymy voloknamy. Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii, 42(1), 242–247 (in Ukrainian).
- Zhygunov, D., Mardar M. & Kovalyova, V. (2018). Use of enzyme preparations for improvement of the flour baking properties. Food Science and Applied Biotechnology, 1(1), 26–32. DOI: 10.30721/fsab2018.v1.i1.21.
- Zvonar, A. (2020). Influence of weather conditions of the year and variety features on nitrogen consumption and formation of winter wheat grain quality. Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science, 24(3), 87–95. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)-11.



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10108
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 636.4.084.421:636.33

The influence of sunflower meal in feed on slaughter and meat quality of pigs

L. M. Kuzmenko, A. M. Shostya[✉], S. O. Usenko, A. A. Polishuk, M. O. Ilchenko, B. S. Shaferivskyi

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Article info

Received 04.01.2024
Received in revised form
05.02.2024
Accepted 06.02.2024

Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.
Tel.: +38-067-573-2598
E-mail:
anatoliy.shostya@pdaa.edu.ua

Kuzmenko, L. M., Shostya, A. M., Usenko, S. O., Polishuk, A. A., Ilchenko, M. O., & Shaferivskyi, B. S. (2024). The influence of sunflower meal in feed on slaughter and meat quality of pigs. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 48–55. doi: 10.32718/nvlvet-f10108

Currently, the problem of providing protein nutrition for animals and reducing the cost of pork production is relevant. The choice of effective and, at the same time, cheap protein components for animal rations is one of the foundations of high-performance animal husbandry. The purpose of the work was to determine the effectiveness of using compound feed with the introduction of sunflower meal of increased feed value and a different structure of the grain group on the slaughter and meat quality of pigs. Our research has proven the preservation of the level of productivity of pigs and obtaining a sufficiently high level of profitability of pork production when feeding compound feed based on barley and sunflower meal of increased feed value with or without wheat. In the control group, which received barley-corn-wheat compound feed, the average daily gains during the scientific and economic experiment amounted to 683 g. The maximum deviation in the experimental groups was +2.8 %. The difference was statistically improbable. At the same time, a slight increase in feed consumption per 1 kg of growth was observed in the experimental group, which was fed combined feed based on barley and sunflower meal. A tendency to increase the slaughter yield of piglets of the research groups and a probable increase in the meat yield from the carcass in animals whose combined feed was injected with 15 % by mass of sunflower meal of increased fodder value was noted. Feeding young pigs with two-component combined feed with barley grit + 15 % sunflower meal of increased forage value contributes to a decrease in lard thickness by 2.5 %. The longest back muscle of these animals is characterized by a 1.0% higher content of adipose tissue, an 8.3 % intensity of muscle fiber staining, as well as a 6.1 % lower caloric content, an amount of calcium ($P \leq 0.05$), active acidity ($P < 0.01$). At the same time, a tendency to a slight increase in the moisture content of lard by 0.9 % and a decrease in the melting temperature of lard by 1.5 °C was noted. The research results on the chemical composition of animal meat during the transition to low-component compound feed indicate that the dry matter content was practically at the same level. Protein was found the most in the meat of the second group of guinea pigs (20.64 %), which is 0.76 % higher than the control analogs. At the same time, the fat content in muscle tissue samples decreased in the second and third groups relative to the control by 0.17 % and 0.70 %, respectively. Specific changes in the chemical composition of animal meat in the third experimental group, compared to the control group, resulted in a 6.5 % decrease in its caloric content, coinciding with recent trends regarding the production of leaner pork. When switching to low-component compound feed with sunflower meal of increased fodder value, there is a tendency to an inevitable increase in losses during the culinary processing of pig meat, with a simultaneous decrease in its tenderness. The change in these indicators occurred due to the reduction in the moisture-retaining capacity of muscle tissue in the second and third experimental groups.

Key words: sunflower meal, compound feed, young pigs, average daily growth, meat yield.

Вплив шроту соняшника в комбікормах на забійні та м'ясні якості свиней

Л. М. Кузьменко, А. М. Шостя[✉], С. О. Усенко, А. А. Поліщук, М. О. Ільченко, Б. С. Шаферівський

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

На даний час актуальною є проблема забезпечення протеїнового живлення тварин та зниження собівартості виробництва свинини. Вибір ефективних і, в той же час, дешевих протеїнових компонентів для раціонів тварин є однією з основ високопродуктивного тваринництва. Метою роботи було визначення ефективності використання комбікормів з уведенням соняшникового шроту підвищеної кормової цінності та різною структурою зернової групи на забійні і м'ясні якості свиней. Нашими дослідженнями доведено збереження рівня продуктивності свиней та отримання достатньо високого рівня рентабельності виробництва свинини при згодовуванні комбікормів на основі ячменю та соняшникового шроту підвищеної кормової цінності з або без включення пшениці. В контрольній групі, яка отримувала ячмінно-кукурудзяно-пшеничний комбікорм, середньодобові прирости за період науково-господарського досліді склали 683 г. Максимальне відхилення в дослідних групах склало +2,8 %. Різниця була статистично невірогідна. При цьому спостерігалось незначне підвищення витрат корму на 1 кг приросту у дослідній групі, в якій згодовували комбікорм на основі ячменю та соняшникового шроту. Відмічено тенденцію до збільшення показників забійного виходу підсвинків дослідних груп та вірогідному підвищенню виходу м'яса з туші у тварин, у комбікорм яких уводили 15 % за масою соняшникового шроту підвищеної кормової цінності. Відгодовування молодняку свиней двокомпонентним комбікормом з ячмінною дертєю + 15 % соняшникового шроту підвищеної кормової цінності сприяє зменшенню показника товщини шпигу на 2,5 %. Найдовший м'яз ступи цих тварин характеризується більшим вмістом загальної води на 1,0 %, інтенсивності забарвлення м'язових волокон на 8,3 %, а також меншою калорійністю на 6,1 %, кількістю кальцію ($P \leq 0,05$), активною кислотністю ($P < 0,01$). При цьому, відмічено тенденцію до незначного підвищення вмісту води в салі на 0,9 % та зниження температури плавлення шпигу на 1,5 °C. Отримані результати досліджень хімічного складу м'яса тварин при переході на малокомпонентні комбікорми свідчать, що вміст сухої речовини був практично на одному рівні. Протеїну найбільше виявилось в м'ясі другої групи підсвинків (20,64 %), що на 0,76 % вище контрольних аналогів. При цьому вміст жиру в зразках м'язової тканини знижувався у другій та третій групах відносно контролю на 0,17 % та 0,70 % відповідно. Певні зміни хімічного складу м'яса тварин у третій дослідній групі, порівняно з контрольною, обумовили зниження на 6,5 % його калорійності, що співпадає з тенденціями останніх років щодо виробництва більш пісної свинини. При переході на малокомпонентні комбікорми з соняшниковим шротом підвищеної кормової цінності простежується тенденція до деякого підвищення втрат при кулінарній обробці м'яса свиней при одночасному зниженні його ніжності. Зміна цих показників відбувалась через зниження вологоутримуючої здатності м'язової тканини у другій та третій дослідних групах.

Ключові слова: соняшниковий шрот, забійні якості свиней, сало, вологоутримуюча здатність, ніжність м'яса.

Вступ

Скорочення попиту на жирну свинину в останні десятиріччя змусило змінити методичні підходи до селекції і побудувати її згідно вимог ринку. При цьому змінилися підходи до годівлі тварин, як вторинного фактору, який обумовлює рівень продуктивності та якість продукції (Ibatullin et al., 2007; Ibatullin & Zhukorskyi, 2017; Bomko, 2018; Voloshchuk, 2018; Kramarenko et al., 2019; Khalak et al., 2022).

В даний час актуальною є проблема забезпечення протеїнового живлення тварин та зниження собівартості виробництва свинини. Вибір ефективних і, в той же час, дешевих протеїнових компонентів для раціонів тварин є однією з основ високопродуктивного тваринництва (Kuzmenko, 2013; Maistrenko & Dimchia, 2017; Kucheriavyy et al., 2018).

Проте серед побічних продуктів олійно-екстракційного виробництва соєвий шрот найбагатший за набором незамінних амінокислот при найбільшому вмісті протеїну серед шротів, що визначає його високу ефективність в якості протеїнової добавки в годівлі сільськогосподарських тварин (Velayudhan et al., 2015; Bomko et al., 2020; Tkachenko, 2021). Однак широкому використанню в складі комбікормів для свиней перешкоджає його висока вартість (Prytul'ska & Rudavska, 2007).

Використання соєвого шроту в комбікормах для сільськогосподарських тварин і птиці є стратегічним напрямом у вирішенні проблеми забезпечення їх протеїном (Kulyk & Krasnoselska, 2017; Avdosieva et al., 2018). Але разом з тим, використання соєвого шроту має свої особливості. Норми його введення залежать від виду, породи, віку тварин і повинні щоразу уточнюватися з урахуванням фізіологічного стану та продуктивності (Kuzmenko, 2016; Ibatullin et al., 2016).

Одним із найдоступніших і дешевих білкових компонентів комбікормів є соняшниковий шрот (Chudak et al., 2021). На сьогодні в Україні стабільно високими залишаються посіви соняшнику, що більш, ніж в чотири рази перевищують площі, зайняті ріпаком і соєю. Соняшник є основною олійною культурою, а, отже, широкомасштабним є й виробництво побічних продуктів його переробки – макухи і шроту (Maistrenko & Dimchia, 2018). Про те залишається актуальним проведення досліджень із вивчення впливу соняшникового шроту на якість продукції свинарства.

Мета дослідження

У зв'язку з цим метою роботи було визначення ефективності використання комбікормів з уведенням соняшникового шроту підвищеної кормової цінності та різною структурою зернової групи на забійні і м'ясні якості свиней.

Матеріал і методи досліджень

Експеримент проводили впродовж 104 діб (15 діб – зрівняльний, 89 – основний періоди) на трьох групах піддослідних свиней великої білої породи, по 12 голів у кожній, за схемою, представленою в таблиці 1.

У зрівняльний період підсвинки усіх груп отримували ячмінно-кукурудзяно-пшеничний комбікорм з включенням 15 % соняшникового шроту підвищеної кормової цінності (ТУ U 15.7-32465333-001:2007, 2007).

Утримували молодняк групами по дві голови в станку з площею підлоги 2,5 м² та фронтом годівлі 75 см.

Таблиця 1

Схема дослідів

Група	Голів	Періоди дослідів, характеристика годівлі	
		зрівняльний (15 діб)	основний (89 діб)
I контрольна	12	ячмінно-кукурудзяно-пшенична суміш + 15 % соняшникового шроту підвищеної кормової цінності за масою (ОР)	ячмінно-кукурудзяно-пшенична суміш + 15 % соняшникового шроту підвищеної кормової цінності за масою (ОР)
II дослідна	12	ОР	ячмінно-пшенична суміш + 15 % соняшникового шроту підвищеної кормової цінності за масою
III дослідна	12	ОР	ячмінна дерть + 15 % соняшникового шроту підвищеної кормової цінності за масою

Примітка. До складу комбікормів усіх груп вводили крейду, премікс, кухонну сіль.

Характер годівлі в основний період дослідів був обумовлений тим, що підсвинки контрольної групи продовжували отримувати ячмінно-кукурудзяно-пшеничний комбікорм з уведенням 15 % соняшникового шроту підвищеної кормової цінності. Зі складу комбікорму другої дослідної групи виключили кукурудзу. А молодняку третьої дослідної групи згодовували двохкомпонентний комбікорм з ячменю та обробленого соняшникового шроту.

Перед початком кожного науково-господарського дослідів здійснювали зоохімічний аналіз складу досліджуваних комбікормів за основними показниками, передбаченими ДСТУ 4124-2002 „Комбікорми повнораціонні для свиней. Технічні умови” (ДСТУ 4124-2002, 2003).

У молодняку свиней визначали середньодобовий приріст живої маси (Melnyk et al., 2007; Susol et al., 2020).

З метою вивчення перетравності основних поживних речовин та балансу азоту, кальцію і фосфору в організмі піддослідних підсвинків, на фоні першого науково-господарського дослідів провели фізіологічні дослідження.

При досягненні піддослідним молодняком живої маси 100 кг проводили контрольний забій, для цього з кожної дослідної групи відбирали по 3 типових тварини.

Під час досліджень реєстрували такі показники: живу масу перед забоєм; забійний вихід; товщину шпигу на холці, на рівні 6–7 грудного хребця та крижах; довжину півтуші від першого шийного хребця до переднього краю лонного зрощення.

Морфологічний склад туші (співвідношення м'яса, сала та кісток) визначали шляхом обвалювання правої напівтуші; площу поперечного розрізу найдовшого м'яза спини (“м'язового вічка”) між першим та другим хребцями поперекового відділу за допомогою вимірювання планіметром (Prytul'ska & Rudav'ska, 2007).

Під час обвалювання півтуш піддослідних свиней відбирали зразки найдовшого м'яза спини (400 г) на рівні 9–12 грудних хребців.

Для оцінки окремих фізико-хімічних показників у м'язовій тканині визначали вміст початкової і гігроскопічної вологи (DSTU ISO 1442:2005, 2007),

жиру (DSTU ISO 1443:2005, 2007), білку (Mankovskyi & Antoniuk, 2014), фосфору (DSTU ISO 2294:2005, 2007), кальцію (Prytul'ska & Rudav'ska, 2007), pH м'яса (DSTU ISO 2917:2001, 2002), вологоутримуючу здатність (Bankov'ska, 2005), ніжність м'яса, інтенсивність забарвлення м'язової тканини (Prytul'ska & Rudav'ska, 2007).

У жировій тканині визначали: загальну вологу – методом висушування проби при температурі 100–105 °C до постійної маси; температуру плавлення у відкритому з обох боків капілярі (DSTU ISO 1443:2005, 2007; Melnyk et al., 2007); коефіцієнт рефракції – рефрактометричним методом на приладі ІРФ-454Б2М.

Дослідження амінокислотного складу м'яса проводили на амінокислотному аналізаторі ААА-339М (Yulevych, 2017).

Одержані результати експериментальних досліджень були опрацьовані методами варіаційної статистики за допомогою прикладної програми MS Excel 2003 (Kramarenko et al., 2019).

Результати та їх обговорення

Отримані дані свідчать, що тварини піддослідних груп характеризувались майже однаковою інтенсивністю росту (табл. 2). Однак, найвищу живу масу при знятті з дослідів (101,3 ± 2,6) (на 1,67 % більше за контроль) мали тварини II дослідної групи, які, в середньому, приростили за добу на 702 г. Відносний приріст підсвинків цієї групи становив 89,3 %, що на 1,6 % вище за контрольні аналоги.

У третій дослідній групі, де енергетичним компонентом комбікорму був ячмінь, відмічено середньодобові абсолютні та відносні прирости на рівні контрольної групи. Це свідчить про збереження рівня продуктивності піддослідних тварин при переході на малокомпонентні комбікорми з ячменю та соняшникового шроту підвищеної кормової цінності без або з включенням пшениці.

При переході на малокомпонентні комбікорми з соняшниковим шротом підвищеної кормової цінності та різною структурою зернової групи визначали забійні показники та якість м'яса і шпигу в організмі піддослідних свиней (табл. 3).

Таблиця 2

Жива маса і прирости піддослідного молодняка свиней ($M \pm m$, $n=12$)

Показники	І група (контрольна)	Дослідні групи	
		ІІ	ІІІ
Жива маса, кг:			
початок дослідю	38,92 $\pm$ 0,98	38,83 $\pm$ 1,30	38,75 $\pm$ 1,18
закінчення дослідю	99,67 $\pm$ 2,13	101,33 $\pm$ 2,58	99,25 $\pm$ 1,91
Абсолютний приріст, кг	60,75 $\pm$ 1,70	62,50 $\pm$ 1,80	60,50 $\pm$ 1,19
Відносний приріст, %	87,69	89,30	87,84
Середньодобовий приріст, г	683 $\pm$ 19	702 $\pm$ 20	680 $\pm$ 13
$\pm$ до контролю, %		+2,8	-0,4

Таблиця 3

Показники забою піддослідних свиней ($M \pm m$; $n = 3$)

Показник	І група (контрольна)	Дослідні групи	
		ІІ	ІІІ
Передзабійна жива маса, кг	102,0 $\pm$ 2,5	102,0 $\pm$ 3,8	102,3 $\pm$ 0,3
Забійна маса, кг	69,55 $\pm$ 1,24	69,98 $\pm$ 2,85	67,93 $\pm$ 0,92
Забійний вихід, %	68,33 $\pm$ 2,03	68,67 $\pm$ 0,33	66,33 $\pm$ 0,88
Довжина півтуші, см	91,00 $\pm$ 2,08	91,00 $\pm$ 1,00	90,67 $\pm$ 0,88
Маса печінки, кг	1,64 $\pm$ 0,15	1,66 $\pm$ 0,18	1,92 $\pm$ 0,12
Маса легенів і серця, кг	1,04 $\pm$ 0,02	1,01 $\pm$ 0,02	1,07 $\pm$ 0,08
Товщина шпикю, мм:			
6-7 грудний хребець	33,33 $\pm$ 5,70	26,33 $\pm$ 6,01	34,00 $\pm$ 3,06
останнє ребро	22,67 $\pm$ 3,53	19,00 $\pm$ 3,06	20,67 $\pm$ 2,96
крижі	25,00 $\pm$ 4,51	25,00 $\pm$ 3,61	24,33 $\pm$ 1,76
середня	27,00 $\pm$ 2,84	23,44 $\pm$ 2,48	26,33 $\pm$ 2,39

Виявлено зниження товщини шпикю у тварин другої дослідної групи порівняно з контрольною. Середня товщина сала була найменшою у підсвинків цієї групи – 23,44 мм, що на 13 % нижче за контрольні аналоги. При цьому тварини цієї групи мали кращу вирівняність товщини шпикю по довжині туші. Показники товщини шпикю у третій дослідній групі на рівні останнього ребра та у крижах були нижчі за

контрольну групу на 8,8 % та 2,7 %, проте на рівні 6-7 грудного хребців товщина сала виявилась вищою на 2,0 %. Середня товщина шпикю в ІІІ групі зменшилася порівняно з контролем на 2,5 %. Площа “м’язового вічка” в піддослідних групах істотно не відрізнялась.

Для визначення морфологічного складу туш нами було проведено обвалювання. Результати цих досліджень приведено в [таблиці 4](#).

Таблиця 4

Морфологічний склад туш піддослідних свиней, % ($M \pm m$; $n = 3$)

Вид тканини	І група (контрольна)	Дослідні групи	
		ІІ	ІІІ
М’ясо	56,03 $\pm$ 1,49	56,68 $\pm$ 1,31	55,53 $\pm$ 1,37
Сало	30,69 $\pm$ 1,53	29,91 $\pm$ 1,71	31,37 $\pm$ 0,98
Кістки	13,28 $\pm$ 1,01	13,41 $\pm$ 0,74	13,10 $\pm$ 0,67
Співвідношення сала до м’яса	55	53	56

Отримані результати свідчать, що скорочення кількості компонентів зернової частини комбікорму з використанням соняшникового шроту підвищеної кормової цінності у якості основного джерела протеїну не мало суттєвого впливу на морфологічний склад туш піддослідних свиней. Однак, відмічено тенденцію до підвищення виходу м’яса з туш дослідних свиней другої групи. У той же час вихід сала у цих тварин знизився на 0,78 абсолютних відсотка. У третій дослідній групі встановлено деяке зниження виходу м’яса (на 0,5 %).

При відгодівлі свиней комбікормом з соняшниковим шротом підвищеної кормової цінності, в складі якого зернова група була представлена ячменем і пшеницею, відношення між вмістом сала та м’яса у

тушах змінювалось на 2 абсолютних відсотка в бік збільшення виходу м’яса. При використанні ячменю в якості основного зернового компоненту у комбікормі третьої дослідної групи, даний показник був лише на 1 абсолютний відсоток нижче за контрольну групу, тварини якої споживали трьохкомпонентну зернову суміш.

Результати аналізу хімічного складу найдовшого м’яза спини свідчать, що вміст зальної вологи у м’ясі тварин третьої дослідної групи незначно підвищувався (на 0,99 %) ([табл. 5](#)). Коливання частки протеїну і жиру у складі сухої речовини викликало зміни енергетичної цінності м’яса тварин дослідних груп: у третій дослідній групі встановлено зниження калорійності м’яса порівняно з контрольною групою на

7,61 ккал/100 г (або 6,1 %). Енергетична цінність м'яса тварин другої дослідної групи була на 1,53 ккал/100 г (або 1,2 %) вище за контроль.

Підсвинки третьої дослідної групи при майже однаковому рівні протеїну у найдовшому м'язі спини поступалися своїм аналогам з контрольної групи за кількістю жиру на 0,70 %. Це пояснює нижчу за контроль енергетичну цінність отриманого м'яса у цій групі.

Вищим вмістом протеїну у м'ясі відрізнялася друга дослідна група. У зразках найдовшого м'яза спини тварин цієї групи містилося 20,64 % протеїну, що на 0,76 % більше за контрольних аналогів. Встановлено, що вірогідно менше кальцію на 0,006 % ($P \leq 0,05$)

порівняно з контролем містили зразки м'яса третьої групи. Накопичення фосфору в м'ясі тварин другої дослідної групи перевищувало контроль на 0,058 %.

Отже, відмічено тенденцію до зниження калорійності м'яса тварин, які споживали комбікорм з соняшниковим шротом підвищеної кормової цінності та ячменю.

Окремі фізико-технологічні властивості зразків найдовшого м'яза піддослідних тварин наведено в [таблиці 6](#). Нами відмічено зниження активної кислотності м'яса в другій та третій групах на 0,11 рН порівняно з контролем. Різниця встановлена статистично вірогідною ($P < 0,01$) у третій дослідній групі.

Таблиця 5

Хімічний склад м'яса піддослідних тварин ($M \pm m$; $n = 3$)

Показники	І група (контрольна)	Дослідні групи	
		ІІ	ІІІ
Загальна волога, %	74,36 $\pm$ 0,56	73,86 $\pm$ 0,79	75,35 $\pm$ 0,74
Суха речовина, %	25,64 $\pm$ 0,56	26,14 $\pm$ 0,79	24,65 $\pm$ 0,74
Неорганічний залишок, %	1,16 $\pm$ 0,06	1,07 $\pm$ 0,02	1,14 $\pm$ 0,06
Протеїн, %	19,88 $\pm$ 0,49	20,64 $\pm$ 0,67	19,61 $\pm$ 0,54
Жир, %	4,60 $\pm$ 0,45	4,43 $\pm$ 0,91	3,90 $\pm$ 0,99
Кальцій, %	0,051 $\pm$ 0,001	0,054 $\pm$ 0,001	0,045 $\pm$ 0,002 *
Фосфор, %	0,167 $\pm$ 0,035	0,225 $\pm$ 0,051	0,148 $\pm$ 0,014
Енерг. цінність, ккал/100г	124,29 $\pm$ 4,40	125,82 $\pm$ 7,26	116,68 $\pm$ 8,24

Примітка. * – $P < 0,05$ порівняно з контролем

Таблиця 6

Фізико-технологічні показники м'яса піддослідних тварин ($M \pm m$; $n = 3$)

Показники	І група (контрольна)	Дослідні групи	
		ІІ	ІІІ
Активна кислотність, рН	5,82 $\pm$ 0,01	5,71 $\pm$ 0,05	5,71 $\pm$ 0,02 **
Ніжність, с	8,47 $\pm$ 1,59	10,19 $\pm$ 0,13	9,72 $\pm$ 0,93
Вологоутримуюча здатність, %	49,34 $\pm$ 1,95	45,93 $\pm$ 1,47	48,33 $\pm$ 2,21
Втрати при кулінарній обробці, %	18,71 $\pm$ 2,30	22,23 $\pm$ 0,92	25,26 $\pm$ 1,03
Інтенсивність забарвлення, од.екст. $\times$ 1000	56,00 $\pm$ 2,52	54,67 $\pm$ 4,63	60,67 $\pm$ 6,64

Примітка. ** – $P < 0,01$ порівняно з контролем

Лабораторні аналізи найдовшого м'яза спини показали, що найніжнішим (8,47 $\pm$ 1,59 с) м'ясо виявилось у контрольній групі, тварини якої отримували комбікорм з трьохкомпонентною зерновою сумішшю. При переході на малокомпонентні комбікорми спостерігалось незначне зниження ніжності м'яса. При цьому також зростали втрати при кулінарній обробці, які становили 22,23 % і 25,26 % відповідно у другій та третій дослідних групах, при 18,71 % у контролі. Однак дана різниця статистично не вірогідна. Слід відмітити, що втрати при тепловій обробці в контрольній групі відповідають результатам, отриманим у першому науково-господарському досліді на аналогічному комбікормі.

Зауважимо, що втрати м'яса при його кулінарній обробці тісно пов'язані з показником вологоутримуючої здатності. Найвищим він був у контрольній групі – 49,34 $\pm$ 1,95 %. Вологоутримуюча здатність зни-

зилась на 3,41 % у другій дослідній групі, у третій групі майже співпадала з контролем.

За інтенсивністю забарвлення м'язових волокон спостерігалися деякі зміни, проте невірогідні. Цей показник у другій дослідній групі мав значення на 2,4 % нижче за контроль, у третій групі – на 8,3 % вище.

Деякі фізико-хімічні показники якості сала наведено в [таблиці 7](#).

У дослідних групах відмічено тенденцію до незначного підвищення вмісту води в салі порівняно з контролем на 0,68 % та 0,9 % відповідно у другій та третій групах. На нашу думку, можливо, це вплинуло на температуру плавлення шпиків. Вона знизилась на 0,6 °C у другій та 1,5 °C у третій дослідних групах. Зміни величини коефіцієнта рефракції у дослідних та контрольній групах встановлено не було.

Таблиця 7

Фізико-хімічні показники сала піддослідних тварин ($M \pm m$; $n = 3$)

Показники	І група (контрольна)	Дослідні групи	
		II	III
Вологість, %	6,37 $\pm$ 0,36	7,05 $\pm$ 0,45	7,27 $\pm$ 0,70
Суша речовина, %	93,63 $\pm$ 0,36	92,95 $\pm$ 0,45	92,73 $\pm$ 0,70
Коефіцієнт рефракції	1,4628 $\pm$ 0,0003	1,4630 $\pm$ 0,0001	1,4630 $\pm$ 0,0001
Температура плавлення, °C	32,1 $\pm$ 0,9	31,5 $\pm$ 0,6	30,6 $\pm$ 0,3

Широке використання в годівлі сільськогосподарських тварин побічних продуктів олійно-екстракційного виробництва обумовлюється високим вмістом в них протеїнів. В комбікорми для свиней включають соєвий, соняшниковий та ріпаковий шрот. Однак доступність та біологічна цінність останніх значно варіює в залежності від вихідної сировини, режиму обробки насіння та особливостей підготовки корму до згодовування (Yulevych et al., 2017; Cheriayevskiy et al., 2019). Підвищенню ефективності використання поживних речовин названих компонентів приділяється значна увага вітчизняних та закордонних дослідників. Як свідчать отримані нами результати пошукових досліджень, включення 15 % за масою в комбікорми для молодняку свиней соняшnikового шроту підвищеної кормової цінності (Флорісою) забезпечує отримання середньодобових приростів на рівні 600–703 г.

Як свідчать результати наших досліджень, при переході на малокомпонентні комбікорми з соняшниковим шротом підвищеної кормової цінності простежується тенденція до деякого підвищення втрат при кулінарній обробці м'яса свиней при одночасному зниженні його ніжності. Очевидно, зміна цих показників відбувалась через зниження вологоутримуючої здатності м'язової тканини у другій та третій дослідних групах.

Висновки

1. У молодняку свиней, якому згодовують ячмінно-кукурудзяно-пшеничний комбікорм з уведенням 15 % соняшnikового шроту підвищеної кормової цінності спостерігається середньодобовий приріст – 680–702 г, високі забійні та м'ясні якості.

2. Згодовування відгодівельному молодняку свиней ячмінно-пшеничного комбікорму з уведенням 15 % соняшnikового шроту підвищеної кормової цінності, де виключено кукурудзу, супроводжується вищими середньодобовим і відносним приростами відповідно на 2,8% і 1,6%. У м'язовій тканині цих тварин встановлено більшу енергетичну цінність на 1,2 % та вмісту протеїну на 0,76 %, меншу вологоутримуючу здатність на 3,41 %, інтенсивність забарвлення м'язових волокон на 2,4 % та підвищені втрати при кулінарній обробці до 22,23 %. У тушах спостерігалось зниження показника товщини шпиків на 13 %, виходу сала на 0,78 %, температури плавлення шпиків на 0,6 °C та підвищення вмісту води.

3. Відгодовування молодняку свиней двокомпонентним комбікормом з ячмінною дертою + 15 % соняшnikового шроту підвищеної кормової цінності

сприяє зменшенню показника товщини шпиків на 2,5 %. Найдовший м'яз спини цих тварин характеризується більшим вмістом зальної води на 1,0 %, інтенсивністю забарвлення м'язових волокон на 8,3 %, а також меншою калорійністю на 6,1 %, кількістю кальцію ($P \leq 0,05$), активною кислотністю ($p < 0,01$). При цьому, відмічено тенденцію до незначного підвищення вмісту води в салі на 0,9 % та зниження температури плавлення шпиків на 1,5 °C.

Перспективи подальших досліджень. З метою пошуку нових кормових засобів та економії сировини у тваринництві різних країн світу все ширше використовують продукти біотехнологічної промисловості, у тому числі ферментні препарати різного асортименту. Доведено, що при використанні ферментних препаратів у годівлі свиней підвищується доступність основних поживних речовин корму внаслідок їх ферментолізу екзогенними ферментами. Саме тому наші подальші дослідження спрямовані на пошук препаратів, що містять широкий спектр пектолitiчної дії, здатної впливати на комплекс важкоперетравних компонентів клітинних оболонок рослинних кормів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Avdosieva, I. K., Temnenko, S. M., Protsykyz, Ya. M., Fialkovskiy, M. I., & Poliuzhyn, I. P. (2018). Kormovi dobavky roslynnoho pokhodzhennia – alternatyva antybiotykam. Naukovo-tekhnichnyi biuleten derzhavnogo naukovo-doslidnoho kontrolnoho instytutu vetpreparativ ta kormovykh dobavok instytutu biolohii tvaryn, 19(2), 48–58. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ntbibt_2018_19_2_9 (in Ukrainian).
- Bankovska, I. B. (2005). Modyfikatsiia metodu vyznachennia volohoutrymuiuchoi zdatnosti miasa. Suchasni metodyky doslidzhen u svynarstvi. Poltava, 156–157 (in Ukrainian).
- Bomko, V. S. (2018). Vplyv mineralnoi kormovoi dobavky na produktyvnist molodniaku svynei. Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii: zbirnyk naukovykh prats. Vinnytsia, 3(102), 38–46 (in Ukrainian).
- Bomko, V., Kuzmenko, O., & Horchanok, A. (2020). Chelates in young pigs mixed feed and their influence on productivity. Aktualni problemy pidvyshchennia yakosti ta bezpeka vyrobnytstva y pererobky produktsii tvarynnytstva: materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. Dnipro, 11–13 (in Ukrainian).

- Cherniayskiy, O., Babenko, S., Bomko, V., Dyachenko, L., Slomchynskiy, M., Chernyuk, S., Kuzmenko, O., Tytariova, O., Horchanok, A., & Polishchuk, V. (2019). Productivity and mineral exchange in the body of young pigs when feeding probiotics. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(1), 220–225. URL: <https://www.ujecology.com/articles/productivity-and-mineral-exchange-in-the-body-of-young-pigs-when-feeding-probiotics.pdf>.
- Chudak, R. A., Poberezhets, Yu. M., Ushakov, V. M., & Babkov, Ya. I. (2021). Vplyv kormovykh dobavok ta kombikormiv na produktyvnist ta yakist miasa u svynei: Monohrafiia. Vinnytsia: RVV VNAU. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/28824.pdf> (in Ukrainian).
- DSTU 4124-2002 (2003). Kombikormy povnoratsionni dlia svynei. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2004-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- DSTU ISO 1442: 2005 (2007). Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia vmistu volohy (kontrolnyi metod) (ISO 1442: 1997, IDT). [Chynnyi vid 2008-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- DSTU ISO 1443:2005 (2007). Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia zahalnoho vmistu zhyru (ISO 1443 : 1973, IDT). [Chynnyi vid 2008-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- DSTU ISO 2294:2005 (2007). Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia zahalnoho vmistu fosforu (kontrolnyi metod) (ISO 2294:1974, IDT). [Chynnyi vid 2008-01-01]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- DSTU ISO 2917: 2001 (2002). Miaso ta miasni produkty. Vyznachennia pH (kontrolnyi metod) (ISO 2917: 1997, IDT). [Chynnyi vid 2003-01-01]. K.: Derzhavnyi komitet Ukrainy z pytan tekhnichnoho rehuliuвання ta spozhyvchoi polityky (Natsionalnyi standart Ukrainy) (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., & Zhukorskyi, O. M. (2017). Metodolohiia ta orhanizatsiia naukovykh doslidzhen u tvarynnystvi. Kyiv, Ahrarna nauka (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., Bashchenko, M. I., Zhukorskyi, O. M. ta in. (2016). Dovidnyk z povnotsinnoi hodivli silskohospodarskykh tvaryn. Kyiv: Ahrarna nauka. URL: <http://dspace.hnpu.edu.ua/handle/123456789/804> (in Ukrainian).
- Ibatullin, I. I., Melnychuk, D. O., & Bohdanov, H. O. (2007). Hodivlia silskohospodarskykh tvaryn. Vinnytsia: Nova Knyha (in Ukrainian).
- Khalak, V. I., Gutyj, B. V., Bordun, O. M., Stadnytska, O. I., Shostya, A. M., Usenko, S. O., Kuzmenko, L. M., Zasukha, L. V., Myronenko, O. I., & Karunna, T. I. (2022). Reproductive Qualities of Sows of Different Genotypes by Melanocortin - 4 (MC4R) Receptor Gene and Economic Efficiency of Their Use. *Journal of Mountain Agriculture on the Balkans*, 25(4), 1–15. URL: <https://dspace.pdau.edu.ua/items/4b8a28b2-1c04-4959-abe0-ec4d6592dad8>.
- Khalak, V., Gutyj, B., Il'chenko, M., Shostya, A., Usenko, S., & Petulko, P. (2022). Efficiency of using some pol-ycomponent mathematical models of selection indices for evaluation of young pigs for fattening and meat qualities. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 197–204. DOI: 10.31210/visnyk2022.02.23.
- Kramarenko, S. S., Luhovyi, S. I., Lykhach, A. V., & Kramarenko, O. S. (2019). Analiz biometrychnykh danykh u rozvedenni ta selektsii tvaryn: navchalnyi posibnyk. Mykolaiv: MNAU. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/6208> (in Ukrainian).
- Kucheriavyi, V., Trachuk, Ye. H., & Tkachenko, T. Iu. (2018). Vplyv doslidzhuvanoho preparatu na vidhodivelni ta miasni yakosti svynei. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*, 3(102), 56–64. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?id=19266> (in Ukrainian).
- Kulyk, M. F., & Krasnoselska, M. P. (2017). Zabiini pokaznyky svynei pry vykorystanni v hodivli ekstrudovanoi soi v poiednanni z biolohichno mineralnoiu dobavkoiu na osnovi lizynu i saponitu. *Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohii*, 1, 51–59. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/anxt_2017_1_9 (in Ukrainian).
- Kuzmenko, L. M. (2013). Efektyvnist kombikormiv z soniashnykovym shrotom pidvyshchenoi kormovoi tsinnosti ta riznoiu strukturoiu zernovoi hrupy u hodi-vli molodniaku svynei. *Svynarstvo. Mizhvid. temat. nauk. zb. Instytutu svynarstva i APV*, 62, 176–181. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun_2013_62_39 (in Ukrainian).
- Kuzmenkoc, L. M. (2016). Biolohichna povnotsinnist svynyny zalezno vid rivnia soniashnykovoho shrotu v ratsionakh. *Svynarstvo. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk Instytutu svynarstva i APV. Poltava: TOV «Firma «Tekhservis»*», 68, 123–130. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/svun_2016_68_21 (in Ukrainian).
- Maistrenko, A. N., & Dimchia, H. H. (2017). Vplyv riznykh kormovykh dobavok na rist ta produktyvnist remontnykh svynok. *Naukovyi zhurnal. Zernovi kul'tury, Dnipro*, 1(1), 154–158. URL: <https://institut-zerna.com/library/magazine1/35.pdf> (in Ukrainian).
- Maistrenko, A. N., & Dimchia, H. H. (2018). Otsinka vplyvu kormovykh dobavok na produktyvni yakosti pidsysnykh svynomatok ta yikh potomstva. *Zernovi kul'tury*, 2(2), 386–392 (in Ukrainian).
- Mankovskiy, A. Ia., & Antoniuk, T. A. (2014). Tekhnolohiia produktiv zaboiu tvaryn: pidruchnyk. Kyiv: Ahroosvita (in Ukrainian).
- Melnyk, Yu. F., Naidenko, K. A., Zhuravel, M. P., & Vytrykhovska, A. V. (2007). Praktykum z rozvedennia silskohospodarskykh tvaryn. Kyiv (in Ukrainian).
- Prytulska, N. V., & Rudavska, H. B. (2007). Prodovolchi tovary: laboratornyi praktykum. Kyiv: Nats. torh.-ekon. un-t (in Ukrainian).
- Susol, R., Garmatyuk, K., & Tkachenko, I. (2020). The dynamics of live weight change and specific growth pattern of young pig stock of different breed-of-origin. *Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral*, 97, 153–161. DOI: 10.37000/abbsl.2020.97.19 (in Ukrainian).
- Tkachenko, T. Y. (2021). High content of lysine in crude protein feed ration in combination with ensiled corn grain is a factor in the high productivity of young pigs. *German international*

- journal of modern science, 7(1), 12–15. URL: <https://dizzw.com/wp-content/uploads/2021/04/Deutsche-internationale-Zeitschrift-für-zeitgenössische-Wissenschaft-№7-2021-Part-1-13-16.pdf>.
- TU U 15.7-32465333-001:2007 (2007). Kompleksna kormova dobavka “Florysoi” dlia hodivli silskohospodarskykh tvaryn ta ptytsi (in Ukrainian).
- Velayudhan, D. E., Kim, I. H., & Nyachoti, C. M. (2015). Characterization of Dietary Energy in Swine Feed and Feed Ingredients: A Review of Recent Research Results. *Asian Australas. Journal of Animal Science*, 28(1), 1–13. DOI: 10.5713/ajas.14.0001R.
- Voloshchuk, O. V. (2018). Osoblyvosti obminu rechovyn chystoporodnoho i pomisnoho molodniaku synei. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy*, 1(71). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/10032> (data zvernennia: 16.01.2024) (in Ukrainian).
- Yulevych, O. I. (2017). Nezaminni aminokysloty v ratsionakh hodivli vidluchenykh porosiat. *Visnyk ah-rarnoi nauky Prychornomia*, 2(2), 126–132. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2015_2%282%29__2_2 (in Ukrainian).
- Yulevych, O. I., Lykhach, A. V., & Dekhtiar, Yu. F. (2017). Efektyvnist vykorystannia probiotyky u hodivli pomisnykh porosiat na doroshchuvanni. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Serii: Silskohospodarski nauky*, 19(74), 91–94. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnuvmbcgn_2017_19_74_22 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10109
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 619:612.015

Fatty acid composition of hard rent cheese with flax seeds

D. A. Arutyunyan, O. S. Pokotylo✉

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 07.01.2024
Received in revised form
08.02.2024
Accepted 09.02.2024

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-097-207-96-05
E-mail: pokotylo_oleg@ukr.net

Arutyunyan, D. A., & Pokotylo, O. S. (2024). Fatty acid composition of hard rent cheese with flax seeds. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 56–60. doi: 10.32718/nvlvet-f10109

The study demonstrates the peculiarities of the fatty acid composition of Gouda-type hard rennet cheese by adding 5 % flax seeds. The fatty acid profile of complex cheese samples of control and experimental samples was investigated by gas-liquid chromatography 60 days after production. The experimental part of the work was carried out in the research laboratory “Technology, analysis and examination of food products and water” of the Department of Food Biotechnology and Chemistry at the Ternopil National Technical University named after I. Puluj and at the Chortkiv cheese factory. In the process of making Gouda-type cheese, prepared flax seeds, according to our patented method, were added to the cheese grain after being separated from the whey. Positive advantages were established in the fatty acid profile of the test sample compared to the control sample. In particular, it was found that the total content of saturated fatty acids in the control sample was 68.6 %, and in Gouda cheese with 5 % flax seeds (experimental sample) – 62.3 %, while the content of unsaturated fatty acids was 31.4 %, respectively and 37.7 %. The experimental sample also showed an increase in the content of polyunsaturated fatty acids of the omega-3 family, in particular α -linolenic acid, by 40 % compared to the control sample. In the experimental sample of Gouda cheese with flax seeds, an improvement in the ratio between the relative content of PUFAs of the ω -3/ ω -6/ ω -9 families was established, which was 1 : 1.8 : 7.4. The obtained results in changing the fatty acid composition of the experimental sample of cheese allow us to recommend this product as a functional product due to the high content of PUFAs of the ω -3 family and the balanced ratio between the content of PUFAs of the ω -3/ ω -6/ ω -9 families.

Key words: hard cheese, flax seeds, omega-3 fatty acids.

Жирнокислотний склад твердого сиру сичужного з насінням льону

Д. А. Арутюнян, О. С. Покотило✉

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Дослідження демонструє особливості жирнокислотного складу твердого сичужного сиру типу Гауда з додаванням 5 % насіння льону. Жирнокислотний профіль зразків твердого сиру контрольних та дослідних зразків досліджено методом газорідної хроматографії через 60 діб після виготовлення. Експериментальна частина роботи виконана у науково-дослідній лабораторії “Технології, аналізу та експертизи харчової продукції і води” кафедри харчової біотехнології і хімії в Тернопільському національному технічному університеті імені І. Пулюя та на молокопереробному підприємстві “Чортківський сирзавод”. В процесі виготовлення сиру типу Гауда підготовлене насіння льону за запатентованим нами способом додавали до сирного зерна після процесу його відокремлення від сироватки. Встановлено позитивні переваги у жирнокислотному профілі дослідного зразка порівняно з контрольним. Зокрема встановлено, що сумарний вміст насичених жирних кислот у контрольному зразку становив 68,6 %, а в сири Гауда з 5 % насіння льону (дослідний зразок) – 62,3 %, тимчасом як вміст ненасичених жирних кислот складав відповідно – 31,4 та 37,7 %. Також у дослідному зразку показано збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот родини омега-3, зокрема α -ліноленової кислоти на 40 % порівняно з контрольним зразком. У дослідному зразку сиру Гауда з насінням льону встановлено поліпшення співвідношення між відносним вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9, яке становило 1 : 1,8 : 7,4. Отримані результати у зміні жирнокислотного складу дослідного зразка сиру дозволяють рекомендувати його як продукт функціонального призначення – за рахунок високого вмісту ПНЖК родини ω -3 і збалансованого співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9.

Ключові слова: сир твердий, насіння льону, омега-3 жирні кислоти, жирнокислотний склад.

Вступ

Найважливішими факторами, що впливають на якість сиру, є аромат і смак, консистенція та зовнішній вигляд. Вільні жирні кислоти (ВЖК), що утворюються під час ліполізу, особливо ВЖК з коротким і середнім ланцюгом (C4:0–C8:0 і C10:0–C14:0 відповідно), разом із леткими сполуками та продуктами протеолізу безпосередньо впливають на смак сиру (Delgado et al., 2009). Вважається, що довголанцюгові ВЖК (>14 атомів вуглецю) відіграють незначну роль у смаку сиру через їхні високі пороги сприйняття. З іншого боку, вільні жирні кислоти в молочних продуктах у певних кількостях потенційно впливають не лише на смак і консистенцію молочних продуктів, а й на харчування та здоров'я як антимікробні засоби (Çetinkaya & Öz, 2018). Сир, який є важливим джерелом жиру в харчуванні людини, містить високий рівень різноманітних жирних кислот (Delgado et al., 2009). З поживної точки зору різні види сиру мають свій особливий рівень засвоюваного жиру. Його засвоюваність перебуває в діапазоні 88–94 % (Barać et al., 2018). Що стосується сиру Гауда, то триацилгліцерини являють собою основну ліпідну фракцію, за якою йдуть діацилгліцерини, холестерин, вільні жирні кислоти та моноацилгліцерини. У сирних жирах переважають насичені жирні кислоти, за ними йдуть мононенасичені жирні кислоти та поліненасичені жирні кислоти, головними з яких є пальмітинова, олеїнова, міристинова та стеаринова кислоти (Semeniuc et al., 2022).

З іншого боку, відомо, що в раціоні пересічного українця, як і європейця, є певний дефіцит поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) родини омега-3 і надлишок омега-6 (Smoliar, 2006). ПНЖК-3 поступають в організм із морепродуктами та певними оліями (Goyal et al., 2014; Lewinska et al., 2015). Найбільшим вмістом ПНЖК родини омега-3 характеризується лляна олія, в якій 50–60 % альфа-ліноленової кислоти і яка є чудовим джерелом омега-3 вітаміну D3 (Goyal et al., 2014; Lee et al., 2021). Численними дослідженнями доведено, що ПНЖК омега-3 чинять оздоровчу дію в організмі, будучи джерелом протизапальних простагландинів, входять у склад мембран клітин, забезпечуючи їх ефективне функціонування (Pokotylo, 2008). Включення ненасичених жирних кислот в молочні продукти становить інтерес для підприємств харчової промисловості (Lialyk et al., 2019, 2020). Ці продукти мають великий потенціал і сприяють зміцненню здоров'я людей та профілактиці різного роду хвороб (Simopoulos, 2002; Ganesan et al., 2014).

Виходячи із сказаного вище, збагачення твердого сиру в процесі його виготовлення певними джерелами ПНЖК омега-3 дало б можливість отримати функціональний харчовий продукт з підвищеною біологічною цінністю.

Мета дослідження

Метою роботи було визначити жирнокислотний склад сиру Гауда, до якого в технологічному процесі виготовлення додавали насіння льону.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальна частина роботи виконана у науково-дослідній лабораторії “Технологій, аналізу та експертизи харчової продукції і води” кафедри харчової біотехнології і хімії в Тернопільському національному технічному університеті імені І. Пулюя та на молокопереробному підприємстві “Чортківський сирзавод”. В процесі виготовлення сиру типу Гауда підготовлене насіння льону за запатентованим нами способом додавали до сирного зерна після процесу його відокремлення від сироватки.

Технологія виробництва сиру типу Гауда з лляним насінням була такою. Молоко коров'яче пастеризоване підігрівали до температури 34–35 °C та наносили на його поверхню суху закваску CHN-19, витримували 3–4 хв та перемішували для рівномірного розподілу закваски й залишали у спокої протягом 30–35 хв. Додавали кальцій хлористий та сичуговий фермент, який попередньо розчиняли у 50 мл води, суміш рівномірно перемішували та залишали на 40–45 хв для утворення згустку. Після цього перевіряли згусток на готовність (тест на відокремлення сироватки) та нарізали сирний згусток на кубики розміром 1–1,5 см. Нарізані кубики перемішували круговими рухами протягом 5 хв та залишали для осідання їх на дно. Потім видаляли 10 % сироватки та додавали такий самий об'єм води за температури 65 ± 1 °C, вимішували масу 10 хв та знову залишали в спокої для осідання зерна на дно. Потім зливали третину сироватки та додавали таку ж кількість води за температури 42–43 °C, перемішували сирну масу протягом 20 хв та відокремлювали сирне зерно шляхом зливання сироватки. Додавали 5 % простерилізованого за розробленим нами способом насіння льону і перемішували сирне зерно для рівномірного розподілу льону. Збирали сирне зерно у форми та давали 5–10 хв для стікання сироватки, потім ставили під прес на 12 год. Після пресування сирну головку поміщали в розсілну ванну на 12–18 годин залежно від тривалості витримки, після половини пройденого часу перевертали головку сиру. Потім викладали головки сиру на дренажні килимки для відведення залишкової вологи та утворення сухої кірки протягом 3–4 діб, перевертаючи головку сиру 2 рази на добу. Після утворення сухої кірки головку сиру поміщали на дозрівання за температури 8–12 °C протягом 60 діб. Технологія приготування контрольного зразку сиру Гауда була такою ж, як сиру з насінням льону, тільки у сирне зерно льон не додавали.

Зразки сиру (n = 5) відбирали через 60 діб після повного його дозрівання. В подальшому проводили підготовку даних зразків для дослідження жирнокислотного профілю сиру. Аналіз жирнокислотного про-

філю контрольних і дослідних зразків сирів досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з полум'яно-

іонізаційним детектором, обладнаним капілярною колонкою SP-2560 довжиною 100 м (Holubets & Vudmaska, 2010).



Рис. 1. Зразки сиру

Статистичну обробку результатів проводили методами варіаційної статистики з використанням програми Statistica 9.0 (StatSoft Inc., США). Використовували непараметричні методи дослідження (критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні). Визначали середнє арифметичне ($\bar{x}$) і стандартну помилку середнього (SE). Різниця між порівнюваними значеннями вважалася значущою для $P \geq 0,05$ (Romakin, 2006).

Таблиця 1

Вміст насичених жирних кислот у досліджуваних сирах, % ($M \pm m$, $n = 5$)

Жирна кислота	Позначення, С	Відносний вміст, %	
		Сир Гауда	Сир Гауда з 5 % насіння льону
Масляна	4:0	1,3 $\pm$ 0,1	1,0 $\pm$ 0,1
Валер'янова	5:0	2,4 $\pm$ 0,1	2,5 $\pm$ 0,1
Капролова	6:0	1,9 $\pm$ 0,1	1,8 $\pm$ 0,1
Каприлова	8:0	1,2 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1
Капринова	10:0	2,8 $\pm$ 0,1	2,7 $\pm$ 0,1
Лауринова	12:0	3,2 $\pm$ 0,1	3,1 $\pm$ 0,1
Міристинова	14:0	11,8 $\pm$ 0,3	9,8 $\pm$ 0,2
Пентодеканова	15:0	0,6 $\pm$ 0,1	0,6 $\pm$ 0,1
Пальмітинова	16:0	30,5 $\pm$ 0,4	27,5 $\pm$ 0,2
Гептодеканова	17:0	0,6 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,1
Стеаринова	18:0	12,3 $\pm$ 0,2	11,6 $\pm$ 0,2
Загальний вміст		68,6	62,3

Як видно з даних таблиці 1, у традиційному сирі Гауда (контрольний зразок) сумарний вміст насичених жирних кислот становить 68,6 %, а в сирі Гауда з 5% насіння льону (дослідний зразок) – 62,3 %, тимчасом як вміст ненасичених жирних кислот складав відповідно – 31,4 та 37,7 %. Серед насичених жирних кислот в обох зразках сирів виявлено найбільше пальмітинової та стеаринової кислот, відносний вміст яких складав 30,5 та 12,3 % у контрольному зразку і 27,5 та 11,6 % – у дослідному зразку. Очевидно, що додавання 5 % лляного насіння до сиру Гауда в процесі його виготовлення та дозрівання вплинуло на вміст окремих жирних кислот, особливо до достовірного зменшення відносного вмісту таких насичених

Результати та їх обговорення

Газохроматографічний аналіз зразків досліджуваних сирів дозволив ідентифікувати 11 насичених жирних кислот (НЖК) і 8 ненасичених (ННЖК), відносний вміст яких перевищував 0,4 %. Дані щодо відносного вмісту кожної з цих кислот наведені у таблицях 1 та 2.

кислот, як міристинова, пальмітинова та стеаринова. Загалом за результатами аналізу даних таблиці 1 можна стверджувати, що сумарний вміст насичених жирних кислот у дослідному зразку сиру з 5 % вмістом насіння льону був на 6,3 % менший, ніж такий вміст у контрольному зразку сиру Гауда.

З наведених у таблиці 2 даних видно, що основною ненасиченою жирною кислотою у контрольному і дослідному зразках сиру є олеїнова кислота, яка належить до поліненасичених жирних кислот родини омега-9.

На другий позиції за відносним вмістом у контрольному і дослідному зразках сиру – α -ліноленова, яка належить до поліненасичених жирних кислот родини

омега-3. При цьому встановлено, що відносний вміст α -ліноленової кислоти був на 40 % вищим у сирі Гауда з 5 % вмістом насіння льону, ніж у дослідному зразку сиру Гауда. Це пов'язано тим, що лляне насіння характеризується високим вмістом α -ліноленової кислоти, що і визначило її зростання у дослідному зразку. Приблизно в межах 1 % був вміст міристоолеїнової, пентадеценової, пальмітоолеїнової кислот. Варто зазначити, що додавання 5 % насіння льону до сиру Гауда в процесі його виготовлення призвело до достовірного зростання загального відносного вмісту ненасичених жирних кислот у дослідному зразку сиру на 17 % порівняно з контрольним зразком сиру Гауда. Аналізуючи дані [таблиці 3](#), варто зазначити, що співвідношення між вмістом НЖК до ПНЖК у сирі Гауда

було 1 : 2,2, тимчасом як у сирі Гауда з насінням льону – 1 : 1,6. Також варто зауважити зміну співвідношення між вмістом ПНЖК родин омега у досліджуваних сирах. Так, співвідношення між відносним вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9 у контрольному зразку сиру становило 1 : 1 : 12. Таке співвідношення не є збалансованим і свідчить про значне збільшення відносного вмісту в контрольному зразку сиру Гауда ПНЖК родин омега-9. У дослідному зразку сиру Гауда з насінням льону співвідношення між відносним вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9 становило 1 : 1,8 : 7,4, що є більш сприятливим для організму людини і характеризує такий сир як функціональний продукт зі збалансованим співвідношенням ПНЖК родин омега-3, -6 та -9.

Таблиця 2

Вміст ненасичених жирних кислот у досліджуваних сирах ($M \pm m$, $n = 5$)

Жирна кислота	Позначення, С	Відносний вміст, %	
		Сир Гауда	Сир Гауда + 5 % насіння льону
Міристоолеїнова	14:1	1,0 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1
Пентадеценова	15:1	1,0 $\pm$ 0,1	1,2 $\pm$ 0,1
Пальмітоолеїнова	16:1	0,9 $\pm$ 0,1	1,1 $\pm$ 0,1
Гептадеценова	17:1	0,7 $\pm$ 0,1	0,8 $\pm$ 0,1
Олеїнова	18:1	24,5 $\pm$ 0,5	26,2 $\pm$ 0,4
Лінолева	18:2	0,5 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,1
α -ліноленова	18:3	2,2 $\pm$ 0,1	3,7 $\pm$ 0,2
Гадолеїнова	20:1	0,4 $\pm$ 0,1	0,5 $\pm$ 0,1
Загальний вміст		31,4	37,7

Таблиця 3

Узагальнений вміст родин жирних кислот і їх співвідношення у досліджуваних сирах ($M \pm m$, $n = 5$)

Жирні кислоти	Відносний вміст, %	
	Сир Гауда	Сир Гауда + 5 % насіння льону
НЖК	68,6	62,3
ω -9	26,9	27,5
ω -6	2,3	6,5
ω -3	2,2	3,7
НЖК / ПНЖК	1 : 2,2	1 : 1,6
Співвідношення ПНЖК ω -3/ ω -6/ ω -9	1 : 1 : 12	1 : 1,8 : 7,4

Таким чином, в результаті проведених нами досліджень встановлено такі відмінності у жирнокислотному профілі сиру Гауда, в процесі виготовлення якого додавали 5 % насіння льону: зменшення вмісту насичених і збільшення вмісту ненасичених жирних кислот, збільшення вмісту ПНЖК родини омега-3, поліпшення співвідношення між вмістом ПНЖК омега-3, -6 та -9.

Висновки

Як показали результати газохроматографічного дослідження жирнокислотного складу сиру, додавання 5 % лляного насіння до сиру Гауда у технологічному процесі його виготовлення через 60 днів визрівання призвело до позитивних переваг у жирнокислотному профілі порівняно з контрольним зразком.

Зокрема, встановлено, що сумарний вміст насичених жирних кислот у контрольному зразку становив 68,6 %, а в сирі Гауда з 5 % насіння льону (дослідний

зразок) – 62,3 %, тимчасом як вміст ненасичених жирних кислот складав відповідно – 31,4 та 37,7 %.

Також у дослідному зразку показано збільшення вмісту поліненасичених жирних кислот родини омега-3, зокрема α -ліноленової кислоти на 40 % порівняно з контрольним зразком. У дослідному зразку сиру Гауда з насінням льону встановлено поліпшення співвідношення між відносним вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9, яке становило 1 : 1,8 : 7,4. Отримані результати у зміні жирнокислотного складу дослідного зразка сиру дозволяють рекомендувати його як продукт функціонального призначення – за рахунок високого вмісту ПНЖК родини ω -3 і збалансованого співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Barać, M., Kresojević, M., Špirović-Trifunović, B., Pešić, M., Vučić, T., Kostić, A., & Despotović, S. (2018). Fatty acid profiles and mineral content of Serbian traditional white brined cheeses. *Mljekarstvo*, 68(1), 37–45. URL: <https://hrcak.srce.hr/file/283669>.
- Çetinkaya, A., & Öz, F. (2018). Changes in cholesterol and free fatty acid content of Kars Gravyer Cheese (A Turkish dairy product produced by the traditional method). *Ukrainian Food Journal*, 7(3), 409–420. DOI: 10.24263/2304-974X-2018-7-3-6.
- Delgado, F. J., González-Crespo, J., Ladero, L., Cava, R., & Ramírez, R. (2009). Free fatty acids and oxidative changes of a Spanish soft cheese (PDO ‘Torta del Casar’) during ripening. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 44(9), 1721–1728. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2009.01987.x.
- Ganesan, B., Brothersen, C., & McMahon, D. J. (2014). Fortification of foods with omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Critical reviews in food science and nutrition*, 54(1), 98–114. DOI: 10.1080/10408398.2011.578221.
- Goyal, A., Sharma, V., & Upadhyay, N. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *J Food Sci Technol*, 51, 1633–1653. DOI: 10.1007/s13197-013-1247-9.
- Holubets, O. V., & Vudmaska, I. V. (2010). Vyznachennia zhyrnokyslotnoho skladu lipidiv metodom kapiliarnoi hazoridynnoi khromatohrafii. *Metodychni rekomendatsii*, Lviv (in Ukrainian).
- Lee, S. H., Kim, Y. B., Kim, D. H. et al. (2021). Dietary soluble flaxseed oils as a source of omega-3 polyunsaturated fatty acids for laying hens. *Poultry Science*, 100(8), 101276. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101276.
- Lewinska, A., Zebrowski, J., Duda, M., Gorka, A., & Wnuk, M. (2015). Fatty Acid Profile and Biological Activities of Linseed and Rapeseed Oils. *Molecules*, 20(12), 22872–22880. DOI: 10.3390/molecules201219887.
- Lialyk, A. T., Pokotylo, O. S., & Kukhtyn, M. D. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Scientific Messenger LNUVMB*, 21(91), 124–129. DOI: 10.32718/nvlvet-f9121.
- Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovolska, S., & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216–222. DOI: 10.36547/nbc.v19i2.776.
- Pokotylo, O. S. (2008). Vplyv polinenasychenykh zhyrnykh kyslot rodyny ω -3 i ω -6 na lipohenez i kholesternohenez v orhanizmi morskykh svynok i bilykh shchuriv za normalnykh umov i pry kholesternovomu navantazheni: Avtoref. dys.... dokt. biol. nauk: 00.03. 04 – Biokhimiia. Lviv (in Ukrainian).
- Romakin, V. V. (2006). Kompiuternyi analiz danykh: Navchalnyi posibnyk. Mykolaiv: Vyd-vo MDHU im. Petra Mohyly (in Ukrainian).
- Semeniuc, C. A., Mandrioli, M., Socaci, B. S., et al. (2022). Changes in lipid composition and oxidative status during ripening of Gouda-type cheese as influenced by addition of lavender flower powder. *Int. Dairy J.* 133, 105427. DOI: 10.1016/j.idairyj.2022.105427.
- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56(8), 365–379. DOI: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6.
- Smoliar, V. I. (2006). Kontseptsiiia idealnoho zhyrovoho kharchuvannia. *Problemy kharchuvannia*, 4, 14–24 (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10110
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.8

The feasibility of using soybean raw materials

L. M. Kolianovska✉, I. O. Nysterenko

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 10.01.2024

Received in revised form

13.02.2024

Accepted 14.02.2024

Vinnitsia National Agrarian
University, Sonyachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-063-325-97-89
E-mail: kolianovska73@gmail.com

Kolianovska, L. M., Nysterenko, I. O. (2024). The feasibility of using soybean raw materials. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 61–69. doi: 10.32718/nvlvet-f10110

The most important determinant of public health is a balanced, nutritious diet that ensures normal human growth and development, life expectancy, increases the body's resistance to adverse environmental conditions, and leads to progress and improvement of the quality of life. The article presents the reasonable reasons for the expediency of using soybean raw materials, which led to the emergence of mass consumption products available to all groups of the population, which can be used regularly in everyday, dietary, therapeutic or preventive nutrition with a high degree of digestibility and assimilation of food, in accordance with the recommendations, while maintaining an adequate level of energy intake per day. Given the difficulties our country is experiencing due to martial law, there is a problem of expanding and, in some regions, providing a sufficient range of domestic food products that include energy components: proteins, fats and carbohydrates. There is a decrease in the production of domestic meat raw materials due to the problems faced by farms in today's difficult conditions. The article investigates the chemical composition and energy value of soybeans and soy products. The comparative characterization of soybeans and soybean products is also carried out. The proposal to enrich the range of food products with soybean processing products is also substantiated. With the further prospect of developing technologies for adding and enriching soybean processing products to raw materials of animal origin. The feasibility of these technologies is based on the chemical composition of soybeans. After all, soybeans and soy products are protein components, the value of which is primarily represented by polyunsaturated fatty acids, isoflavonoids, phospholipids, enzymes, carbohydrates, dietary fiber, minerals, as well as vitamins E, B, PP and other physiologically valuable nutrients. It is clear that in order to maximize the extraction of native nutrients, it is important to use special methods and economical modes of technological processing of raw materials. The article also describes the main types of soybean seed processing products with high nutritional and biological value available on the Ukrainian market.

Key words: soybeans, functional foods, tofu, okara, soy flour, Supra 760, Supra 2640, soy drinks, soy semi-finished products.

Доцільність використання соєвої сировини

Л. М. Коляновська✉, І. О. Нистеренко

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Найважливішим визначальним фактором здоров'я населення є збалансоване, повноцінне харчування, що забезпечує нормальний ріст та розвиток людини, тривалість життя, підвищує опір організму до несприятливих умов навколишнього середовища та веде до прогресу і поліпшення якості життя. У статті обґрунтовані причини доцільності використання соєвої сировини, що зумовили появу продуктів масового споживання, доступних усім групам населення, які можуть бути використані регулярно у повсякденному, дієтичному, лікувальному або профілактичному харчуванні з високим ступенем перетравлюваності та засвоюваності їжі, відповідно з рекомендаціями при дотриманні адекватного рівня споживання енергетичних складових на добу. При складнощах, які переживає наша країна, обумовлених воєнним станом, постала проблема розширення, а в деяких регіонах і забезпечення достатнього асортименту харчових продуктів вітчизняних виробників, що входять до основного раціону енергетичних складових: білків, жирів та вуглеводів. Спостерігається зменшення виробництва вітчизняної м'ясної сировини через проблеми, з якими зіштовхнулись фермерські господарства в сьогодишніх складних умовах. У статті досліджено хімічний склад і енергетичну

цінність сої та соєвих продуктів. Також проведено порівняльну характеристику основних груп продуктів, що постачають важливі компоненти для організму людини із продуктами переробки сої. Також обґрунтовується пропозиція збагачення асортименту продуктів харчування продуктами переробки сої з подальшою перспективою розробки технологій збагачення та додавання до сировини тваринного походження складових продуктів переробки сої. Доцільність даних технологій базується на хімічному складі сої. Адже соя та соєпродукти – це білкові компоненти, цінність яких насамперед представлена поліненасиченими жирними кислотами, ізофлавоноїдами, фосфоліпідами, ензимами, вуглеводами, харчовими волокнами, мінеральними речовинами, а також вітамінами E, групи B, PP та іншими фізіологічно цінними нутрієнтами. Зрозуміло, що для максимального вилучення нативних нутрієнтів важливо використовувати спеціальні способи та оптимальні режими технологічної переробки сировини. Також описано основні види продуктів переробки насіння сої, що володіють високою харчовою та біологічною цінністю та представлені на ринку України.

Ключові слова: соя, продукти функціонального призначення, тофу, окари, соєве борошно, “Супро 760”, “Супро – 2640”, напої соєві, соєві напівфабрикати.

Вступ

За показниками Національної академії медичних наук України – стан здоров'я населення, захворюваності, поширеності хвороб, інвалідності та смертності, фізичного розвитку та адаптації до умов середовища є близьким до кризового. Важкої статистики додає війна... Значно знижена тривалість життя, спостерігається різке збільшення серцево-судинних, онкологічних захворювань, атеросклерозу, анемії, розладів нервової системи, цукрового діабету, хвороб харчового тракту: нирок, печінки, жовчогінних шляхів та ін. Цей перелік значною мірою обумовлений також порушенням повноцінного харчування. У більшості людей, які звертаються за медичною допомогою до сімейного лікаря або до стаціонару, значно порушений харчовий статус – 90 % з проявами гіпо- та авітамінозу, більше ніж 50 % – порушення метаболізму, викликаних аліментарним фактором, що веде до збільшення кількості інфекційних та неінфекційних захворювань, передчасного виснаження організму і зростання смертності; гальмування фізичного та психічного розвитку молодого організму і як наслідок – зниження соціального статусу особи; ускладнення виконання організмом репродуктивної функції (зниження ймовірності запліднення, кволе та хворе потомство з незначною потенціальною тривалістю життя, низьким соціальним статусом та генетичними вадами). Також дослідження доводять, що існуючий раціон харчування характеризується недостатнім вмістом мікронутрієнтів.

У сучасній науці про харчування – нутріціології є новий напрямок – функціональне харчування, завданням якого є розробка основ та принципів створення функціональних продуктів харчування оздоровчого призначення.

Досконалість регулюючих систем організму не абсолютна, тому будь-яка формула збалансованого харчування не може бути однаково адекватною для всіх процесів життєдіяльності організму людини. Крім цього, важливу роль відіграють індивідуальні генетичні особливості метаболізму і функцій органів та систем. Здорове, збалансоване, функціональне харчування передбачає забезпечення організму необхідними нутрієнтами: білками, жирами та вуглеводами у співвідношенні 1:1:4. Порушення встановленого балансу цих речовин веде до різноманітних захворювань живого організму. В харчуванні вагома роль відведена білкам, які є пластичним матеріалом для організму.

Найбільш повноцінні – білки тваринного походження, рівень споживання яких істотно зменшився за рахунок зниження за низкою причин. Через недостатність споживання продуктів тваринного походження з'явився дефіцит білка як у кількісному, так і в якісному плані.

Продовольча проблема і зокрема завдання забезпечення населення Землі повноцінним харчовим білком зберігає свою актуальність і в XXI ст. Людство зіштовхнулося з обмеженістю природних ресурсів (прісна вода, орні землі, пасовища, можливості подальшого зросту врожайності...) на тлі продовження швидкого росту населення в економічно слаборозвинених країнах. Водночас варто зазначити, що реформи в нашій країні відбуваються у складній економічній, соціальній та медико-демографічній ситуації.

Очевидно, що світ не може бути забезпеченим нутрієнтами з використанням тільки традиційних, дороговартісних технологій. Їжа, що містить в собі злаки, бобові, горіхи, овочі та фрукти, також забезпечує людину необхідною кількістю білка. Починаючи з другої половини XX ст., стрімко зростає промисловість соєвих харчових продуктів. Такі зміни обумовлені усвідомленням серед населення розуміння вимог раціонального харчування.

Недостатність білка в раціоні може бути ліквідована за рахунок використання джерел рослинного білка, зокрема насіння сої, що має високу харчову та біологічну цінність.

Із найбільших імпортерів сої та соєпродуктів у світі на сьогодні залишаються Китай та Європа. Тому новітні інноваційні тенденції з переробки сої та соєпродуктів переважають саме в іноземній науковій літературі.

Серед крайніх світових наукових досліджень варто звернути увагу на такі. Праця (Olias et al., 2023) розкриває питання харчової цінності, обробки та біологічної активності впливу напоїв, отриманих із сої. Також становить інтерес для технології переробки сої праця (Joo et al., 2023), що розкриває вплив співвідношення окарі та розміру частинок на фізичні властивості та споживчу цінність тофу. Хімічну, мікробіологічну та функціональну характеристику кефіру, отриманого з коров'ячого та соєвого молока порівнюють автори в праці (Gamba et al., 2020). В статті (Helstad et al., 2023) авторами пропонується пастеризація соєвої окарі за допомогою високого тиску. Зміни соєвого білка під час обробки тофу – важливе дослідження, що висвітлено в праці (Guan et al., 2021). Розробку продуктів харчування на основі соєвого білка з окарі за допомо-

гою використанням методу подрібнення мокрого типу пропонують автори (Arai et al., 2021). Винахідники (Ichikawa et al., 2022) стверджують, що окара, ферментована у твердому стані з *Aspergillus* spp., поліпшує ліпідний обмін і запобігає ожирінню, спричиненому харчуванням з високим вмістом жирів. Автори (Ramdath et al., 2017) доводять, що крім ефекту зниження рівня холестерину від споживання соєвого білка, помітний вплив дієтичної сої та її компонентів на фактори ризику серцево-судинних захворювань. Оглядове дослідження споживання соєвих продуктів пацієнтами з хронічними захворюваннями нирок провели (Fang et al., 2022). Автори (Swallah et al., 2021) проводили дослідження пребіотичного впливу залишків соєвих бобів (окари) на стан еубіоз/дисбіоз кишківника та вивчали можливий вплив на функції печінки та нирок. Група вчених (Colletti et al., 2020) зацікавилась валоризацією окари. Вони визначали активність окари в експерименті на біологічних об'єктах залежно від величини дози, що викликає ефект визначеної інтенсивності та з'ясовували побічну дію продукції відходів сої. Aiello et al. (2021) проводили оцінку фізико-хімічних і конформаційних змін білків, які екстрагували ультразвуком при дослідженні побічного продукту соєвої окари. Автори (Rizzo & Baroni, 2018) популяризують тему сої, соєвих продуктів та їхню роль у вегетаріанській дієті.

Напрямок вивчення сої, яким займаються українські науковці, в основному стосується виведення нових сортів культури та переробки сої на олію. Україна залишається сировинним постачальником з малим відсотком споживання на власному ринку. І власне перелічені попередньо соєпродукти більше належать до специфічної їжі вегетаріанства, а не продукту масового споживання в Україні.

У зв'язку з цим виникає необхідність в розширенні раціону харчування населення з метою його збалансованості, що досягається шляхом створення нових комбінованих продуктів масового призначення з високою засвоюваністю макронутрієнтів і відсутністю антипоживних елементів. Комбіновані продукти являють собою суміші білкових харчових продуктів та інших незамінних компонентів харчування в взаємодоповнюючих співвідношеннях.

Таблиця 1

Хімічний склад сої та інших харчових продуктів

Показник	Соеві боби	Квасоля	Сир нежирний	Яловичина 1 категорії	Яйце куряче	Добова потреба
Білок, %	34,9	21,0	18,0	20,0	12,7	70–90
Загальна кількість амінокислот, %	34,36	20,59	17,95	19,94	12,60	
в т. ч.: незамінні амінокислоти	12,67	8,02	7,68	7,70	5,24	
в т. ч.: замінні амінокислоти	21,67	12,57	10,27	12,24	7,35	
Жири, %	17,3	2,0	0,6	9,8	11,5	80–100
Вітаміни, мг на 100 г:						
Е (альфо токоферол)	17,3	3,8	–	–	2,0	12–15
В6 (піридоксин)	0,9	0,9	0,2	0,4	0,1	1,8–2,0
РР	2,2	2,1	0,5	5,0	0,2	15–25
В2 (рібофлавін)	0,2	0,2	0,3	0,2	0,4	1,3–2,4
В1 (тіамін)	0,9	0,5	0,04	0,07	0,07	1,5–2,5
В9 (Фолатин)	0,2	0,1	0,04	0,01	0,007	0,2

Мета дослідження

Метою роботи було дослідити доцільність використання соєвої сировини для розробки рецептур продуктів харчування зі збагаченням асортименту продуктів харчування продуктами переробки сої – шляхом додавання до сировини тваринного походження складових продуктів переробки сої.

Матеріал і методи дослідження

Робота виконувалась в лабораторії ВНАУ та на виробничих потужностях ФОП Нестеренко М. В.

Для досліджень нами була відібрана соя сорту “Міленіум”, яка відповідає вимогам ДСТУ 4964:2008 “Соя. Технічні умови” та продукти переробки сої згідно з нормативними документами.

Активність інгібітору трипсину визначали за зменшенням швидкості гідролізу синтетичного субстрату ферментом у присутності інгібітора, котрий екстрагували з контрольних зразків. Також для підрахунку кількісного складу амінокислот використовували метод, що заснований на підставі закономірних зв'язків між складовими білка і амінокислот в продуктах, з розробкою регресивного рівняння, яке дозволяє розрахувати склад незамінних амінокислот.

Результати та їх обговорення

Основна цікавість до сої обумовлена тим, що вона є багатим джерелом рослинного білка (40 %), який добре збалансований за амінокислотним складом і близький до білків тваринного походження.

Соя містить повноцінний білок, практично не поступаючись за поживністю та харчовою цінністю білкам тваринного походження, комплекс біологічно активних компонентів (клітковина, Залізо, Кальцій, Цинк, Магній та ін.) та низку вітамінів (А, К, Е та ін.) при повній відсутності холестерину (табл. 1).

Соя й соєві продукти ідеально збалансовані за калорійністю, вмістом поживних речовин та практично повністю засвоюється людським організмом.

Мінеральні речовини, мг на 100 г:						
Калій	1607	1100	117	355	140	2500–5000
Кальцій	348	150	120	10	55	800–1100
Магній	226	103	24	25	12	300–500
Фосфор	608	480	189	200	192	900–1500
Залізо	15,0	5,9	0,1	2,9	2,5	10–18
Кобальт	0,03	0,02	0,002	0,007	0,01	0,1–0,2
Марганець	2,8	1,34	0,008	0,035	0,03	5–10
Мідь	0,5	0,58	0,06	0,2	0,083	2
Фтор	0,12	0,044	–	0,063	0,055	0,5–1

Соя є джерелом дієтичної клітковини. Соеві продукти дозволяють не тільки знизити дефіцит клітковини, вивести з організму шкідливі речовини, нормалізувати роботу кишечника, а й активізувати обмінні процеси (Zabolotnyi, 1998).

В Україні харчовою промисловістю випускається такий асортимент соєвих продуктів: масло, молоко, молоко сухе, тофу, паста, текстуровані продукти та ін.

Іноземні виробники на український ринок поста-чають як сировину – сою, ізольований соєвий білок марки “Супро”, дитяче харчування та ін.

Сировиною в Україні у більшості випадків слугує імпортована соя та продукти переробки сої. Адже порівняно зі світовими гігантами виробництва сої – Україна вирощує в 100 разів менше (рис. 1).

Вивчення хімічного складу сої дозволило обґрунтувати розробку технології виробництва соєвих продуктів: молока, тофу, сиру, окар та ін. (табл. 2).

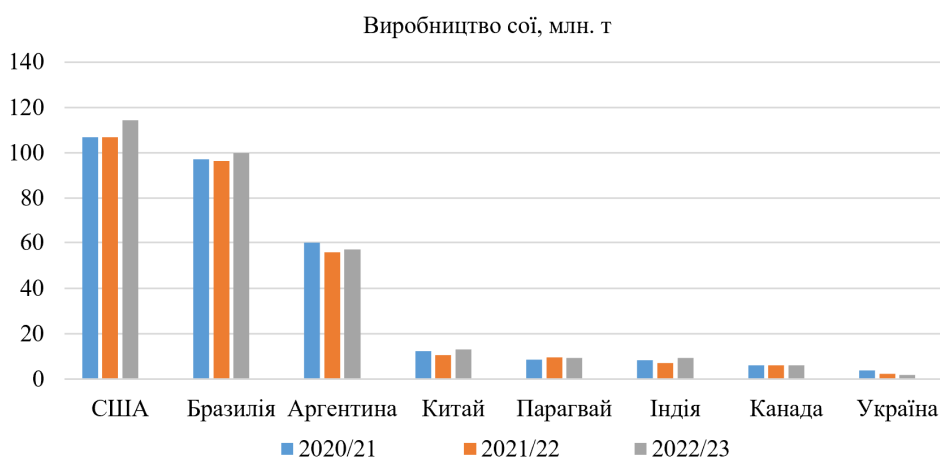


Рис. 1. Виробництво сої у світі

Таблиця 2

Хімічний склад і енергетична цінність сої та соєвих продуктів

Назва продукту	Масова частка, %						Енергетична цінність, ккал
	Сухі речовини	Білок	Жири	Вуглеводи	Клітковина	Зола	
Соя (ДСТУ 4964:2008)	88,0	35,1	19,94	26,5	4,3	4,8	402,1
Емульсія соєва харчова (соєве молоко) (ТУ9146)	5,7	26,8	1,5	0,9	0,3	0,7	45
Тофу (соєвий білковий сир) (ТУ 9126)	30	12,3	12,0	3,6	0,8	1,28	171,6
Соєве сухе молоко (ТУ9223)	96,0	38,0	15,0	35,1	3,2	4,7	427,4
Окара (ТУ9146)	15	2,7	3,0	5,0	3,2	1,1	57,8
Борошно соєва (ТУ1293013)	91,0	36,5	18,6	27,4	2,6	5,9	423,0
Сир соєвий 6% (ТУ9146)	20,0	9,0	6,0	3,2	0,6	1,2	102,8
Соеві текстуровані продукти	90,0	54,0	1,6	24,4	3,5	6,5	328,0
Ізольований білок “Супро-760” (Стандарт Donau Soja)	95,5	90,0	1,0	–	–	4,5	369,0
Ізольований білок “Супро-2640” (Стандарт Donau Soja)	97,0	26,0	26,0	38,0	–	7,0	490,0
Соєвий текстурований продукт фірмовий (ТУ У 10.8 – 24824144966 – 002 : 2021)	93,5	50,0	2,0	24,0	10,0	7,0	314,0

Амінокислоти, на які багаті соя та соєпродукти, мають певні функціональні якості при потраплянні у живий організм. Тому важливим є контроль за їх кількісним складом в продуктах харчування.

Виявлення кількісного складу амінокислот – складний метод, який вимагає високої кваліфікації персоналу, трудомісткості й тривалого процесу, що є мало-придатним для масової оцінки продукції. Тому для

підрахунку використовували метод, що заснований на підставі закономірних зв'язків між складовими білка і амінокислот в продуктах, з розробкою регресивного рівняння, яке дозволяє розрахувати склад незамінних амінокислот.

Сутність полягає тому, що рівняння регресії розроблено на кожну незамінну амінокислоту з урахуванням виду готової продукції: валін $y = 0,0521x \pm K$; ізолейцин $y = 0,0481x \pm K$; лейцин $y = 0,0602x \pm K$;

лізін $y = 0,0585x \pm K$; метіонін $y = 0,0058x \pm K$; треонін $y = 0,0353x \pm K$; фенілаланін $y = 0,0503x \pm K$; сума незамінних кислот $y = x \pm K$, де y – кількісний вміст амінокислоти, г; x – вміст білка в продукті, г; K – уточнюючий коефіцієнт, який залежить від виду амінокислоти і виду продукту.

На підставі рівнянь розраховували вміст амінокислот в сої і в соєвих продуктах (табл. 3).

Таблиця 3

Склад амінокислот в сої та соєвих продуктів

Назва продукту	амінокислоти, %										
	Білок	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Лізін	Метіонін	Треонін	Триптофан	Фенілаланін	Сума незамінних амінокислот	Сума замінних амінокислот
Соя (ДСТУ 4964:2008)	35,11	1,734	1,634	2,151	2,150	0,279	1,505	0,654	1,696	11,846	23,264
Емульсія соєва харчова (соєве молоко) (ТУ 9146)	2,60	0,124	0,118	0,212	0,163	0,029	0,0095	0,027	0,121	0,888	1,712
Тофу (Соевий білковий сир) (ТУ 9126)	12,30	0,742	0,501	1,048	0,701	0,138	0,497	0,106	0,541	4,305	7,995
Соєве сухе молоко (ТУ9223)	38,00	1,805	1,729	3,097	2,375	0,418	1,387	0,399	1,767	12,977	25,023
Окара (ТУ 9146)	2,70	0,184	0,171	0,317	0,259	0,032	0,177	0,106	0,232	1,478	1,222
Мука соєва (ТУ 129301)	38,50	1,964	1,810	3,042	2,426	0,539	1,502	0,501	2,041	13,825	24,675
Соєві текстуровані продукти	54,00	4,420	4,650	6,310	3,300	1,590	4,010	1,370	4,020	29,670	24,33
Ізольований білок “Супро-760”	90,00	4,342	4,155	7,627	6,291	1,124	3,784	1,416	6,877	35,580	54,420
Ізольований білок “Супро-2640”	26,00	1,352	1,326	2,210	1,742	0,360	1,222	9,772	16,228	35,580	54,420

Аналіз даних, наведених в таблицях 2 і 3, свідчить, що соя і соєві продукти є цінними продуктами рослинного білка і жиру. Білок складається з багатьох амінокислот – поліфункціональних з'єднань, що містять різноманітні хімічні групування, які можуть реагувати один з одним зі створенням ковалентного пептидного зв'язку.

Але варто зазначити, що технологічні властивості соєвих продуктів мало вивчені. Дослідження про зміну складу основних харчових речовин і біологічної цінності сої в процесі теплової обробки також дуже обмежені.

У зв'язку з цим напрям вивчення біотехнологічних властивостей соєвих продуктів та розробка нових рецептур і технологій приготування кулінарної продукції з сої має актуальне значення для поліпшення структури харчування населення і більш раціонального використання наявних харчових ресурсів.

Таблиця 4

Вміст інгібіторів трипсину в сої та в соєвих продуктах

Об'єкт випробувань	Вміст інгібіторів трипсину, г/кг
Соя продовольча	20,75 $\pm$ 1,70
Борошно соєве знежирене. Термічно необроблене	19,09 $\pm$ 1,23
Борошно соєве. Термічно оброблена	15,46 $\pm$ 0,83
Молоко соєве (емульсія соєва)	0,246 $\pm$ 0,011
Тофу (сир соєвий)	0,447 $\pm$ 0,007
Окара	0,330 $\pm$ 0,007
Текстурат (сухий)	0,948 $\pm$ 0,019
Молоко сухе	0,787 $\pm$ 0,028

Насамперед стримуючим фактором споживання соєвих продуктів є присутність інгібіторів протеази.

Законом України “Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів” від 22.07.2014 р. та ДСанПіНом 2.3.2. 078-01 встановлено безпечний кількісний вміст в соєвих продуктах інгібіторів трипсину – 0,5 %. В середньому 60–70 % від суцільної трипсин-інгібітуючої активності (ТІА) – це частка водорозчинної фракції (Кунітца), 10...20 % – спирторозчинна фракція (Баумона – Бірка) і залишкові інгібітори становлять в середньому до 20 %.

Активність інгібітора трипсину визначали за зменшенням швидкості гідролізу синтетичного субстрату ферментом у присутності інгібітора, котрий екстрагували з контрольних зразків. Таким чином була досліджена ТІА сої та деяких соєвих продуктів. Результати складової інгібіторів трипсину наведені в таблиці 4.

Отриманні дані свідчать про достатньо високий вміст інгібіторів в сої. Технологічна обробка сої в процесі виробництва соєвих продуктів з цієї сировини знижує ТІА залежно від виду соєвого продукту в декілька десятків разів.

Продукція, виготовлена з соєвих продуктів, є безпечною і може бути рекомендована для використання в раціональному, лікувальному, лікувально-профілактичному, дитячому і геронтологічному харчуванні.

Особливості компонентного складу насіння сої створюють технологічні та економічні передумови для виробничої реалізації широкого спектру харчових продуктів на її основі для різноманітних видів харчування. Для підвищення харчової цінності продуктів харчування в різних галузях харчової промисловості успішно використовуються соєві інгредієнти: ізоляти, концентрати, текстурати, соєве борошно та ін., які дозволяють отримувати білково-жирові емульсії з великим вмістом тваринних жирів. Концентрати соєвих білків використовуються при виробництві комбінованих продуктів харчування (м'ясних, рибних продуктів та ін. видах сировини), для підвищення їх біологічної цінності.

Підставою для широкого використання соєвих білків при виробництві комбінованих продуктів є:

- унікальність амінокислотного складу білків сої;
- компліментарність білків сої з м'язовими білками, що збільшує загальну біологічну цінність білкового складу готового продукту;
- нейтральність смакоароматичних характеристик соєвих білків та їх сумісність з різними видами сировини в рецептурах виробів;
- наявність високих функціонально-технологічних характеристик емульгування, утримання вологи та здатність до гелеутворення, стабілізуючі реологічні характеристики емульсійних систем;
- відносно низька вартість цих продуктів у гідратованій формі порівняльно з білками тваринного походження.

Використання інгредієнтів з соєвого насіння при виробництві продуктів на основі низькосортної рибної або м'ясної сировини призводить до збагачення хімічного складу готової продукції. Враховуючи високу вартість риби та м'яса, часткове їх заміщення повноцінною соєвою сировиною буде сприяти зниженню собівартості готових продуктів. Введення до рецептур м'ясних та рибних продуктів соєвих компонентів стабілізує білково-ліпідні емульсії, що забезпечить поліпшення якості продуктів. Вказані білкові інгредієнти, введені до рецептур м'ясних та рибних продуктів, дозволяють отримувати високоякісні готові вироби, не поступаючись за біологічною цінністю традиційним продуктам, однак їхня вартість і на сьогодні зависока.

Рекомендаціями МОЗ України "Про вживання продуктів харчування з сої" (№ 160/17 від 28.01.2008 р.) визначено кількісну заміну традиційних продуктів соєвими білками. Рекомендовані соєві білкові продукти для використання в лікувально-профілактичному та дитячому харчуванні.

Українським науково-дослідним інститутом харчування, біотехнології та фармації рекомендовані соєві продукти для лікування і профілактики серцево-судинних захворювань, ожиріння, анемії, розладів нервової системи, цукрового діабету, хвороб харчового тракту: нирок, печінки, жовчогінних шляхів та ін. Соєві продукти можуть замінити до 30 % продукти тваринного походження.

У численних дослідках на щурах доведено безпечність вживання тваринами звичайної, не модифікованої сої (Omelchenko, 2021). Та навпаки, наведені значні аргументи проти сої модифікованої, яка впливала на функціональний стан нирок, печінки та селезінки тварин батьківського покоління, що проявлявся збільшенням індексів маси печінки у самок на 27,4 і у самців – 28,0 % ($P \leq 0,05$) та тенденцією до збільшення індексу маси нирок і селезінки.

Що ж до користі від вживання звичайної сої, визначена біологічна цінність продуктів, які містять сою. Досліди проводили на зростаючих щурах (самцях), 2 групи по 10 особин в кожній дослідній та контрольній. Протягом 25 днів тварини отримували раціони, збалансовані за основними нутрієнтами. Білок в раціонах дослідних груп тварин представлений продуктами, які містять в собі сою; в раціонах контрольних тварин – традиційні молочні продукти.

Особливу увагу при проведенні біологічного експерименту приділялось вивченню білкової цінності дослідних продуктів. З цією метою визначали коефіцієнт ефективності білка (КЕБ), який розраховували як відношення швидкості зросту експериментальних тварин до кількості вжитого білка. За результатами вивчення балансу азоту визначали коефіцієнт перетравлення (КП), біологічну цінність (БЦ), утилізацію білка (УБ). КП розраховували як співвідношення абсорбованого з травного тракту азоту до азоту їжі; БЦ – співвідношення утриманого організмом тварин азоту до азоту, який абсорбувався з травневого тракту; УБ – співвідношення утриманого азоту до азоту їжі. Для виявлення можливої білкової недостатності було проведене біохімічне дослідження сироватки крові піддослідних тварин за показниками, які спроможні виявляти до клінічні прояви обміну білка в організмі: вміст загального білка, альбумінів, сечової кислоти, альбумін-глобуліновий коефіцієнт (А/Г).

Під час оцінювання впливу на організм досліджуваних продуктів враховували будь-який стан тварин, який оцінювали за їх зовнішнім виглядом, поведінкою, поїданням корму, динамікою маси тіла.

Спостереження за станом тварин під час досліду показало, що щури, які отримували з раціоном дослідні продукти, та щури, які отримували раціони з контрольними продуктами, не відрізнялися за зовнішнім виглядом та поведінкою, вони із задоволенням споживали раціони, їх загибелі не виявляли.

Біологічну ефективність білків у порівнюваних раціонах оцінювали за станом азотистого обміну. Баланс азоту в усіх групах позитивний. На підставі даних балансу азоту були розраховані коефіцієнти перетравлення, біологічної цінності та утилізації білку раціонів.

Розрахунки біологічної цінності в зазначеному дослідженні показали, що статистично достовірні різниці за вивченими показниками між дослідними та контрольними групами відсутні.

Спостерігалася незначна тенденція до зниження значень показників БЦ та УБ порівняно з відповідними показниками контрольної групи.

Також в даному дослідженні перевірялись біохімічні показники сироватки крові, які здатні виявити доклінічні прояви порушення обмінних процесів в організмі. Отримані дані характеристики обміну білка в організмі дослідних та контрольних тварин перебували практично на одному рівні. Вміст холестерину в крові дослідних та контрольних груп збігався.

Дані біологічного дослідження свідчать, що соєві продукти володіють високою харчовою та біологічною цінністю і отримали рекомендації до масового, лікувально-профілактичного та дієтичного харчування, не поступають за своїми показниками продуктам, які мають у своєму складі тваринний білок.

Стримуючим чинником широкого використання соєвих продуктів є вузький асортимент продукції, що виробляється.

Також у національному надбанні відсутні кулінарні “Збірники технічних нормативів рецептур страв і кулінарних виробів із сої та соєвих продуктів”. Тому у своїх дослідженнях та розробках користувались іноземними джерелами.

У власних дослідженнях та розробках технологій і рецептур, опираючись на накопичений досвід вищезначених зарубіжних джерел, використовували такі соєпродукти.

Соєве молоко (емульсія соєва харчова) – насичений, приємний на смак, солодкуватий напій білого кольору з легким рослинним запахом. Отримують з вимоченої, подрібненої і провареної сої. За харчовою цінністю практично збігається з коров'ячим молоком 1,5–2 % жирності. Не має лактози. Може використовуватися як заміник молока, особливо у харчуванні дітей раннього віку, а також при харчовій алергії на молочні продукти тваринного походження. Соєве молоко добре засвоюється організмом та володіє високими дієтичними якостями. Його кислотний згусток у шлунку більш ніжної і м'якої структури, ніж згусток коров'ячого молока, викликає меншу кількість шлункового соку. Рекомендується при виразковій хворобі, перитональному подразненні, гіперсекреції шлунка. Використовується для приготування напоїв, каш, млинців, пудингів, супів, випічки та ін.

Сухе соєве молоко – порошок кремового кольору, має приємний горіховий смак. Джерело повноцінного білка, необхідного для ефективного харчування людини при інтенсивних заняттях спортом та інших фізичних навантаженнях. Виготовляється, як і сухе коров'яче молоко. В своєму складі має всі необхідні амінокислоти, володіє відмінною засвоюваністю. Цінне джерело вітамінів. Багатий мінеральний склад, особливо солей Кальцію та Заліза, робить цей продукт корисним для людей, які страждають серцево-судинними захворюваннями, розладом нервової системи, анемії. Сухе соєве молоко характеризується високими дієтичними властивостями. Рекомендується

включати в дієту при гастритах та виразках шлунка, перитональному подразненні, гіперсекреції шлунка і хронічних інфекційних захворюваннях, діабеті та багато ін. Використовується як альтернативний продукт в харчуванні немовлят і дорослих при алергії на молочну продукцію тваринного походження та незасвоєння лактози, замість коров'ячого молока для виготовлення напоїв, каш, супів, цукрових паст, майонезів, соусів, в кондитерських виробках.

Окара (білково-вуглеводна соєва маса) – однорідна волога маса, без запаху, світло-жовтого кольору, з високим вмістом протеїну. Отримують в результаті віджиму соєвого молока на фільтр-пресі. Єдине рослинне джерело двовалентного заліза, який легко засвоюється організмом, джерело клітковини, містить значну кількість харчових речовин цілої сої. Окару додають до звичайного борошна та використовують для приготування хлібобулочних виробів, печива, різноманітних страв та соусів. У випічці нею можливо замінити яйця (1 яйце – 1 столова ложка (50 г) окари + 2 столових ложки (30 г) води).

Тофу (соєвий білковий сир) – має консистенцію м'якого сиру, майже без запаху, ніжний за смаком, кремового кольору; виготовляється із соєвого молока шляхом згурджування/осадження соєвого молока коагулянтами, наприклад, сульфатом кальцію, хлоридом магнію чи лимонною кислотою (на Окінаві молоко згортають морською водою, зроблений у такий спосіб продукт називають “сима – дофу” або “Острівний тофу”), з наступним пресуванням, легко засвоюється організмом. Вживається в їжу без кулінарної обробки, а також в смаженому, маринованому, копченому вигляді. Відмінно вбирає смакові властивості різноманітних продуктів, прекрасно з ними поєднується. Тофу добре маринується. Маринований тофу зберігають в холодильниках при температурі 6 °С. Заморожування тофу дає більш пружну (м'ясну) консистенцію. Перед вживанням тофу треба розморозити. Він набагато швидше і легше буде вбирати в себе маринад або соус, ніж свіжий тофу. При заморожуванні колір тофу змінюється з білого на золотистий. Основою для маринування може слугувати солодка вода, солена вода з ароматною зеленню (кріп, петрушка, селера), пиво, настої черемши, часника, кориці, імбиру, ванілі, молока, сироватки та ін. Мінімальний час маринування – 12 годин. При тривалій температурній обробці аромат, отриманий при маринуванні, втрачається, тому маринований тофу краще використовувати для приготування холодних закусок.

Соєва сиркова маса – готується з соєвого молока за принципом тофу з додаванням цукру, іноді какао. Має консистенцію гомогенізованого сиру, ніжний смак і золотистий колір. Належить до легкої їжі, прекрасно засвоюється. Вживається в їжу у сирому вигляді, використовується для приготування бутербродних паст, сирників, запіканок – як солоних, так і солодких, випічки та інших солодких страв.

Соєве борошно – має ніжний кремовий колір, легкий горіховий запах. Високобілковий продукт, який володіє унікальними властивостями та можливостями. Виробляється з соєвих бобів, попередньо очищених, розщеплених і термічно оброблених. Соєве бо-

рошно підвищує біологічну та харчову цінність будь-якого продукту, збагачуючи його білками, вітамінами, жиром і лецитином. Особливо корисне людям, які страждають діабетом і високим рівнем холестерину в крові. Використовується як заміник яєць (1 яйце = 2 столові ложки (50 г) борошна + 2 столові ложки (30 г) води), молока при виготовленні хлібобулочних та кондитерських виробів. Додається у співвідношенні 1–3 частки до 100 часток пшеничного борошна. З соєвого борошна отримують чудові оладки та млинці. Використовується соєве борошно у виготовленні страв з м'ясним фаршем, дозволяє скоротити витрати м'яса, при цьому підвищити у готовому виробі вміст білка та енергетичну цінність.

Соєва олія – рідка, густого бурштинового кольору з приємним горіховим смаком та запахом, високозасвоювана. Отримують шляхом пресування та екстрагування насіння сої. Містить необхідні ненасичені жирні кислоти, в тому числі лінолеву кислоту, яка призупиняє ріст ракових клітин, вітаміни Е і С, солі Кальцію, Натрію, Магнію, Калію та Фосфору. Соєва олія корисна при атеросклерозі, захворюваннях нирок, нервової системи, підвищує імунітет, поліпшує обмін речовин, роботу кишечника. У зв'язку зі збільшенням уваги користувачів до екологічної чистоти та натуральності харчових продуктів пресована соєва олія отримала постійно зростаючу популярність на світовому ринку. Використовується для заправки салатів зі свіжих овочів, приготування холодних закусок, м'ясних та рибних страв. Відрізняється довготривалим строком зберігання без втрати чи зміни якостей.

Соєве м'ясо – отримують зі знежиреного соєвого борошна. Текстурований білок м'яса має форму і текстуру фаршу, гуляшу, відбивних та ін., містить до 54 % білка, випускається в сухому (зневодненому) вигляді, тому його необхідно перед вживанням відварити або розмочити відповідно до інструкції на упаковці. При цьому соєве м'ясо залежно від фактури збільшується у масі за рахунок поглинання води у 2,5–4 рази.

Ізольований соєвий білок “Супро” – належить до білків високої якості, що повністю засвоюються організмом та рівноцінні за складом з м'ясним, молочним, яечним білками, широко використовуються у клінічній медицині при створенні нових дієтичних, спеціальних, в тому числі зондових продуктів, сумішей та лікувального харчування.

“Супро-760” – ізольований соєвий білок, містить до 90 % білка і може використовуватись як при виробництві будь-якої поживної суміші зондового харчування, так і в ролі білкової харчової добавки в супи, молочні продукти, каші, овочеві страви, запіканки, пюре, м'ясні продукти, паштети та ін. Білок може бути використаний у вигляді суспензії, гелю або у вигляді суміші з іншими білками “Супро”.

“Супро-2640” являє собою високоякісний сухий напій підвищеної харчової цінності, еквівалентний сухому цільному молоку, збагачений вітаміном А і В, з додаванням Заліза, Кальцію, вітаміну С, тіаміну, ніацину, фолієвої кислоти, містить незначну кількість насичених жирів і холестерину. Смак нейтральний.

Продукт має поліпшені якості порошку, відновлюється у воді, володіє високою дисперсністю. При використанні у дієтичному харчуванні як заміника молочної сировини необхідно 30 г продукту розчинити у 1 літрі теплої кип'яченої води температурою 25–30 °С. Використовують при виготовленні молочних супів, каш, різноманітних видів пюре. Як іноземні виробники, так і українська промисловість випускає спеціальні суміші для дітей на основі ізолятів соєвих бобів, їх використовують замість коров'ячого молока при алергії, лактазній недостатності та галактоземії – за встановленими рекомендаціями.

За даними ООН, кількість білка, отриманого з 1 г сої, в 3 рази вища порівняно з пшеницею і в 1,5 рази вища, ніж у соняшнику. В зв'язку з цим одним з основних шляхів вирішення проблеми дефіциту харчового білка є:

- створення соєвих харчових продуктів, безпосередньо вживаних в їжу, так званих текстуратів та аналогів традиційних харчових продуктів;
- залучення в процес виробництва м'ясних, молочних, рибних та овочевих виробів соєвих білків різноманітного ступеня обробки, тобто створення комбінованих білкових продуктів.

При виготовленні продукції треба враховувати технологічні якості соєвих продуктів.

Висновки

На підставі аналізу теоретичного та практичного матеріалу обґрунтована можливість і доцільність використання соєвої сировини в комбінованих продуктах харчування полікомпонентного складу. Визначені вимоги до споживчих властивостей та якості харчових продуктів, що містять найбільш цінні компоненти сої.

На основі даних оглядових та власних досліджень в подальшому планується розробка рецептур, зокрема “Котлети соєво-рибні” та “Котлети соєві” з використання соєвої окари та соєвого молока.

На даний момент отримано Технічні умови “Продукти харчові соєві” ТУ У10.8-24824144966-002:2021. Також на весь асортимент розробленої продукції є таблиці харчової та енергетичної цінності з урахуванням втрат маси і харчових речовин при температурній обробці. Дана кулінарна продукція має високі показники якості, безпеки, ефективна у харчуванні, реалізується в низці закладів громадського харчування та магазинах еко-продуктів. Також розроблена збірка рецептур, що використовується при виготовленні асортименту продуктів із сої.

Ми безспідставно вважаємо, що використання розробленої продукції в харчуванні буде сприяти оздоровленню населення, зниженню дефіциту тваринного білка.

Дані за оцінками розроблених технологій дозволяють констатувати такий факт: виробництво комбінованих (рибо-рослинних, м'ясо-рослинних та ін. сировини) кулінарних виробів з використанням соєвої сировини (паст, фаршу, текстурату) економічно доцільне. Використання соєвих білкових компонентів у складі продуктів громадського харчування, комбі-

нованих (рибо-рослинних, м'ясо-рослинних та ін. сировини) продуктів харчування відчутно знизить їх вартість при одномоментному поліпшенні якості, харчової цінності, забезпечуючи доступність населенню їх споживання.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Aiello, G., Pugliese, R., Rueller, L., Bollati, C., Bartolomei, M., Li, Y. & al. (2021). Assessment of the physicochemical and conformational changes of ultrasound-driven proteins extracted from soybean okara byproduct. *Foods*, 10(3), 562. DOI: 10.3390/foods10030562.
- Arai, Y., Nishinari, K., & Nagano, T. (2021). Developing soybean protein gel-based foods from okara using the wet-type grinder method. *Foods*, 10(2), 348. DOI: 10.3390/foods10020348.
- Colletti, A., Attrovio, A., Boffa, L., Mantegna, S. & Cravotto, G. (2020). Valorisation of by-products from soybean (*glycine max* (l.) merr.) processing. *Molecules*, 25(9), 2129. DOI: 10.3390/molecules25092129.
- Fang, L., Du, Y. & Rao, X. (2022). A survey study on soy food consumption in patients with chronic kidney diseases. *Inquiry*, 59, 469580221093450. DOI: 10.1177/00469580221093450.
- Gamba, R. R., Yamamoto, S., Abdel-Hamid, M., Sasaki, T., Michihata, T., Koyanagi, T., & Enomoto, T. (2020). Chemical, microbiological, and functional characterization of kefir produced from cow's milk and soy milk. *Int J Microbiol*, 2020, 7019286. DOI: 10.1155/2020/7019286.
- Guan, X., Zhong, X., Lu, Y., Du, Y., Jia, R., Li, H. & Zhang, M. (2021). Changes of soybean protein during tofu processing. *Foods*, 10(7), 1594. DOI: 10.3390/foods10071594.
- Helstad, A., Marefati, A., Ahlström, C., Rayner, M., Purhagen, J. & Östbring, K. (2023). High-pressure pasteurization of soy okara. *Foods*, 12(20), 3736. DOI: 10.3390/foods12203736.
- Ichikawa, N., Shiuan Ng, L., Makino, S., Goh, L. L., & Lim, Y. J. (2022). Solid-state fermented okara with *aspergillus* spp. improves lipid metabolism and high-fat diet induced obesity. *Metabolites*, 12(3), 198. DOI: 10.3390/metabo12030198.
- Joo, K. H., Kerr, W. L., & Cavender, G. A. (2023) The effects of okara ratio and particle size on the physical properties and consumer acceptance of tofu. *Foods*, 12(16), 3004. DOI: 10.3390/foods12163004.
- Olías, R., Delgado-Andrade, C., Padial, M., Marín-Manzano, C., & Clemente, A. (2023). An updated review of soy-derived beverages: nutrition, processing, and bioactivity. *Foods*, 12(14), 2665. DOI: 10.3390/foods12142665.
- Ramdath, D. D., Padhi, M. T. E., Sarfaraz, S., Renwick, S., & Duncan, A. M. (2017). Beyond the cholesterol-lowering effect of soy protein: a review of the effects of dietary soy and its constituents on risk factors for cardiovascular disease. *Nutrients*, 9(4), 324. DOI: 10.3390/nu9040324.
- Rizzo, G., & Baroni, L. (2018). Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets. *Nutrients*, 10(1), 43. DOI: 10.3390/nu10010043.
- Swallah, M. S., Fan, H., Wang, S., Yu, H., & Piao, C. (2021). Prebiotic impacts of soybean residue (okara) on eubiosis/dysbiosis condition of the gut and the possible effects on liver and kidney functions. *Molecules*, 26(2), 326. DOI: 10.3390/molecules26020326.
- Zabolotnyi, G. M. (1998). Vdoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia soi v pivdennomu Lisostepu Ukrainy ta pidvyshchennia efektyvnosti vykorystannia produktiv yii pererobky : dys...kand. s.-h. nauk: 06.01.09. In-t zemlerobstva UAAN. Kyiv (in Ukrainian).
- Omelchenko, N. M. (2021). Vodno-solovyi balans orhanizmu ta reproduktyvna funktsiia tvaryn pry dovyhotryvalomu zghodovuvanni tradytsiinykh ta hm-roslennykh kormiv. Dysertatsiia za spetsialnistiu 03.00.13 – fiziologhiia liudyny i tvaryn. Lvivskyi natsionalnyi universytet veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho, Lviv (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10111
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.658

Juice drinks based on vegetable raw materials

N. V. Novgorodskaya[✉], I. M. Bernyk, S. M. Ovsienko

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 15.01.2024

Received in revised form

19.02.2024

Accepted 20.02.2024

Vinnitsia National Agrarian
University, Sonyachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-096-662-15-23
E-mail: nadia.novgorodskaya@gmail.com

Novgorodskaya, N. V., Bernyk, I. M., & Ovsienko, S. M. (2024). Juice drinks based on vegetable raw materials. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 70–76. doi: 10.32718/nvlvet-f10111

Numerous scientific studies have repeatedly proved the importance of consumption of fresh vegetables and fruits for human health. Natural juices from vegetables and fruits are a concentrated form of vitamins, minerals and antioxidants. Vegetable juices help absorb nutrients at a high rate. When consuming vegetables in the form of juice, β -carotene is absorbed faster, which contributes to the normal formation of the skin and strengthening of the mucous membranes. The purpose of the research is to develop a technology for the production of juice drinks based on vegetable raw materials with a balanced content of nutrients and low calorie content. The article presents data on the development of the technology of juice drinks based on fruit and vegetable raw materials using apple juice, pumpkin and carrot puree. The choice of blending components for creating biologically valuable drinks is substantiated: the basis is pumpkin puree; auxiliary – unclarified apple juice; biologically valuable additive – carrot puree. It has been experimentally investigated that the prescribed amount of apple juice in a blend with pumpkin and carrot should be at least 2.5 parts of the blend. The optimal content of carrot puree in a pumpkin-apple drink has been determined – no more than 10 %. The drink had a pleasant sweet pumpkin taste, a fruity aroma with a hint of orange apple and evenly distributed pulp. Various options for recipe ratios of food components for creating a pumpkin-apple-carrot drink with pulp according to organoleptic evaluation were studied. A technological scheme for the production of pumpkin-based juice with the addition of apple juice and carrot puree has been developed. Organoleptic evaluation and sensory analysis of experimental drinks were carried out. It was found that the ratio of components in mixed drinks against the background of the main one significantly affects the organoleptic indicators of the finished product.

Key words: vegetable juices, juice drinks, apples, pumpkin, carrots, quality.

Сокові напої на основі овочевої сировини

Н. В. Новгородська[✉], І. М. Берник, С. М. Овсієнко

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Численні наукові дослідження неодноразово доводили важливість споживання свіжих овочів та фруктів для здоров'я людини. Натуральні соки з овочів та фруктів – це концентрована форма вітамінів, мінералів та антиоксидантів. Овочеві соки допомагають засвоювати поживні компоненти з високою швидкістю. При вживанні овочів у вигляді соку β -каротин засвоюється швидше, що сприяє нормальному формуванню шкіри та зміцненню слизових оболонок. Мета дослідження – розробити технологію виробництва сокових напоїв на основі овочевої сировини зі збалансованим вмістом поживних речовин та низькою калорійністю. У статті наведені дані щодо розробки технології сокових напоїв на основі фруктово-овочевої сировини з використанням яблучного соку, гарбузового та морквяного пюре. Обґрунтовано вибір купажних компонентів для створення біологічно цінних напоїв: основа – гарбузове пюре; допоміжна – яблучний неосвітлений сік; біологічно цінна добавка – морквяне пюре. Експериментально досліджено, що рецептурна кількість яблучного соку у купажі з гарбузовим та морквяним повинна бути не меншою ніж 2,5 частини купажу. Визначено оптимальний вміст морквяного пюре в гарбузово-яблучному напої – не більше ніж 10 %. Напій мав приємний солодкий гарбузовий смак, фруктовий аромат з відтінком яблука помаранчевого кольору і рівномірно розподіленою м'якоттю. Досліджено різні варіанти рецептурних співвідношень харчових компонентів для створення гарбузово-яблучного-морквяного напою з м'якоттю за органолептичною оцінкою. Розроблено технологічну схему виробництва соку на основі гарбуза з додаванням яблучно-

го соку і пюре моркви. Проведено органолептичну оцінку та сенсорний аналіз експериментальних напоїв. Виявлено, що співвідношення компонентів у купажованих напоях на фоні основного значно впливають на органолептичні показники готового продукту.

Ключові слова: овочеві соки, сокові напої, яблука, гарбуз, морква, якість.

Вступ

Останнім часом вітчизняний ринок соків та напоїв розвивається досить активно, але рівень споживання цієї продукції на душу населення України недостатній. Тому прогнозованим є значне збільшення випуску високоякісних плодово-ягідних та плодово-овочевих соків і напоїв. Асортимент соків і напоїв в Україні представлено зазвичай традиційними для більшості країн Європи плодами, ягодами та овочами, а також екзотичною рослинною сировиною.

Сьогодні як ніколи в харчовій промисловості та громадському харчуванні стоїть проблема створення продуктів, що володіють лікувально-профілактичним ефектом. В даний час серед груп функціональних продуктів харчування найбільш стрімкий ріст на ринку демонструють функціональні напої. Розвиток індустрії функціональних напоїв все більшою мірою стає обумовленим розвитком зв'язку споживачів між харчуванням і здоров'ям, а також готовністю населення більше платити за продукти, що підвищують якість життя. Центром уваги як виробників, так і споживачів напоїв стало підвищення імунітету за рахунок використання поліфенолів, каротиноїдів, натуральних стимуляторів і лікарських трав. Ще одним фактором, що впливає на сучасний ринок функціональних напоїв, є прихильність споживачів до харчових продуктів на основі натуральних і екологічно чистих інгредієнтів і зростаюча недовіра до харчових добавок – штучних підсолоджувачів і фарбників.

Фруктові й овочеві соки багаті вуглеводами, насамперед глюкозою і фруктозою. Освіжаючі властивості сокам надають органічні кислоти. Вміст у напоях вітамінів, макро- і мікроелементів, дубильних речовин добре впливають на організм людини, зміцнюючи захисні сили і збагачуючи його енергетичним запасом. Сумісне використання соків з екстрактами і настоями лікарських трав у складі напоїв посилює їхню харчову цінність за рахунок різноманітності фізіологічно значущих речовин рослинної флори. Введені до рецептур напоїв настої лікарських трав підвищують тонус організму, адаптують можливості нервової системи, підвищують стійкість організму до несприятливих факторів навколишнього середовища (Holovko, 2005; Rohova, 2022).

Окрім освіжаючої сили, поживності, стимулюючого ефекту та збалансованого смаку, сік збагачений вітамінами та низкою біологічно активних речовин, які необхідні людині для повноцінного та здорового харчування, особливо для ведення активного способу життя.

На сьогодні у сучасній медицині призначаються продукти профілактичного та функціонального призначення для поліпшення харчового раціону населення. Технологія переробки плодовоовочевої сировини – один зі способів отримання профілактичних та функціональних продуктів (Pankovets & Polishchuk, 2020).

Різні сорти яблук мають різні особливості, оскільки залежно від сорту в яблуках може значно коливатися склад вітамінів, цукрів та кислот (Hancock & Stewart, 2010).

Сорт яблук Голден Делішес займає провідну позицію в Україні та країнах Європейського Союзу (Binard, 2014). Плоди цього сорту належать до групи з високою чутливістю до 1-МЦП (Beaudry & Watkins, 2001).

Недоліками яблук Голден є зменшення розмірів у плодів при великому навантаженні врожаєм та зниження врожайності при “старінні” дерева (Mandryka & Samoilenko, 2010).

Наукові роботи, які присвячені дослідженню якості фруктових соків і компотів, показали можливість використання в рецептурах овочевої сировини (Tokar et al., 2010).

Цінними за своїм хімічним складом є овочі, зокрема гарбузи, що характеризуються як продукт функціонального харчування. Гарбуз – це своєрідний природний вітамінно-мінеральний комплекс. До його складу входять вуглеводи (4...11 %), клітковина (1,2 %), пектини (0,7...1,2 %), органічні кислоти (0,1 %), мінеральні речовини (Калій, Кальцій, Магній, Фосфор, Цинк, Залізо), аскорбінова кислота та вітаміни групи В. Його вирощують на всій території України, адже ця культура невибаглива та добре зберігається впродовж року.

Морква – основне джерело каротину для людини. Це цінний дієтичний продукт, необхідний для харчування дітей і дорослих, особливо в зимовий період і весною, коли в ньому є гостра потреба. Якість моркви визначається не лише високим вмістом каротиноїдів, а й наявністю цукрів, клітковини, мінеральних речовин, ефірних масел (Bykin & Honchar, 2006; Samilyk et al., 2021).

Серед овочевих соків споживачі в усьому світі найчастіше вибирають морквяний і томатний. Овочеві соки є добрим джерелом флавоноїдів, рослинних пігментів, вітамінів і мінералів, а у випадку натуральних неосвітлених соків також харчових волокон. Вони мають антиоксидантні властивості та можуть позитивно впливати на стан серцево-судинної системи, що знижує ризик деяких цивілізаційних захворювань (Raczyk et al., 2022).

Морква є добрим джерелом каротиноїдів і харчових волокон і має сприятливий вплив на здоров'я. Вживання морквяного соку посилює антиоксидантну активність і зменшує перекисне окислення ліпідів, а також може зменшити фактори ризику серцево-судинних захворювань у дорослих (Ranawana et al., 2016).

Мета дослідження

Мета дослідження – розробити технологію виробництва сокових напоїв на основі овочевої сировини зі збалансованим вмістом поживних речовин та низькою

калорійністю.

Матеріал і методи досліджень

Вибір видів овочевої та фруктової сировини як об'єктів дослідження обумовлений їхньою невисокою вартістю та доступністю (пюре з гарбуза, моркви, яблука), високими органолептичними показниками та уподобаннями споживачів на продовольчому ринку. Вибрана овочева та фруктова сировина також має хімічний склад, що дозволяє розглядати його як джерело біологічно активних речовин.

Відповідно до мети було складено структурну схему досліджень, показану на [рисунку 1](#).

Для досліджень були обрані яблука сорту Голден, гарбуз сорту Новинка, морква сорту Шантене Королівська.

Сорт яблук Голден має дуже низьку калорійність і менш солодкий смак порівняно з іншими яблуками. У яблук цього сорту тонка жовта або золотиста шкірка з м'якоттю від білого до блідо-жовтого кольору, яка порівняно м'яка і помірно солодка. Яблука даного сорту містять засвоювані вуглеводи (крохмаль, глюкоза, сахароза, фруктоза), замінні амінокислоти, макроелементи (Калій, Кальцій, Магній, Натрій, Фосфор), незамінні амінокислоти (аргінін, валін, гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, треонін, триптофан, фенілаланін), вітаміни (А, В₁, В₂, В₄, В₅, В₆, Е, К, РР), мікроелементи (Залізо, Марганець, Мідь, Цинк).

Не менш корисним і смачним овочем є гарбуз, що містить велику кількість вітамінів (групи В, С, А, D, Е, а також рідкісних, як К і Т), солей Заліза, Міді,

Фосфору, а також різноманітних біохімічних речовин. Серед овочевої сировини для подальших досліджень обрано гарбуз сорту Новинка тому, що крім того, що він є джерелом каротиноїдів, то ще й характеризується вищими органолептичними показниками порівняно з морквою. Плоди середньостиглого сорту гарбуза Новинка видовжено-циліндричної форми, з розширенням у квітковій частині. Колір плоду – помаранчевий з рожевим відтінком, з темно-оранжевими плямами та смугами на тлі. Шкірка тонка, м'якуш оранжевого кольору, середньої щільності, солодкий, соковитий. Плоди містять 10,0–11,5 % сухих речовин, 9,0–10,0 % цукрів, 8,5 мг% вітаміну С, 14,0 мг% каротину.

Корисні властивості моркви пояснюються її багатим складом. Вона вміщає в себе вітаміни груп В, С, Е, РР, К, також в ній присутня корисна речовина – бетакаротин, яка в організмі людини перетворюється на вітамін А. Досить у моркви і мінеральних речовин: Калію, Магнію, Заліза, Фосфору, Міді, Кобальту, Цинку, Йоду, Хрому, Фтору, Нікелю та ін. У моркві містяться ефірні масла, які обумовлюють своєрідний запах коренеплоду. Дослідження показали, що бетакаротин є прекрасним антиоксидантом. Антиоксиданти пригнічують вільні радикали, які провокують такі небезпечні захворювання, як гіпертонія, атеросклероз, ревматоїдний артрит, паркінсонізм. Морква Шантене Королівська – сорт з підвищеним вмістом каротину і відмінними смаковими якостями. М'якоть щільна, солодка і соковита з маленькою серцевиною.

Для оцінки якості та безпечності було проведено органолептичну оцінку, фізико-хімічну та мікробіологічну ([DSTU 4150:2003, 2004](#)).

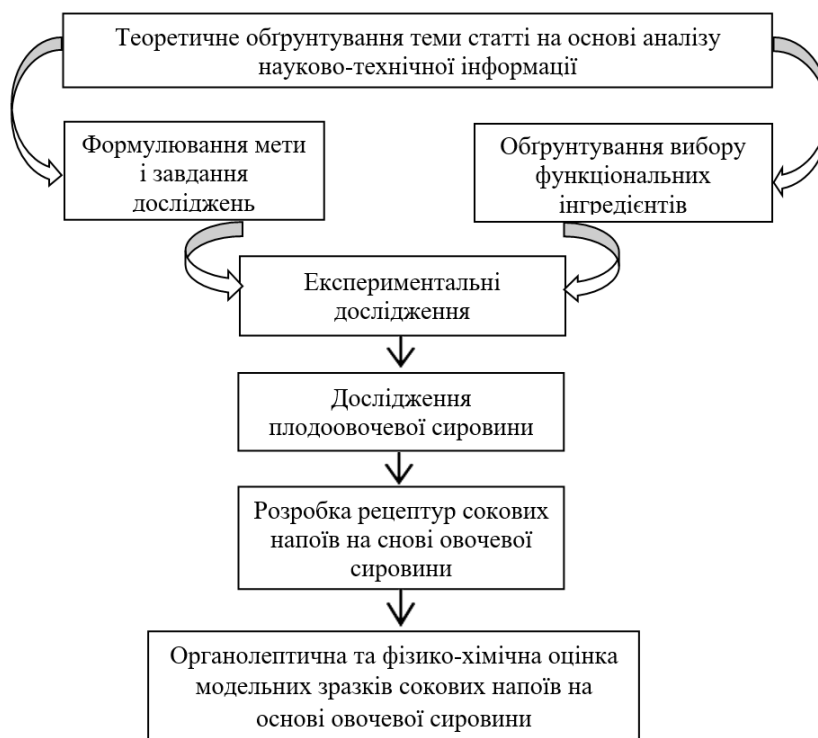


Рис. 1. Структурна схема досліджень

Результати та їх обговорення

Для розробки технологій та рецептур нових видів фруктових-овочевих напоїв нами проведено вивчення хімічного складу обраних об'єктів. Результати експериментальних досліджень наведені у [таблиці 1](#).

Таблиця 1

Хімічний склад яблучного соку на 100 г

Хімічний склад	Яблучний концентрований сік
Вологість, %	30,2
Масова частка вуглеводів, %	42,0
Пектинові речовини, г	0,5
Органічні кислоти, г	0,6
<i>Мінеральні речовини, мг</i>	
Натрій	25,0
Кальцій	20,0
Калій	448,0
Залізо	0,9
<i>Вітаміни</i>	
В ₁ (тиамин), мг	0,01
В ₂ (рибофлавин), мг	0,06
С (аскорбинова кислота), мг	2,0
β-каротин, мкг	–

Харчова та фізіологічна цінність фруктової сировини обумовлена також високим вмістом мінеральних речовин. Натрію – важливого внутрішньоклітинного

та міжклітинного елемента, що бере участь у створенні необхідної буферності крові, регуляції артеріального тиску та водного обміну, яблучний концентрований сік містить 25 мг, Кальцію – 20 мг, Калію – 448 мг.

Не менш важливу роль у харчуванні людини виконують вітаміни. Вміст вітамінів групи В (В₁ і В₂) у фруктової сировині невеликий, і практично немає різниці між сировиною. Високий вміст вітаміну С – одного з найважливіших вітамінів у фізіології харчування та відновленні організму у концентрованому яблучному соку – 2,0 мг.

Результати дослідження хімічного складу овочевих соків наведені у [таблиці 2](#).

Вміст білків, жирів та вуглеводів компонентів у морквяному і гарбузовому пюре приблизно однаковий. За наявності пектинових речовин виділяється пюре з гарбуза (1,9 %). Найбільший вміст органічних кислот характерний для морквяного пюре (23,5 г).

Харчова та фізіологічна цінність овочевої сировини також обумовлена високим вмістом мінеральних речовин. Найменший вміст Натрію спостерігається у гарбузовому пюре (1 мг). Найбільший вміст Кальцію виявлено у морквяному пюре (48,2 мг). За вмістом Фосфору вирізняється морквяне пюре (56,7 мг) та пюре з гарбуза (30 мг). За вмістом заліза між зразками овочевої сировини, що вивчається, немає істотних відмінностей.

Таблиця 2

Хімічний склад овочевих пюре на 100 г

Хімічний склад	Морквяне пюре	Пюре з гарбуза
Вологість, %	74,5	93,5
Білки, %	0,6	0,8
Жири, %	0,1	0,1
Вуглеводи, %	6,5	4,7
Пектинові речовини, г	1,7	1,9
Органічні кислоти, г	23,3	0,1
<i>Мінеральні речовини, мг</i>		
Натрій	23,6	1,0
Кальцій	48,2	15,0
Калій	227,8	230,0
Залізо	0,5	0,6
<i>Вітаміни</i>		
В ₁ (тиамин), мг	0,05	0,03
В ₂ (рибофлавин), мг	0,08	0,08
С (аскорбинова кислота), мг	5,8	4,7
β-каротин, мкг	7000,0	345,0

За вмістом вітамінів В₁ і В₂, що беруть участь в обміні вуглеводів, амінокислот і жирних кислот, між овочевою сировиною, що вивчається, також немає значних відмінностей. Варто зазначити, що порівняно з фруктовою сировиною вміст вітамінів групи В вищий у 2–3 рази. Найбільшим вмістом вітаміну С вирізняється морквяне пюре та пюре з гарбуза (5,8 та 4,7 мг/100 г відповідно). За вмістом β-каротину вирізняється морквяне пюре, що узгоджується з літератур-

ними даними.

Таким чином, на основі результатів проведених досліджень хімічного складу отриманих фруктових-овочевих соків можна зробити висновок про доцільність розробки на основі продуктів функціонального призначення.

У свіжовичавленому яблучному соку, гарбузовому і морквяному пюре досліджували основні фізико-хімічні показники, які наведені у [таблиці 3](#).

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники плодовоовочевої сировини

Сировина	Сухі речовини, %	Титрована кислотність, %	pH
Яблучний сік	11,6	0,82	3,2
Гарбузове пюре	15,0	0,3	4,2
Морквяне пюре	13,9	0,2	3,2

Дані, наведені в [таблиці 3](#), підтверджують, що вибрана сировина багата на органічні кислоти, β -каротин та пектинові речовини, що підтверджує доцільність використання гарбуза як основного купажного компоненту.

Плоди гарбуза як основного компоненту для біологічно цінного овочевого соку обрано з урахуванням його високої біологічної цінності. Однак самого гарбуза не досить. Тому було вирішено як додаткові рецептурні компонентів використати яблучний сік та морквяне пюре.

У процесі розроблення гарбузово-яблучно-морквяного купажу необхідно було зважати на pH кислотність готового продукту, а також отримання рідкої консистенції. Експериментально досліджено: щоб досягти такої кислотності, рецептурна кількість яблучного соку в купажі з гарбузовим та морквяним повинна бути не меншою ніж 2,5 частини купажу.

Для того, щоб досягти рідкої консистенції, прийнято рішення використовувати у купажі з гарбузовим та морквяним пюре максимальний вміст яблучного соку

та цукрового сиропу. Але яблучний сік, як нам відомо, має високу кислотність, тому для збереження гарних смакових властивостей у готовому соці використовували 50 % концентрацію цукрового сиропу.

Експериментально досліджували три варіанти складу компонентів:

1-й варіант – пюре гарбузове (45 %) : сік яблучний неосвітлений (25 %) : пюре моркви (10 %) : цукровий сироп (20 %);

2-й варіант – пюре гарбузове (50 %) : сік яблучний неосвітлений (20 %) : пюре моркви (15 %) : цукровий сироп (15 %);

3-й варіант – пюре гарбузове (55 %) : сік яблучний неосвітлений (15 %) : пюре моркви (20 %) : цукровий сироп (10 %).

Органолептичні показники модельних зразків овочево-фруктового напою наведено у [таблиці 4](#).

Досліджено варіанти купажів, які піддавали дегустаційному оціненню і сенсорному аналізу, результати яких наведено в [таблиці 5](#).

Таблиця 4

Органолептичні показники модельних зразків овочево-фруктового напою

Показник	Зразки		
	1-й	2-й	3-й
Консистенція	Однорідна, рідкувата	Однорідна, в міру густа	Однорідна, дуже густа
Колір	Однорідний, жовто-оранжевий	Світло-жовтий	Виразений оранжевий
Смак	Приємний, солодкий, зі смаком яблука і ноткою гарбуза	Виразений смак гарбуза	Дуже відчутний смак моркви
Аромат	Приємний фруктовো-овочевий	Ледь вловимий гарбузовий	Ледь вловимий морквяний
Зовнішній вигляд	Однорідна рідина з м'якоттю, без великих шматочків плодів	Однорідна рідина з м'якоттю, без великих шматочків плодів	Однорідна рідина з м'якоттю, без великих шматочків плодів

Таблиця 5

Балова оцінка гарбузово-яблучно-морквяного напою з м'якоттю

Зразок	Дегустаційна оцінка дослідних зразків					
	консистенція	колір	смак	аромат	зовнішній вигляд	середній бал
1	5	5	4,5	5	5	4,9
2	5	4,5	5	4,5	5	4,8
3	5	5	4	4,5	4,5	4,6

Отже, визначено оптимальний вміст морквяного пюре в гарбузово-яблучному напої – не більше ніж 10 %. Напій мав приємний солодкий гарбузовий смак, фруктовий аромат з відтінком яблука помаранчевого кольору і рівномірно розподіленою м'якоттю.

Фізико-хімічні показники характеризують сировину і біологічну цінність готового продукту і нормуються державними стандартами. У розроблених зразках визначено фізико-хімічні показники гарбузово-яблучно-морквяного напою з м'якоттю ([табл. 6](#)).

Із даних [таблиці 6](#) видно, що наведені варіанти напоїв за рахунок правильного підбору купажних компонентів мають у своєму складі високий вміст вітаміну С, вуглеводів та органічних кислот. Крім того, розроблені варіанти напоїв мали приємний аромат, солодко-кислий смак із відтінками яблука, гарбуза і моркви.

За результатами проведених досліджень розроблена загальна технологічна схема виробництва соку гарбузово-яблучно-морквяного напою ([рис. 2](#)).

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники напоїв на овочевій основі

Співвідношення компонентів	Сухі речовини, %	Титрована кислотність, %	pH	Вітамін С, мг/100 г	Пектинові речовини, мг/100 г
пюре гарбузове (45 %) : сік яблучний неосвітлений (25 %) : пюре моркви (10 %) : цукровий сироп (20 %)	23,2	0,28	3,7	13,25	0,461
пюре гарбузове (50 %) : сік яблучний неосвітлений (20 %) : пюре моркви (15 %) : цукровий сироп (15 %)	23,5	0,44	3,7	9,94	0,342
пюре гарбузове (55 %) : сік яблучний неосвітлений (15 %) : пюре моркви (20 %) : цукровий сироп (10 %)	24,5	0,21	3,75	7,73	0,557

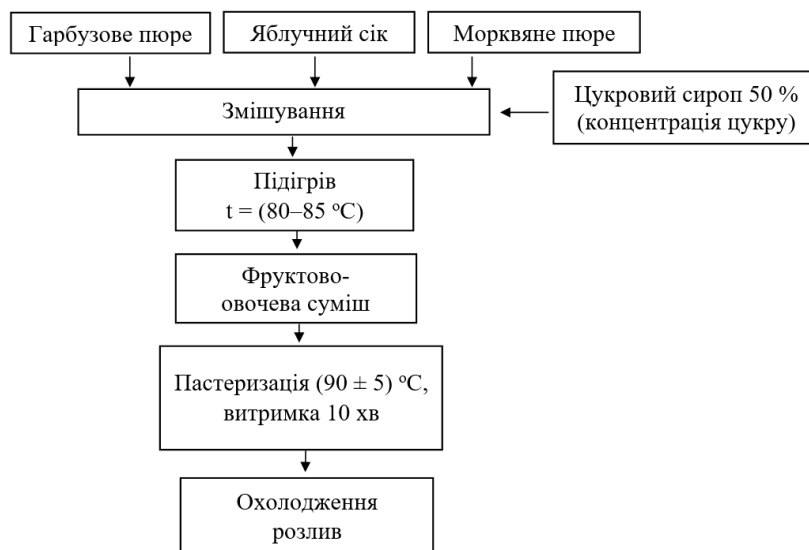


Рис. 2. Загальна технологічна схема виробництва сокових напоїв

Висновки

Отримані результати досліджень показали, що овочево-фруктові напої, виготовлені за новою рецептурою, досить добре зберегли харчову цінність вихідної сировини й при цьому мали високі органолептичні властивості. Враховуючи відсутність штучних органічних кислот, такі сокові напої можна рекомендувати для здорового харчування різних верств населення.

Перспективи подальших досліджень. Подальшу роботу планується зосередити на дослідженні біологічної цінності сокових напоїв.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Beaudry, R., & Watkins, C. (2001). Use of 1-MCP on apples. *Perishables handling quarterly*, 108, 12–16.
- Binard, P. (2014). European apple outlook 2014 “a quantitative and qualitative review”. 38-th International conference Prognosfruit. 2014 6–8.08.2014. Istanbul.
- Bykin, A. V., & Honchar, S. H. (2006). *Intensyfikatsiia tekhnologii vyroshchuvannia morkvy stolovoi*. Zbirnyk naukovykh prats Natsionalnoho naukovoho tsentru “Instytut zemlerobstva NAAN”, 1-2, 138–143. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2006_1-2_28 (in Ukrainian).
- DSTU 4150:2003 (2004). *Soky, napoi sokovi, nektary plodovo-yahidni, ovochevi ta z bashtannykh kultur. Zahalni tekhnichni umovy*. Kyiv. Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- Hancock, R. D., & Stewart, D. (2010). Enhancing the Nutritional Quality of Fruit Juices. *Biotechnology in functional foods and Nutraceuticals*, 463–484. URL: http://archive.northsearegion.eu/files/repository/20131121174448_UK-Enclosure45.pdf.
- Holovko, O. M. (2005). *Udoskonalennia tekhnologii plodovo-yahidnykh sokiv i napoiv: avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk : 05.18.07 “Tekhnolohiia produktiv brodinnia”*. Nats. un-t kharch. tekhnolohii. Kyiv (in Ukrainian).
- Mandryka, V., & Samoilenko, A. (2010). *Otsinka yakosti fruktovykh multyvitaminnykh sokiv i nektariv*. *Tovary i rynky*, 1, 127–133. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2010_1_19 (in Ukrainian).
- Pankovets, T., & Polishchuk, H. (2020). *Plodovo-ovochevi soky yak perspektyvni polifunktsionalni inhrediienty dlia vyrobnytstva morozyva*. *Naukovi zdobutky molodi – vyryshenniu problem kharchuvannia liudstva u XXI stolitti: materialy 86-yi Mizhnarodnoi naukovoï konferentsii molodykh uchenykh, aspirantiv i studentiv*, 2–3 kvitnia 2020 r. Kyiv : NUKhT, 1, 300 (in Ukrainian).
- Raczyk, M., Kruszewski, B., & Zachariasz, E. (2022). Effect of tomato, beetroot and carrot juice addition on physicochemical, antioxidant and texture properties of wheat bread. *Antioxidants*, 11(11), 2178. DOI: 10.3390/antiox11112178.

- Ranawana, V., Raikos, V., Campbell, F., Bestwick, C., Nicol, P., Milne, L., & Duthie, G. (2016). Breads fortified with freeze-dried vegetables: quality and nutritional attributes. *Foods*, 5(1), 19. DOI: 10.3390/foods5010019.
- Rohova, N. V. (2022). Rozrobka tekhnolohii kupazhovykh sokiv na osnovi zbrodzhenoho berezovoho soku. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli*, 1, 41–48. DOI: 10.37734/2518-7171-2022-1-7 (in Ukrainian).
- Samilyk, M., Bolhova, N., & Toporkova, Yu. (2021). Rozrobka tekhnolohii zheleinykh tsukerkovykh mas iz produktiv pererobky morkvy. *Prodovolchi resursy*, 9(17), 137–144. DOI: 10.31073/foodresources2021-17-14 (in Ukrainian).
- Sheshenia, S. K., & Buievych, N. O. (2010). Sposoby zbahachennia biolohichno aktyvnymy rehovynamy ovochevykh kompotiv i nektariv. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 3, 72–75. URL: https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/visnyk/2010/03/72_75.pdf (in Ukrainian).
- Tokar, A. Iu., Matenchuk, L. Iu., & Kharchenko, Z. M. (2018). Kombinuvannia ovochevo-fruktovoi retsepturnoi kompozytsii dlia otrymannia vysokoiakisnoi produktsii. *Skhidno-Yevropeiskyi zhurnal передовykh tekhnolohii*, 4(11(94)), 55–60. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.140078 (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10112
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.5:67:613.2

The role of dietary fiber in functional nutrition

A. M. Solomon✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 17.01.2024
Received in revised form
20.02.2024
Accepted 21.02.2024

Vinnitsia National Agrarian
University, Sonyachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-067-425 -70-06
E-mail: Soloalla78@ukr.net

Solomon, A. M. (2024). The role of dietary fiber in functional nutrition. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 77–83. doi: 10.32718/nvlvet-f10112

The process of nutrition is a function of the relationship between a person and the environment. Food should contribute to the adaptation of the human body to unfavorable conditions and, in addition to its main function – meeting the physiological needs of the human body for nutrients and energy, also perform preventive and therapeutic tasks. Recently, the popularity of healthy food has increased. Experts predict that the market for functional products is growing every year. In this regard, in many countries, in-depth research is being carried out on the structure, composition, properties of dietary fiber, and the technology of their use as one of the components in the creation of composite food products. Dietary fiber is a large group of polymeric substances of different chemical nature, the sources of which are plant products. The composition of nutrients with a fibrous structure includes large quantities of second-order polysaccharides. Dietary fiber is an active participant in the digestive process, a source of essential nutrients; its deficiency or absence can lead to disruption of homeostasis, the dynamic constancy of the internal environment of the body and pathology. Dietary fiber plays an important role in the functioning of a number of organs and systems of the body and, first of all, affects the function of the colon. They adsorb significant amounts of bile acids, as well as other metabolites, toxins and electrolytes, which helps detoxify the body. For a long time, dietary fiber was considered unnecessary ballast, from which attempts were made to free products to increase their nutritional value. In this regard, a number of refined products have been developed that are completely free of ballast substances. Dietary fiber plays an extremely important role in the functioning of the colon. One of their main properties is the ability to retain water. Water-soluble dietary fibers contained in vegetables and fruits are the most hygroscopic. The ability of dietary fiber to retain water accelerates intestinal transit and peristalsis of the colon, changes intraintestinal pressure, and the concentration of fecal electrolytes. One aspect of the physiological effect of dietary fiber is its effect on mineral metabolism. There is evidence that high dietary fiber intake may disrupt the body's mineral balance. These processes are based on the metabolic properties of ballast substances, which promotes the removal of heavy metal ions, such as lead, strontium, and allows us to consider the possibility of using fiber to remove radionuclides from the body. The use of plant additives from cereals in the development of fermented milk products is of scientific interest and is one of the current trends in the development of functional nutrition products.

Key words: raw materials, quality, production, cereals, fermented milk products, stabilizers, organoleptic characteristics, biological value.

Роль харчових волокон у функціональному харчуванні

A. M. Соломон✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Процес харчування є функцією взаємозв'язку людини з довкіллям. Їжа повинна сприяти адаптації організму людини до несприятливих умов і, крім основної функції – задоволення фізіологічних потреб організму людини в харчових речовинах та енергії, також виконувати профілактичні та лікувальні завдання. Останнім часом популярність здорової їжі зростає. Фахівці прогнозують, що ринок функціональних продуктів з кожним роком зростає. У зв'язку з цим у багатьох країнах ведуться глибокі дослідження будови, складу, властивостей харчових волокон, технології їх використання як одного з компонентів при створенні композиційних продуктів харчування. Харчові волокна – велика група полімерних речовин різної хімічної природи, джерелами яких є рослинні продукти. До складу

харчових речовин волокнистої структури входять у найбільшій кількості полісахариди другого порядку. Харчові волокна – це активні учасники процесів травлення, джерело обов'язкових нутрієнтів, їх недолік або відсутність може призвести до порушення гомеостазу, динамічної сталості внутрішнього середовища організму до патологій. Харчові волокна відіграють важливу роль у функціонуванні низки органів і систем організму й насамперед впливають на функцію товстої кишки. Вони адсорбують значну кількість жовчних кислот, а також інші метаболіти, токсини та електроліти, чим сприяють детоксикації організму. Тривалий час харчові волокна вважалися непотрібним баластом, від якого намагалися звільнити продукти підвищення їхньої харчової цінності. У зв'язку з цим розроблено цілу низку рафінованих продуктів, повністю звільнених від баластових речовин. Надзвичайно важливу роль харчові волокна відіграють у функціонуванні товстої кишки. Однією з основних їхніх властивостей є здатність утримувати воду. Найбільшу гігроскопічність мають водорозчинні харчові волокна, що містяться в овочах та фруктах. Здатність харчових волокон зберігати воду забезпечує прискорення кишкового транзиту та перистальтики товстої кишки, змінює внутрішньо кишковий тиск, концентрацію фекальних електролітів. Одним із аспектів фізіологічної дії харчових волокон є їх вплив на мінеральний обмін. Є докази, що високе споживання харчових волокон може порушувати мінеральний баланс в організмі. В основі цих процесів лежать обмінні властивості баластових речовин, що сприяє виведенню іонів важких металів, наприклад Свинцю, Стронцію і дозволяє розглядати можливість використання клітковини для виведення радіонуклідів з організму. Використання рослинної добавки зі злакових при розробці кисломолочних продуктів становить науковий інтерес і є одним з актуальних напрямків при розробці продуктів функціонального харчування.

Ключові слова: сировина, якість, виробництво, злакові культури, кисломолочні продукти, стабілізатори, органолептичні характеристики, біологічна цінність.

Вступ

Розширення асортименту продуктів здорового харчування здійснюється завдяки використанню сучасних досягнень науки про харчування.

Сучасна наука про харчування – це сувор наукова теорія, яка має набір медико-біологічних та гігієнічних підходів до обґрунтування вимог до харчових продуктів. При розробці цих вимог використовують уявлення про функціональні норми харчування, шляхи гарантування безпеки їжі, а також відомості про реальні економічні можливості суспільства з виробництва необхідних продуктів і платоспроможності населення для їх придбання (Bernyk et al., 2022).

Нині в концепції “здорового” харчування особлива роль відводиться продуктам функціонального призначення як стратегічному напрямку розвитку харчової промисловості (Semko et al., 2022). Функціональні продукти одержують за інноваційними технологіями і розглядають не тільки як джерела пластичних речовин та енергії, а й як складний немедикаментозний комплекс, який відповідає фізіологічним потребам організму людини та має яскраво виражені лікувальні, профілактичні або оздоровчі властивості (Solomon et al., 2019). Позитивний вплив продуктів функціонального харчування на організм людини фахівці пов'язують з наявністю в них фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів, які здатні здійснювати біологічно значущий вплив на організм людини загалом або на окремі його органи і системи.

Одними із представників нормальної мікрофлори людини є пропіоновокислі бактерії, які здатні приживатися в кишечнику, позитивно впливати на імунну систему людини. Вони мають унікальні стимулюючі та антимутагенні властивості. Позитивна роль пропіоновокислих бактерій зумовлена утворенням пропіонової кислоти, ферментів та вітаміну B₁₂.

Відомо, що поряд із представниками нормальної мікрофлори функціональними інгредієнтами також є харчові волокна. Джерелами харчових волокон є злакові культури, такі як пшениця, рис, овес (Kapreliants & Iorhachova, 2003).

Однією з функціональних властивостей харчових волокон є здатність поліпшувати стан мікроекології організму, тобто надавати пребіотичний ефект.

В останні роки пребіотики широко використовуються при розробці нових продуктів функціонального харчування. У зв'язку з цим цікавить вивчення впливу зернових культур на активність пропіоновокислих бактерій при культивуванні їх у молоці.

Використання пропіоновокислих бактерій знайшло себе і в кисломолочному виробництві.

З метою збагачення вітаміном B₁₂ в кефір та інші молочнокислі продукти вносили пропіоновокислі бактерії, підвищуючи таким чином поживні властивості і лікувальну цінність цих продуктів.

Біохімічні властивості кисломолочних продуктів визначаються інтенсивністю проходження процесу бродіння молочного цукру в результаті дії мікроорганізмів закваски. Їх можна характеризувати накопиченням молочної кислоти, ароматичних речовин, вітамінів, жирних кислот.

Інтенсивний шлях розвитку молочної промисловості вимагає нових нетрадиційних підходів до розробки технології молочних продуктів. Одним з найважливіших напрямків розвитку технічного прогресу в галузі переробки молока є розвиток біотехнології, зокрема застосування ферментних препаратів для виробництва молочних продуктів (Usatiuk et al., 2012). Серед ферментних препаратів, рекомендованих для харчової промисловості, важлива роль належить β-галактозидазі, використання якої при переробці молочної сировини дозволяє прискорити процес молочно-кислого бродіння, підвищити лікувальні властивості та якість молочних продуктів.

На сучасному етапі у світі спостерігається надзвичайно динамічне розширення асортименту харчових продуктів, особливо молочних. Це зумовлено високою харчовою цінністю та сприятливою динамікою споживчого попиту на таку продукцію. Асортимент розвивається насамперед за рахунок застосування нових монокультур мікроорганізмів та їх комбінуванням у складі комплексних заквасок.

У раціоні людей різних вікових груп молочні продукти традиційно займають суттєву частку. Особливо користуються попитом кисломолочні продукти. Технології виробництва передбачають механічне оброблення кисломолочного згустку, а термізованих продуктів – термомеханічне, в результаті чого може порушуватися структура продукту, відбутися відділення

сироватки та розшарування готового продукту (Solomon & Polevoda, 2019). Для запобігання появи недоліків консистенції широко використовують стабілізатори структури. Переважна більшість стабілізаторів, що виконують функції загусувачів та гелеутворювачів, за своєю природою – гідрофільні речовини, які завдяки зв'язуванню вільної вологи та підвищенню в'язкості сумішей, забезпечують утворення необхідної структури. Для продуктів переробки зернових культур такі властивості обумовлені насамперед наявністю вуглеводів, в меншій мірі – білками та баластними речовинами. Сучасні технології переробки зернових дозволяють одержувати інгредієнти і продукти, які можуть використовуватися як структуроутворювачі під час виробництва молочних продуктів з комбінованим складом сировини. Проведено аналіз структуроутворювачів, зокрема желатину, агару, альгінату натрію, модифікованого крохмалю, рисового борошна, пшеничного та кукурудзяного зернопродуктів для виробництва кисломолочних продуктів. Основними критеріями відбору структуроутворювачів були діапазон температур, за яких стабілізатори виявляли свої гелеутворювальні властивості, вологостримувальна здатність, в'язкість, здатність до утворення однорідної суміші під час зберігання кисломолочних продуктів. Опрацьовано способи застосування рисового борошна за температури пастеризації сумішей 82 ± 2 °C для кисломолочних напоїв, пшеничного та кукурудзяного зернопродуктів за температури термізації сумішей 74 ± 2 °C. Обґрунтовано використання продуктів переробки зернових, які поліпшують органолептичні та реологічні показники готового продукту (Vlasenko et al., 2009).

У зв'язку з цим особливо актуальним є створення комбінованих продуктів функціонального призначення, збагачених харчовими волокнами та пропіоновокислими бактеріями.

Мета дослідження

Метою даної роботи є створення та оцінка якості та безпечності кисломолочних продуктів з додаванням харчових волокон.

Матеріал і методи досліджень

Проблема, яка пов'язана з розробкою натуральних комбінованих продуктів функціонального призначення, збагачених харчовими волокнами, пропіоновокислими бактеріями, біологічно активними і фізіологічно необхідними речовинами, для надання оздоровчих і лікувально-профілактичних властивостей та розширення їхнього асортименту, є актуальною.

У процесі реалізації завдань експериментів, визначення фізико-хімічних, мікробіологічних показників сировини та готової продукції, використовувалися стандартні та загальноприйняті методики.

Основний етап роботи був присвячений вивченню впливу харчових волокон на розвиток мікрофлори заквасок, що найчастіше використовуються в молочній промисловості, та процеси отримання і властивості кисломолочних продуктів.

Результати та їх обговорення

Пшеничні висівки є побічним продуктом борошномельного виробництва. Однак з позиції теорії функціонального харчування завдяки хімічному складу (харчові волокна становлять 50 %) вони можуть значно підвищити якість продуктів харчування.

Тому було досліджено вплив пшеничних висівків на активність пропіоновокислих бактерій у молоці. Результати досліджень подано на [рисунку 1](#).

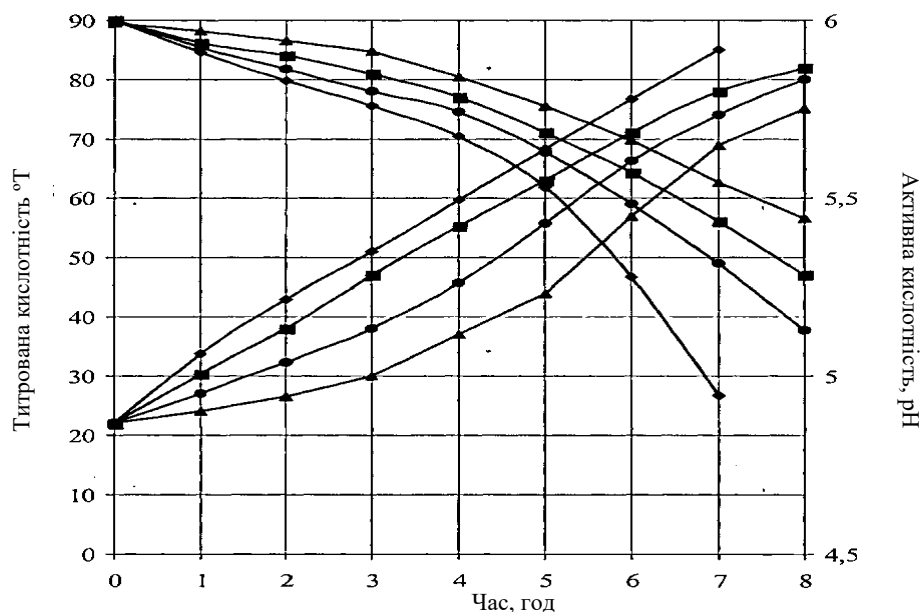


Рис. 1. Вплив пшеничних висівків на кислототворючу здатність пропіоновокислих бактерій (контроль; 1 % пшеничних висівків; 2 % пшеничних висівків; 3 % пшеничних висівків)

Аналіз отриманих результатів свідчить, що внесення до молока різних доз пшеничних висівок надає різний вплив на активність пропіоновокислих бактерій. Так, при дозі добавки 1 % процес кислотоутворення відбувається активніше порівняно з контролем: час утворення згустку скорочується на 1 годину, а кислотність становить 85 °Т, що на 5 °Т вище, ніж у контрольному зразку. Проте зі збільшенням дози пшеничних висівок до 2–3 % активність мікроорганізмів знижується. При дозі 2 % кислотність у досвіді та контролі практично не відрізняється (різниця становить 1 °Т), а при введенні 3 % пшеничних висівок показник кислотності дорівнює 74–75 °Т, що на 6–5 °Т нижче, ніж у контрольному зразку, ймовірно, при збільшенні дози пшеничних висівок до 2–3 % у середовищі знижується активність води. Це підтверджують дані кількісного обліку мікроорганізмів: через 8 годин у контролі та при дозі пшеничних висівок 2 % – 10^9 КУО в 1 см³, при дозі пшеничних висівок 3 % – 10^8 КУО в 1 см³, а при дозі пшеничних висівок 1 % кількість

життєздатних клітин пропіоновокислих бактерій становить 10^9 КУО в 1 см³ вже за 7 годин ферментації (Solomon et al., 2019).

Таким чином, в результаті проведених досліджень було встановлено, що процес ферментації молока пропіоновокислими бактеріями доцільніше проводити при дозі пшеничних висівок.

Вівсяне борошно застосовується в дієтичному та лікувально-профілактичному харчуванні. У своєму складі вона містить повноцінні білки, крохмаль, різні мінеральні речовини, до 7 % харчових волокон – клітковину та геміцелюлозу, що зумовлює добру засвоюваність.

У наступному етапі експериментів досліджували кислотоутворювальну здатність та активність пропіоновокислих бактерій. Результати досліджень подано на [рисунку 2](#). Аналіз результатів досліджень показав, що введення в молоко вівсяного борошна у всіх випадках 1 %, 2 %, 3 % має стимулюючу дію на пропіоновокислі бактерії.

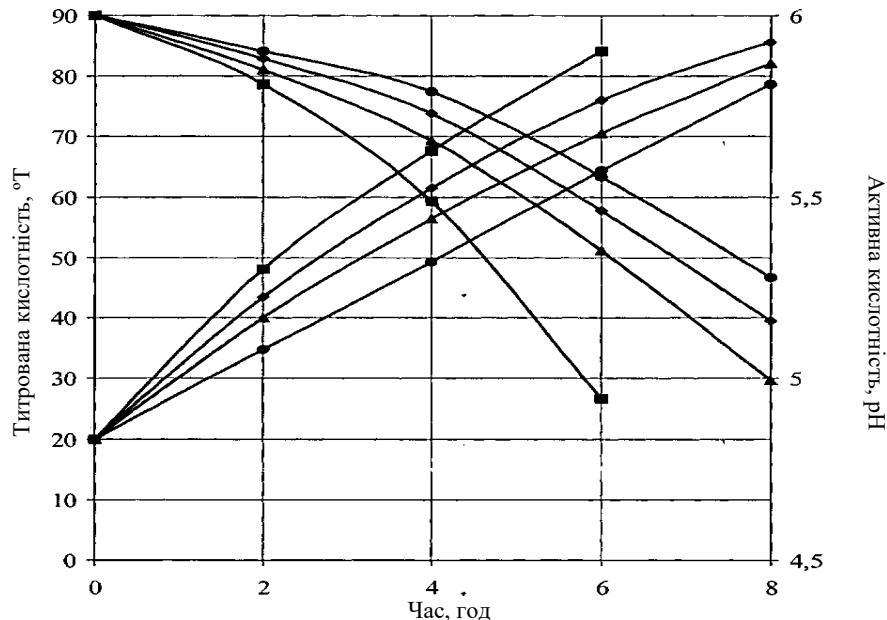


Рис. 2. Вплив вівсяного борошна на кислотоутворювальну здатність пропіоновокислих бактерій (контроль; 1 % вівсяного борошна; 2 % вівсяного борошна; 3 % вівсяного борошна)

Дані кількісного обліку мікроорганізмів показали, що через 6 годин у дослідному зразку з масовою дозою 2 % кількість життєздатних клітин становило 10^9 КУО. в 1 см³ (Solomon & Bondar, 2018). Така ж кількість мікроорганізмів спостерігалася в дослідному зразку з 1 %, 3 % добавки і в контролі через 8 годин ферментації.

Тому для використання вівсяного борошна як джерела харчових волокон рекомендується доза 2 % при ферментації мікроорганізмів протягом 6 годин.

Було зазначено, що при дозі вівсяного борошна 1 % активність кислотоутворення підвищується: кислотність у дослідному зразку 7–8 °Т вище, ніж у контрольному; потік утворюється за 8 годин культивування. При збільшенні дози вівсяного борошна до 2 % спостерігається підвищення кислотоутворювальної здатності пропіоновокислих бактерій. Так, тривалість утворення згустку скорочується на 2 години, при

цьому кислотність становить 83–84 °Т, що на 3–4 °Т вище, ніж у контролі.

Однак подальше збільшення дози рослинної добавки не підвищує біохімічну активність пропіоновокислих бактерій. Кислотність згустку трохи відрізняється від контролю, час ферментації становить 8 годин. Така тенденція кислотоутворювальної здатності пропіоновокислих бактерій цілком очевидно пояснюється недовільною вільною вологою у середовищі ферментації з допомогою набухання, що у вівсяному борошні (Solomon & Polevoda, 2019).

Рисове борошно зазвичай є продуктом дієтичного призначення. Легка засвоюваність крохмалю рису, низький вміст у ньому білків та жиру, наявність вітамінів та мікроелементів дозволяє використовувати рисове борошно для виробництва продуктів лікувально-профілактичного призначення. Рисове борошно багате полісахаридами, у тому числі харчовими воло-

кнами, містить моносахариди. Все це дає можливість використовувати її як пребіотик.

У зв'язку з цим на наступному етапі досліджень вивчали активність пропіоновокислих бактерій у молоці з додаванням рисового борошна. Результати досліджень подано на [рисунку 3](#).

Результати, отримані в ході досліджень, свідчать, що введення в молоко рисового борошна у всіх випа-

дках (1 %, 2 %, 3 %) активізує пропіоновокислі бактерії. Як видно із [рисунку 3](#), з підвищенням дози рисового борошна пропорційно збільшується активність пропіоновокислих бактерій. При дозі рисового борошна 1 % кислотність становить 82 °Т, при дозі 2 % і 3 % – 87 °Т.

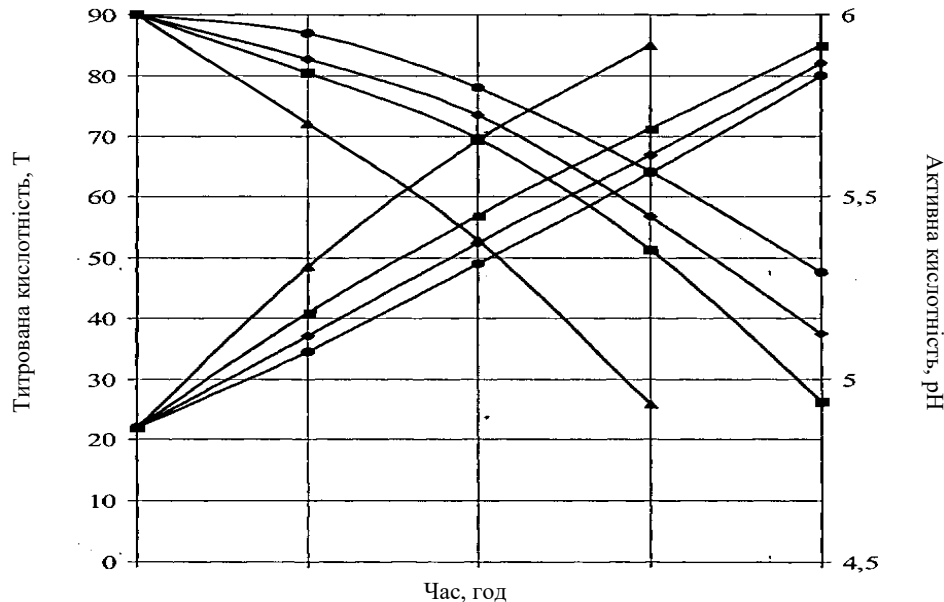


Рис. 3. Вплив рисового борошна на кислотоутворюючу здатність пропіоновокислих бактерій (контроль; 1 % рисового борошна; 2 % рисового борошна; 3 % рисового борошна)

Було виявлено, що введення 3 % рисового борошна в молоко сприяє інтенсифікації процесу культивування на 2 години за рахунок пребіотичної дії компонентів борошна рисового на пропіоновокислі бактерії.

Таким чином, у ході досліджень з вивчення впливу злакових культур на активність пропіоновокислих бактерій було встановлено, що рослинні добавки надають стимулюючу дію на мікроорганізми. Їх введення в молоко (пшеничні висівки 1 %, рисове борошно 3 %, і вівсяне борошно 2 %) активізують пропіоновокислі бактерії, зокрема підвищують їхню кислотоутворювальну здатність, за рахунок чого скорочується час ферментації.

Аналіз отриманих результатів показав, що введення в молоко рисового борошна при дозі добавки 1 %, 2 %, 3 % активізує пропіоновокислі бактерії.

Однак, можливо, що подальше збільшення дози рисового борошна вплине на активність пропіоновокислих бактерій ([Dzhedzhula et al., 2018](#)). Тому в подальших експериментах були проведені дослідження з уточнення дози рисового борошна, оскільки цей показник є основним технологічним параметром при розробці технології нового продукту.

Аналіз експериментальних даних свідчить, що зі збільшенням масової частки харчових волокон в'язкість пропорційно збільшується, що є закономірним ([Tyvonchuk et al., 2017](#)). Однак при оцінці кількості життєздатних клітин пропіоновокислих бактерій виявлено, що поєднання факторів у співвідношенні рослинна добавка, закваска, температура 3,2:5, 1:30

відповідає початку зниження ефективності процесу культивування.

Кількість життєздатних клітин пропіоновокислих бактерій помітно скорочується: при дозі рисового борошна 3,2 % – 10^9 КУО 1 см³, 3,8 % – 10^8 КУО в 1 см. Це можна пояснити тим, що при підвищенні частки добавки у середовищі культивування мікроорганізмів знижується активність води, що є несприятливим у розвитку пропіоновокислих бактерій.

Таким чином, результати експериментальних досліджень показали, що доза рисового борошна 3 % при культивуванні пропіоновокислих бактерій є оптимальною.

Органолептичні показники кисломолочних продуктів великою мірою залежить від складу заквасочної мікрофлори та поведінки мікроорганізмів у середовищі культивування ([Solomon & Polevoda, 2019](#)). Такі показники, як смак, запах, консистенція, визначаються інтенсивністю проходження процесу бродіння і накопичення продуктів бродіння, до яких належать кислоти, спирти, газ.

Роль цих сполук величезна. Вони формують смакові переваги продукту, його якість, фізіологічне значення, впливають на попит споживача. Так, наприклад, молочна кислота та леткі жирні кислоти беруть участь у формуванні кисломолочного смаку, карбонільні сполуки (діацетил) надають специфічного аромату, вуглекислого газу, свіжості.

Тому в подальших дослідженнях було вивчено активність накопичення летких жирних кислот при

ферментації молока, збагаченого злаковими культурами (Solomon et al., 2019). Аналіз отриманих даних показав, що зернові культури впливають на формування органолептичних показників. Більшою мірою це характерно для пшеничних висівок і рисового борошна, меншою для вівсяного борошна. Так, вміст летких жирних кислот у дослідних зразках вищий, ніж у контролі.

Таблиця 1

Характеристика комбінованого продукту

№ п/п	Найменування показників	Норма
1	Смак та запах	Чистий кисломолочний, без стороннього присмаку та запаху; при внесенні наповнювача відповідає присмаку наповнювача
2	Колір	Молочно-білий, з кремовим відтінком, рівномірний по всій масі, при внесенні наповнювача колір відповідний наповнювачу
3	Масова частка жиру, % не менше	2,5
4	Масова частка білка, % не менше	3,2
5	Кислотність, °Т	87
6	Кількість життєздатних клітин, не менш, КУО в 1 см ³	10 ⁷
7	БГКП в 0,1 г (см ³)	Не допускається
8	<i>S. aureus</i> в 1г (см ³)	Не допускається
9	Патогенні, у т. ч. сальмонели, 25 г (см ³)	Не допускається
10	Дріжджі, КУО/г, не більше	50
11	Плісені, КУО/г, не більше	50

Аналіз даних таблиці 1 свідчить, що використання при виробництві кисломолочних продуктів сировини рослинного походження (рисове борошно, вівсяне борошно) дозволяє стимулювати активність пропіоновокислих бактерій і отримати продукти, що характеризуються високою харчовою цінністю (Solomon, 2022).

Технологічний процес виробництва здійснюється в такій послідовності: приймання та підготовка сировини, нормалізація, складання суміші, гомогенізація, пастеризація, охолодження, заквашування та ферментація, охолодження та перемішування згустку, розлив, упаковка, маркування.

Висновки

Отже, отримані нами результати свідчать, що проведені дослідження щодо впливу рослинних добавок (пшеничних висівок, вівсяного та рисового борошна) дозволили розробити технологічну схему виробництва комбінованого кисломолочного продукту, збагаченого харчовими волокнами.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

Bernyk, I. M., Novgorodska, N. V., Solomon, A. M., Ovsienko, S. M., & Bondar, M. M. (2022). Innovative technologies of food production [Innovative technologies of food production] Monohrafiya. Vinnytsia: Yu. V. Kushnir Publishing House. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/32594.pdf> (in Ukrainian).

Таким чином, введення в молоко пребіотиків рослинного походження позитивно впливає на здатність пропіоновокислих бактерій синтезувати речовини, що формують смак і аромат кисломолочних комбінованих продуктів (Solomon, 2023). Характеристика показників готового продукту, отриманого за цією технологією, подана в таблиці 1.

Dzhedzhula, V. V., Yepifanova, I. Yu., & Dzyubko, M. Yu. (2018). Napryamy pidvyshchennya efektyvnosti diyal'nosti pidpryemstv molochnoyi haluzi [Directions of increase of efficiency of activity of the enterprises of the dairy industry]. Investytsiyi: praktyka ta dosvid, 11, 12–14. URL: <http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=6113&i=1> (in Ukrainian).

Kaprelants, L. V., & Iorhachova, K. H. (2003). Funktsionalni produkty [Functional products]. Odesa (in Ukrainian).

Semko, T., Palamarchuk, V., Ivanishcheva, O., Vasylyshyna, O., Andrusenko, N., Liliia, K., Pahomska, O., & Solomon A. (2022). The production of the innovative craft cheese “Anchan”. Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences, 16, 705–720. DOI: 10.5219/1778.

Solomon, A. (2022). New aspects of the production of fermented dairy products with probiotic properties. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 50–56. DOI: 10.32718/nvlvet-f9810.

Solomon, A. (2023). The role of bifidobacteria in the production of functional products. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 25(99), 20–26. DOI: 10.32718/nvlvet-f9904.

Solomon, A. M., & Bondar, N. N. (2018). Fermented desserts of functional purpose using vegetables. Zbirnyk naukovykh prats' “Ahrarna nauka ta kharchovi tekhnolohiyi”, 3(102), 168–179. URL: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/getfile.php/19991.pdf>.

Solomon, A. M., & Polevoda, Yu. A. (2019). Kyslomo-lochni deserty zbahacheni bifidobakteriyamy. [Sour-milk desserts enriched with bifidobacteria]. Tekhnika, enerhetyka, transport APK, 2(105), 66–74. URL:

- <http://repository.vsau.vin.ua/getfile.php/21050.pdf> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., & Polevoda, Yu. A. (2019). Probiotyky i yikh rol' u vyrobnytstvi kyslomolochnykh produktiv spetsial'noho pryznachennya. [Probiotics and their role in the production of fermented milk products for special purposes]. Tekhnika, enerhetyka, transport APK, 3(106), 56–65. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/22927.pdf> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Novgorodska, N. V., Bondar, M. M. (2019). Kyslomolochni deserty z podovzhenym terminom zberihannya [Sour milk desserts with extended shelf life] Monohrafiya. Vinnytsia: RVV VNAU. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/22986.pdf> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Novhorodska, N. V., & Bondar, M. M. (2019). Molochni desertni produkty [Dairy dessert products.]. Monohrafiya. Vinnytsya (in Ukrainian).
- Solomon, A., Bondar, M., & Dyakonova, A. (2019). Substantiation of the technology for fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(11(97), 6–16. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.155278.
- Tyvonchuk, S. V., Tyvonchuk, Ya. O., & Pavlots'ka, T. P. (2017). Rozvytok rynku vyrobnytstva moloka v Ukrayini v konteksti yevrointehratsiynykh protsesiv [Development of the milk production market in Ukraine in the context of European integration processes]. Ekonomika APK, 4, 25–31. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/E_apk_2017_4_5 (in Ukrainian).
- Usatiuk, C. I., Koroliuk, T. A., Vozniuk, A. V., & Demchyna, H. L. (2012). Kyslomolochni napoi z napovniuvachem z proroshchenoho zhyta [Fermented milk drinks filled with germinated rye]. Kharchova promyslovist. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/33fd9d96-88e6-41b6-ac69-cb8fcee371f9/content> (in Ukrainian).
- Vlasenko, V. V., Solomon, A. M., & Paulina, Ya. B. (2009). Suchasnyy stan ta perspektyvy vyrobnytstva kyslomolochnykh produktiv funktsional'noho pryznachennya [Current state and prospects of production of functional dairy products.]. Kharchova nauka i tekhnol, 4(9), 21–23 (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10113
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.58-044.337:664.91

Improvement pre-treatment technology of meat for the preparation in restaurants

A. B. Borodai¹, T. Yu. Sutkovych¹, A. M. Heredchuk¹, Yu. V. Levchenko^{2✉}

¹*Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine*

²*Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine*

Article info

Received 10.01.2024

Received in revised form

13.02.2024

Accepted 14.02.2024

*Poltava University of Economics
and Trade, Kovalia Str., 3,
Poltava, 36014, Ukraine.
Tel.: +38-053-250-02-22
E-mail: can@puet.edu.ua*

*Poltava State Agrarian University,
Skovorody Str., 1/3, Poltava,
36003, Ukraine.
E-mail:
yuliia.levchenko@pdau.edu.ua*

Borodai, A. B., Sutkovych, T. Yu., Heredchuk, A. M., & Levchenko, Yu. V. (2024). Improvement pre-treatment technology of meat for the preparation in restaurants. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 84–90. doi: 10.32718/nvlvet-f10113

The article examines the issue of the use of local and tropical raw materials, and spices in the technology of pre-processing of meat, and the quality and safety indicators of meat semi-finished products in the process of technological processing. The use of pineapple juice in pickling technology makes it possible to break down proteins and fats due to the enzyme bromelain, which destroys pathogenic bacteria in the intestine; promotes muscle relaxation, and relieves spasms. In addition, the juice of these tropical fruits is rich in vitamin C, beta-carotene, vitamins A, PP, and group B. Of the minerals, it contains the most potassium and sodium, calcium, magnesium, phosphorus, and iron. The most attractive substance included in the composition of pineapple juice is considered to be plum berries rich in organic acids, such as citric and malic, contain vitamins of group B, as well as PP, A, and E, a small content of ascorbic acid and pectin. Regarding the use of cherry juice in pickling technology, its value lies in the high content of organic acids and sugars, tannins, dietary fibers and pectin, vitamins A, E, C, PP, B vitamins, calcium, potassium, sodium, magnesium, phosphorus, iron. Cherry juice is the most useful and valuable, the level of nutrients and antioxidants in it is much higher than in the juices of other fruits and berries. Dark berries are especially rich in useful substances and vitamins. The chemical composition of fruit raw materials makes it possible to predict that the selected juices have preservative and antioxidant properties and therefore can be effective components of marinades for meat semi-finished products. The purpose of the work is to study the influence of pickling on the quality and safety indicators of meat semi-finished products in the process of technological processing using local and tropical berries, and spicy plants. 10 different versions of compositions for marinating pork have been developed. In the course of experimental research, marinade formulations and the duration of the marinating process were established, which provided the best taste qualities of the finished product. It was determined that the greatest loss of proteins was observed in the control sample with acetic acid, and the lowest in samples with marinade based on undiluted juices. In the samples of semi-finished products based on diluted juices, protein loss is lower than in the control, which ensures a higher biological value of products from them. The moisture content increases in all pickled semi-finished products, the intensity of the process depends on the concentration of fruit juices in the marinades.

Key words: marinades, pork, fruit raw materials, organic acids, moisture content, protein, quality of semi-finished products.

Удосконалення технології попередньої обробки м'яса для приготування в закладах ресторанного господарства

A. Б. Бородай¹, Т. Ю. Суткович¹, А. М. Гередчук¹, Ю. В. Левченко^{2✉}

¹*Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава, Україна*

²*Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна*

У статті розглянуто питання щодо використання місцевої та тропічної сировини, прянощів в технології попередньої обробки м'яса, досліджено показники якості м'ясних напівфабрикатів у процесі технологічної обробки. Використання ананасового соку в технології маринування дає можливість розщеплювати білки та жири за рахунок ферменту – бромелайну, у кишкової він знищує хвороботворні бактерії; сприяє розслабленню м'язів і знімає спазми. Крім того, сік цих тропічних плодів багатий на вітамін С, бета-каротин, вітаміни А, РР, групи В. Із мінералів містить найбільше Калію і Натрію, Кальцію, Магнію, Фосфору, Заліза. Найпривабливішою речовиною, що входить до складу ананасового соку, вважаються ягоди аличі, багаті органічними кислотами, такими як лимонна і яблучна, містять вітаміни групи В, а також РР, А і Е, невеликий вміст аскорбінової кислоти і пектину. Щодо використання вишневого соку в технології маринування, то його цінність полягає у високому вмісті органічних кислот і цукрів, дубильних речовин, харчових волокон та пектину, вітамінів А, Е, С, РР, вітамінів групи В, Кальцію, Калію, Натрію, Магнію, Фосфору, Заліза. Вишневий сік є найбільш корисним і цінним, рівень поживних речовин і антиоксидантів у ньому набагато вищий, ніж у соках інших фруктів і ягід. Особливо багаті корисними речовинами і вітамінами ягоди темного забарвлення. Хімічний склад фруктової сировини дає можливість прогнозувати, що обрані соки мають консервуючі та антиоксидантні властивості, а тому можуть бути ефективними компонентами маринадів для м'ясних напівфабрикатів. Метою роботи є вивчення впливу маринування на показники якості м'ясних напівфабрикатів у процесі технологічної обробки з використанням місцевих та тропічних ягід, прямих рослин. Розроблено 10 різних варіантів композицій для маринування свинини. В ході експериментальних досліджень встановлені рецептури маринадів та тривалість процесу маринування, які забезпечували найкращі смакові якості готового продукту. Визначено, що найбільші втрати білків спостерігалися у контрольному зразку з оцтовою кислотою, а мінімальні – у зразках із маринадом на основі нерозбавлених соків. У зразках напівфабрикатів на основі розведених соків втрати білків менші, ніж у контролі, що забезпечує вищу біологічну цінність продуктів з них. Вміст вологи збільшується у всіх маринуваних напівфабрикатах, інтенсивність процесу залежить від концентрації плодівих соків у маринадах.

Ключові слова: маринади, свинина, фруктова сировина, органічні кислоти, вміст вологи, білку, якість напівфабрикатів.

Вступ

Одним із основних напрямків розвитку сучасної харчової індустрії є виробництво екологічних і безпечних продуктів із мінімальним вмістом синтетичних харчових добавок або взагалі без них. Значною мірою це стосується м'ясних страв, які складають вагомую частку в асортименті продукції ресторанного господарства – 12...35 % від загального обсягу виробництва харчової продукції. Найважливіша характеристика ринку – яскраво виражена сезонність: пік продажів в сегменті шашликів та інших м'ясних напівфабрикатів для приготування на вогні доводиться на теплу пору року. Страви та напівфабрикати з м'яса здобули собі популярність у закладах ресторанного господарства. (Romazan et al., 2019).

Експерти констатують розширення асортиментної лінійки страв із м'ясних напівфабрикатів в умовах закладів ресторанного господарства, пов'язуючи це в першу чергу з тим, що споживачі "наїлися" традиційного фасованого шашлику. Актуальною сьогодні залишається попередня обробка м'ясних напівфабрикатів шляхом маринування з подальшою тепловою обробкою різними способами. Є різні види маринадів, які використовують у закладах харчування: сухі та вологі, на основі спецій та кислот, фруктової й овочевої сировини. Вони впливають на формування органолептичних властивостей та вихід продукції. Страви, які піддають такому виду попередньої обробки, вирізняються зовнішнім виглядом, смаковими властивостями, мають тривалий термін зберігання (Simonova & Peshuk, 2023). Маринад впливає на збереження м'ясного соку в ході теплової обробки, готовий продукт стає ніжнішим і соковитішим, що полегшує процеси травлення і засвоєння організмом поживних речовин (Bazhenova et al., 2020; Nour, 2022).

Основними компонентами класичного маринаду, що визначають технологічні характеристики, органолептичні властивості та вихід готового продукту, є кислота й сіль. За даними літератури, сучасні експерти з якості м'ясної сировини зацікавлені в поєднанні м'ясних продуктів (в т. ч. пасти) з рослинними інгре-

дієнтами для збагачення продукту біологічно активними речовинами природного походження (мікро- і макроелементи, вітаміни, амінокислоти, антиоксиданти та ін.) й підвищення його функціональних, технологічних та інших властивостей. Для поціновувачів здорового харчування важливими є дослідження можливості заміни синтетичних харчових компонентів на натуральні інгредієнти, визначення їх ефективності та впливу на м'ясні системи (Komoltri & Pakdeechanuan, 2012; Sidor & Gramza-Michałowska, 2019).

Тому пошук натуральних інгредієнтів природного походження з високим ступенем кислотності та вираженими функціональними властивостями (бактеріостатичними, антиоксидантними, консервуючими та ін.), які мають плоди, ягоди й пряні трави, для розширення асортименту маринадів є нагальним завданням (Bazhenova et al., 2020).

У дослідженнях для удосконалення технології попередньої обробки м'ясних напівфабрикатів було запропоновано заміну синтетичних органічних кислот та консервуючих добавок на композицію з натуральних соків ананаса, аличі та вишні.

Користь ананасового соку визначена вмістом вітаміну С, бета-каротину, вітамінів А, РР та групи В; мінеральних речовин: Калію та Натрію, в меншій кількості – Кальцію, Магнію, Фосфору, Заліза. До складу ананасового соку входить фермент або комплекс ферментів – бромелайн, який має високу біологічну активність, оскільки поліпшує травлення, сприяє розщепленню білків і спалює жири. У кишкової бромелайн знищує хвороботворні бактерії; сприяє розслабленню м'язів і знімає спазми (Bazhenova et al., 2020).

Цінність аличі – це високий вміст органічних кислот, зокрема лимонної та яблучної; вітаміни групи В, РР, А і Е. Є невеликий вміст аскорбінової кислоти (вітамін С) і пектину (Shtonda & Pasichnyi, 2019).

Вишневий сік не користується у нас такою популярністю, як яблучний або апельсиновий, оскільки не всім подобається його смак. Однак виявилось, що вишневий сік є найбільш корисним і цінним, а рівень

поживних речовин і антиоксидантів у ньому набагато вищий, ніж у соках інших фруктів і ягід. Наприклад, у чорниці або суниці бета-каротину майже в 20 разів менше, ніж у вишнях. Особливо багаті корисними речовинами і вітамінами ягоди темного забарвлення. Вишневий сік виявився лідером в цьому сенсі: у ньому містяться органічні кислоти і цукри, дубильні речовини, харчові волокна і пектини, вітаміни А, Е, С, РР, вітаміни групи В, Кальцій, Калій, Натрій, Магній, Фосфор, Залізо (Bazhenova et al., 2020).

Такий багатий хімічний склад дає можливість прогнозувати, що обрані соки мають консервуючі та антиоксидантні властивості, а тому можуть бути ефективними компонентами маринадів для м'ясних напівфабрикатів.

Мета дослідження

Метою роботи є визначення впливу маринадів на основі місцевих та тропічних ягід, прямих рослин на показники якості м'ясних напівфабрикатів у процесі технологічної обробки.

Матеріал і методи досліджень

Під час проведення досліджень було використано м'ясну сировину, придбану в локальній мережі магазинів "Свіжина", тому вплив віку та породи тварин при проведенні досліджень не враховували. Визначення складу різних соків проводили за фізико-хімічними: вміст сухих речовин у соках за ДСТУ ISO 751-2004, титрованої кислотності за ДСТУ EN 12147-2003; активної кислотності – ДСТУ ISO 10390:2007; органолептичними методами планування експерименту. Експериментально досліджено хімічний склад, фізико-хімічні: вміст загального білка методом К'ельдаля; технологічні характеристики м'ясних напівфабрикатів (вологосв'язуючу (ВЗВ), вологоутримуючу здатність (ВУЗ), ніжність та соковитість).

Визначення ВУЗ м'яса здійснювали методом пресування за Р. Грау та Р. Хаммом. Брили наважку, кружечок поліетилену діаметром 15...20 мм і переносили на беззольний фільтр, який знаходився на скляній пластині розміром 100x100 мм. Наважка знаходилася знизу під поліетиленом, який зверху накривали іншою склянню пластинною такого ж розміру як і перша. На скляну пластину встановлювали вантаж масою 1 кг. Після 10 хвилин пресування вантаж знімали і окреслювали обрис плями навколо відпресованого м'яса. Площу плям, утворених відпресованим м'ясом і виділеною вологою, вимірювали планіметром в см². Розмір вологої плями визначали за різницею між площею зовнішньої плями і площею плями, утвореної відпресованим м'ясом. Вміст зв'язаної вологи в м'ясі розраховували за відповідними формулами.

За допомогою планіметру вимірювали площу вологої плями, що утворилася на фільтрі, яка й характеризує ніжність м'яса.

Ніжність м'яса за вмістом загального азоту розраховували за формулою:

$$H = \frac{S \times 100}{0,3 \times N}, \text{ см}^2/\text{г}, \quad (1)$$

де: S – виміряна планіметром площа вологої плями, см²; N – вміст загального азоту в м'ясі, %.

Визначення показників проводили у різних зразках залежно від складу маринадів. Доведена можливість використання запропонованих маринадів для виробництва м'ясних напівфабрикатів за комплексом технологічних показників.

Як основна сировина для виробництва м'ясних маринуваних напівфабрикатів була обрана свинина, а саме тазостегнова частина. М'ясні маринувані напівфабрикати зі свинини являли собою шматочки м'яса, порціонованого для стейка та шашлику, які після маринування накопичили додаткові компоненти – сіль, органічні кислоти, цукри, інші розчинні компоненти маринадів.

Підготовку м'ясної сировини здійснювали у такій послідовності: інспектування, промивання водою, висушування і маринування. Норма витрат маринаду для напівфабрикатів із м'яса становить 25...35 % від маси сировини. Для маринування підготовлені шматки м'яса складали у ємність і заливали маринадом у кількості 25 % до маси сировини. Температура маринаду становила 12...14 °С. Як основу для маринаду використовували фруктові соки – вишневий, ананасовий та з аличі у різному співвідношенні з водою. За контроль було обрано стандартний розчин оцтової кислоти концентрацією 6,5 %.

Для виготовлення соків використовували вишню й аличу заморожену та свіжі плоди ананасу з роздрібною мережі ТМ "Метро", які відповідали органолептичним показникам якості стандартів органічної продукції ЄС. Плоди ананасу перевіряли за вимогами до якості 1 класу за стандартом CODEX STAN 310-2013. Вишню й аличу заморожену перевіряли на якість за нормативно-технологічною документацією (ДСТУ 4837:2007. Фрукти та ягоди швидкозаморожені. Загальні технічні умови).

Плоди ананасу мили проточною водою до повного видалення бруду. Після цього плоди очищали від шкірки ножом. Підготовлені плоди ананасу подрібнювали на шматки, після – подрібнили блендером та відцідили сік через сито з діаметром отворів 1–2 мм. Заморожені плоди вишні й аличі, не розморожуючи, сортували по якості, відбираючи непридатні екземпляри. Потім ягоди подрібнювали на блендері, після – протирали через сито з діаметром отворів 1–2 мм. Виготовлений сік використовували відразу для приготування маринадів, або зберігали у щільно закритому скляному посуді при температурі 0...6 °С до 3 діб.

Для отримання маринадів підготовлений сік проварювали із сумішами прянощів: розмарину, базилику, гірчиці, які додавали до соків у кількості 2 г, 3 г та 5 г для екстрагування смако-ароматичних та інших речовин за таких умов: проводили екстрагування, теплове оброблення при t = 90...100 °С протягом 20...30 хв; настоювання, охолодження до t = 20...22 °С протягом 60...70 хв; проціджування через сито d = 1...2 мм.

На основі соків аличі, ананаса і вишні було змодельовано 10 варіантів маринадів: контрольний зразок – на основі оцту; дослідні зразки – на основі соків із аличі й вишні та ананаса 1:1:1; дослідні зразки за гідромодулем “сік–вода” – 1:1, 2:1, 3:1, 4:1.

До складу дослідних зразків маринадів вносили також хлорид натрію у кількості 2,5 %. Виготовлені зразки маринадів використовували для експерименту та зберігали в охолоджену стані при $t = 0...6\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 3 діб.

У зразках за стандартними методиками досліджували активну кислотність, вміст сухих речовин, вміст вологи та білка.

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості маринадів

Варіанти основи маринаду	Активна кислотність, од. pH	Вміст сухих речовин, %
зразок 1- контроль (6,5 % оцтової кислоти)	4,45	2,52
зразок 2 (сік аличі: ананаса (AA))	3,98	14,84
зразок 3 (сік аличі: ананаса, гідромодуль 1:1)	4,41	9,95
зразок 4 (сік аличі: ананаса, гідромодуль 2:1)	4,72	8,79
зразок 5 (сік аличі: ананаса, гідромодуль 3:1)	4,96	7,88
зразок 6 (сік аличі: ананаса, гідромодуль 4:1)	5,21	6,85
зразок 7 (сік вишні: ананаса (BA))	3,57	18,47
зразок 8 (сік вишні: ананаса, гідромодуль 1:1)	4,25	12,55
зразок 9 (сік вишні: ананаса, гідромодуль 2:1)	4,52	11,15
зразок 10 (сік вишні: ананаса, гідромодуль 3:1)	4,79	9,76
зразок 11 (сік вишні: ананаса, гідромодуль 4:1)	5,03	7,68

При маринованні м'яса відбувається дифузійно-осмотичний процес, що ґрунтується на обмінній дифузії, яка приводить до перерозподілу солі, води та розчинних складових частин м'яса. Під час мариновання компоненти маринадів проникають у товщу м'яса, а з м'яса частково вилучаються екстрактивні та мінеральні речовини, водорозчинні вітаміни, білки. Волога, залежно від концентрації сухих речовин у маринадах, їх активності або виходить у маринад, або поглинається з маринаду продуктом. Тому вміст вологи та інших компонентів продукту у процесі витримки м'яса у маринаді постійно змінюється (Bal-Prylypko, 2012; Peshuk et al., 2014).

Вміст вологи у м'ясних напівфабрикатах впливає на функціонально-технологічні характеристики (вологозв'язуючу, вологоутримуючу здатність, вихід) та якісні показники готових продуктів (ніжність, соковитість).

Результати та їх обговорення

Досліджено 10 різних варіантів композицій для мариновання свинини. Контрольним зразком слугував традиційний маринад із оцтовою кислотою. Результати досліджень наведені в таблиці 1.

Відібрані для подальших досліджень маринади мають кислу реакцію: pH у межах 3,57... 4,52 од. та відрізняються від контролю (pH 4,45 од.) не більше ніж на 19,8 % у кислий бік та на 13,7 % у лужний, що може бути використано у складі маринадів для м'ясних страв.

Щоб визначити оптимальні рецептури маринадів та умови мариновання, визначали вміст вологи й білків. На збільшення частки вологи у зразках впливає склад маринадів та тривалість мариновання м'яса (рис. 1). Збільшення вмісту вологи корелює з тривалістю мариновання.

Через 12 год кількість вологи у зразках максимальна. Найкращу динаміку зафіксовано у зразків 2, 7 та 8. Вміст вологи у них збільшився на 5,1 ...17,0 % порівняно з контрольним зразком. Це свідчить про позитивний вплив експериментальних варіантів маринадів на м'ясні системи, які сприяють підвищенню здатності систем зв'язувати вільну вологу.

Вагомим показником біологічної цінності готової продукції є визначення вмісту білка (рис. 2).

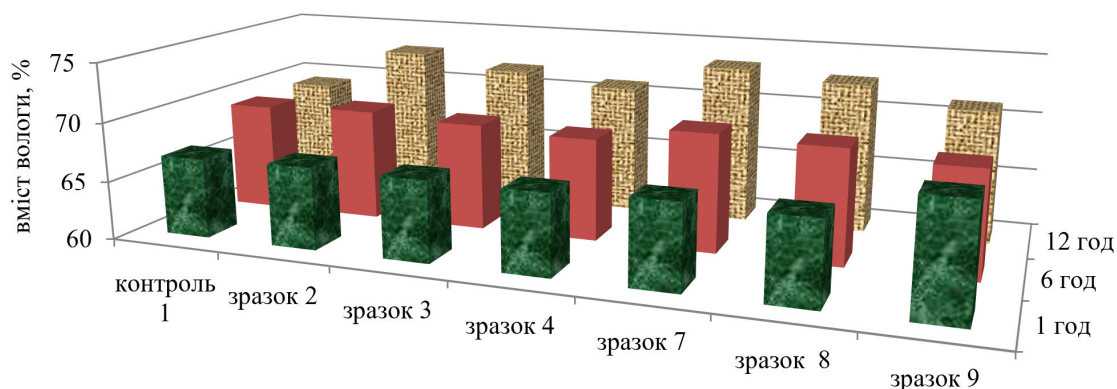


Рис. 1. Зміни вмісту вологи у зразках залежно від тривалості мариновання

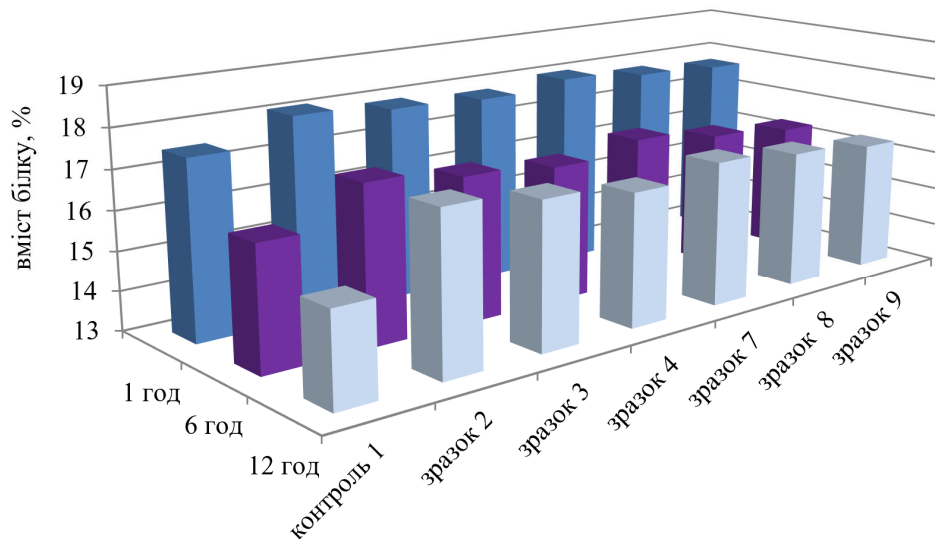


Рис. 2. Зміни вмісту білка у зразках залежно від тривалості маринування

Масова частка білків зменшується на 4,7... 11,9 % у контрольному зразку та на 1,9...6,0 % в дослідних зразках залежно від виду маринаду та тривалості маринування, що свідчить про активні процеси дифузії розчинних речовин із м'яса у маринади (рис. 2).

Таким чином, найбільші втрати білків було виявлено у контрольному зразку (з оцтовою кислотою). Мінімальні втрати білків у зразках із маринадом на основі нерозбавлених соків, що можна пояснити більшою концентрацією сухих речовин у маринадах. У зразках напівфабрикатів у маринадах на основі розведених соків втрати білків менші, ніж у контролю, що забезпечує вищу біологічну цінність продуктів із них змінюється (Borodai et al., 2022).

Показники ВЗЗ та ВУЗ м'ясних напівфабрикатів визначали в процесі маринування – після 6 та 12 год витримки у дослідних зразках маринадів. Результати досліджень наведені на рис. 2, 3.

За результатами досліджень технологічних показників напівфабрикатів, що витримувались у маринадах протягом 6 год, вологозв'язуюча здатність збільшилася порівняно з вхідною сировиною у контрольного зразку на 4,46 %; у зразків із соками аличі та вишні – на 17,01 та 17,82 %, відповідно; у зразків із соками, розведеними за гідромодулем 1:1 № 3 та 8 – на 16,46 та 17,61%, відповідно; у зразків із соками, розведеними за гідромодулем 2:1 № 4 та 9 – на 15,73 та 16,08%, відповідно.

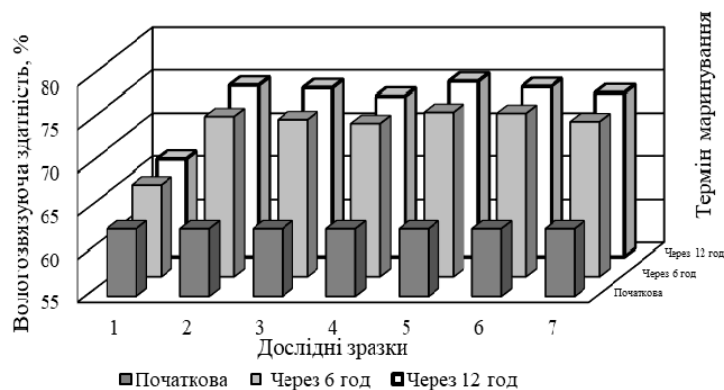


Рис. 3. Вологозв'язуюча здатність зразків м'ясних напівфабрикатів, %

За 12 год експонування м'яса у дослідних маринадах тенденція подібна. Інтенсивність збільшення ВЗЗ у контрольного зразку найменша – 5,47 %, тоді як у маринадів із соками – 19,11 % (аличевий) та 19,85 % (вишневий), 17,09–18,85 % – решти маринадів.

При чому залежність між значенням цієї технологічної характеристики та складом маринаду достатньо виражена, як і залежність від концентрації органічних кислот у маринаді. Найкращі результати

зафіксовані у зразків 2 та 7 (відповідно: 19,11 та 19,85 %).

Аналіз результатів досліджень ВЗЗ свинини, що витримувалась у маринадах 6 год, вологозв'язуюча здатність збільшилася порівняно з вхідною сировиною – 64,03 %: у контрольного зразку на 7,64 %; у зразків із соками аличі та вишні – на 18,42 та 19,24 %, відповідно; у зразків із соками, розведеними за гідромодулем 1:1 № 3 та 8 – на 17,86 та 19,03 %, відпо-

відно; у зразків із соками, розведеними за гідромодулем 2:1 № 4 та 9 – на 17,13 та 17,48 %, відповідно.

Залежність між значенням цієї технологічної характеристики та складом маринаду достатньо виражена, як і залежність від концентрації органічних

кислот у маринаді. Найкращі результати зафіксовані у зразків 2 та 7 (відповідно: 20,09 та 20,84 %).

Результати дослідження ВУЗ м'ясних напівфабрикатів наведені на [рисунку 4](#).

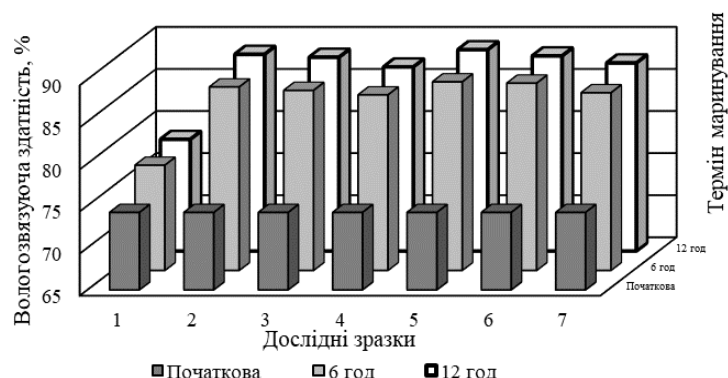


Рис. 4. Вологоутримуюча здатність зразків м'ясних напівфабрикатів, %

Показники ВУЗ вхідної сировини: 74,21 %, у процесі маринування показники збільшилися до 88,92 %.

Аналізуючи показник ВУЗ напівфабрикатів необхідно відмітити, що значення показника у всіх зразках дослідних маринадів було досить високе вже за 6 год маринування 85,86% порівняно з контролем – 77,50 %. А зміни ВУЗ контролю порівняно з вхідною характеристикою сировини склали лише 4,44 % за 6 год маринування та 5,45 % за 12 год маринування.

Відмічено, що маринади на основі соку вишні де-що більше впливають на збільшення ВУЗ м'яса, різниця становить 0,21–1,16 %.

Збільшення значення показника для контролю становило 2,52 % за 6 год та 3,46 % за 12 год. У залежності від складу маринаду та концентрації у ньому соків (і органічних кислот) коливалося у межах 13,72–15,77 %, що більше в 5,22–5,84 рази.

Аналіз проведених експериментів показав, що технологічні показники напівфабрикатів після витримки у маринадах 12 год мають більше значення, ніж показники дослідних зразків, що маринувалися 6 год. При чому із збільшенням концентрації органічних кислот у маринадах приріст значення збільшувався, тобто виявлена залежність є прямо пропорційною для досліджуваних об'єктів.

Висновки

У ході експериментальних досліджень встановлені рецептури маринадів та тривалість процесу маринування, які забезпечували найкращі фізико-хімічні та технологічні показники м'ясних напівфабрикатів.

За дослідженням процесів масообміну при витримці м'ясних напівфабрикатів у маринадах визначено, що найбільші втрати білків спостерігалися у контрольному зразку, а мінімальні – у зразках із маринадом на основі нерозбавлених соків (зразки 2 та 7), що пояснюється вищою концентрацією сухих речовин у маринадах.

Виявлена залежність ВУЗ від складу маринадів показує, що найкращі результати у зразків із

маринадами на основі соків аличі та вишні. Це можна пояснити тим, що у складі соків аличі та вишні є пектини та клітковина, які виступають пасивними вологозв'язуючими агентами, а органічні кислоти, які в них містяться, досить активно впливають на зміни агрегативного стану білків м'яса.

У зразках напівфабрикатів на основі розведених соків втрати білків менші, ніж у контролю, що забезпечує вищу біологічну цінність продуктів з них. Вміст вологи збільшується у всіх маринованих напівфабрикатах, інтенсивність процесу залежить від концентрації плодових соків у маринадах.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому планується дослідити зміну мікробіологічних показників залежно від виду маринаду та тривалості маринування. Дослідити вплив часу маринування на тривалість проведення теплової обробки в умовах закладів ресторанного господарства. Визначити ККТ на кожному етапі виробництва в умовах закладів ресторанного господарства.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bal-Prylypko, L. (2012). Innovatsiini tekhnolohii yakisnykh ta bezpechnykh miasnykh vyrobiv: monohrafiia. Kyiv: NUBiP (in Ukrainian).
- Bazhenova, B. A., Zhamsaranova, S. D., Zabalueva, Yu. Yu., Gerasimov, A. V., & Zambulaeva, N. D. (2020). Effects of lingonberry extract on the antioxidant capacity of meat paste. *Foods and Raw Materials*, 8(2), 250–258. DOI: 10.21603/2308-4057-2020-2-250-258.
- Bazhenova, B., Zhamsaranova, S., Zabalueva, Yu., Gerasimov, A. V., & Zambulaeva, N. (2020). Effects of lingonberry extract on the antioxidant capacity of meat paste. *Foods and Raw Materials*, 8(2), 250–258. DOI: 10.21603/2308-4057-2020-2-250-258.

- Borodai, A., Horobets, O., Khomych, G., Levchenko, Yu., & Matsuk, Yu. (2022). Use of fruit raw materials as sources of organic acids in the technology of small flat semi-finished. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30(4), 613–626. DOI: 10.15421/jchemtech.v30i4.260055.
- Bunruk, B., Siripongvutikorn, S., & Sutthirak, P. (2013). Combined effect of garlic juice and sa-tay marinade on quality changes of oyster meat during chilled storage. *Food and Nutrition Sciences*, 4(6), 690–700. DOI: 10.4236/fns.2013.46088.
- Khomych, H. P., Levchenko, Yu. V., Borodai, A. B., Haivoronska, Z. M., & Bondarchuk, V. S. (2020). Vykorystannia fruktovykh sokiv u tekhnolohii marynuvannia moreproduktiv. *Zbirnyk "Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli" seriia "Tekhnichni nauky"*, 1(96), 22–29. URL: <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/11078> (in Ukrainian).
- Khomych, H. P., Oliinyk, L. B., & Nakonechna, Yu. H. (2021). Optymizatsiia tekhnolohichnykh kharakterystyk miasnykh marynovanykh napivfabrykativ. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky*, 25, 127–135. DOI: 10.36477/2522-1221-2021-25-17 (in Ukrainian).
- Komoltri, P., & Pakdeechanuan, P. (2012). Effects of marinating ingredients on physicochemical, microstructural and sensory properties of golek chicken. *Int. Food Res. J.*, 19(4), 1449–1455. URL: [http://ifrr.upm.edu.my/19%20\(04\)%202012/23%20IFRJ%2019%20\(04\)%202012%20Pakdeechanuan%20\(023\).pdf](http://ifrr.upm.edu.my/19%20(04)%202012/23%20IFRJ%2019%20(04)%202012%20Pakdeechanuan%20(023).pdf).
- Nour, V. (2022). Effect of sour cherry or plum juice marinades on quality characteristics and oxidative stability of pork loin. *Foods*, 11(8), 1088. DOI: 10.3390/foods11081088.
- Peshuk, L., Ishchenko V., Shtyk I., & Ivanova T. (2014). Vykorystannia marynadiv na osnovi kharchovykh kyslot dlia pryhotuvannia napivfabrykativ z miasa dykoho kabana. *Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho*, 16(2(4), 164–170. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvlnu_2014_16_2%284%29__27 (in Ukrainian).
- Romazan, O. V., Strashynskyi, I. M., & Fursik, O. P. (2019). Vykorystannia marynadiv dlia miasnykh napivfabrykativ. *Naukovi problemy kharchovykh tekhnolohii ta promyslovoi biotekhnolohii v konteksti yevrointehratsii : prohrama ta tezy materialiv VIII Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii, 5-6 lystopada 2019 r., m. Kyiv. NUKhT*, 315–316. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/38955/1/315-317.pdf> (in Ukrainian).
- Semko, T., & Vlasenko, I. (2021). Tekhnolohiia miasa ta miasoproduktiv z elementamy NASSR: navchalnyi posibnyk. *Svit knyh* (in Ukrainian).
- Shalymynov, O. (2016). *Zbirnyk retseptur natsionalnykh strav ta kulinarnykh vyrobiv. TOV «Vydavnytstvo "Arii"»* (in Ukrainian).
- Shtonda, O., & Pasichnyi, V. (2019). Prospects of use of fruit-berry raw materials in the technology of meat natural semi-filled products. *Scientific Works of National University of Food Technologies*, 25(6), 194–200. DOI: 10.24263/2225-2924-2019-25-6-25.
- Shtonda, O., & Pasichnyi, V. M. (2019). Perspektyvy vykorystannia fruktovo-yahidnoi syrovyny u tekhnolohii miasnykh naturalnykh napivfabrykativ. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii. Kyiv: NUKhTT*, 25(6), 194–200. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/31185> (in Ukrainian).
- Sidor, A., & Gramza-Michałowska, A. (2019). Black chokeberry aronia melanocarpa L.–A qualitative composition. *Phenolic Profile and Antioxidant Potential Molecules*, 24(3710), 2–57. DOI: 10.3390/molecules24203710.
- Simonova, I., & Peshuk, L. (2023). Orhanichni kysloty yahidnoi syrovyny u fiziolohii kharchuvannia liudyny. *Grail of Science*, 25, 163–168. DOI: 10.36074/grail-of-science.17.03.2023.026 (in Ukrainian).
- Vidal, N. P., Manful, C., Pham, T. H., Wheeler, E., Stewart, P., Keough, D., & Thomas, R. (2020). Novel unfiltered beer-based marinades to improve the nutritional quality, safety, and sensory perception of grilled ruminant meats. *Food Chem*, 302, 125326. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125326.



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10114
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 621.315.592:541.135.5

Aging and degradation of transparent copper iodide thin film electrodes for functional electronic devices

B. Tsizh^{1,2✉}, I. Margolych³

¹Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

³A.A. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 15.01.2024

Received in revised form
19.02.2024

Accepted 20.02.2024

Kazimierz Wielki University in
Bydgoszcz, 30 Chodkiewicza,
Bydgoszcz, 85-064, Poland

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
50 Pekarska, 79010, Lviv, Ukraine.
Tel.: +38-032-239-26-35
E-mail: tsizhb@ukr.net

A.A. Bogomolets National Medical
University, 13, T. Shevchenko
boulevard, 01601, Kyiv, Ukraine.

Tsizh, B., & Margolych, I. (2024). Aging and degradation of transparent copper iodide thin film electrodes for functional electronic devices. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 91–96. doi: 10.32718/nvlvet-f10114

Transparent CuJ copper iodide thin-film electrodes are widely used in various optoelectronic devices, such as solar cells, electroluminescent displays, touch screens, multifunctional photoconverters, etc. Their advantages are high transparency, because CuJ absorbs light in a limited range of wavelengths, which allows them to transmit visible light, making them ideal for transparent devices, low cost, because copper iodide is an inexpensive material, making it economically viable for mass production, simplicity fabrication, as CuJ can be easily deposited on various substrates using simple film deposition techniques such as vacuum deposition and magnetron sputtering. However, transparent CuJ type thin-film electrodes are subject to aging and degradation, which can reduce their performance and service life. The main factors affecting the aging and degradation of CuJ are the processes of oxidation, diffusion, degradation under the influence of light, and humidity. Despite numerous studies in the direction of obtaining high-quality thin films of copper iodide, today there is a need for a detailed study of the processes of their aging and degradation of properties. Therefore, in this article, we investigated the degradation processes of transparent upper copper iodide electrodes of thin-film multicomponent semiconductor heterostructures. This article shows the features of the use of film copper iodide in multilayer thin-film semiconductor structures. The influence of atmospheric conditions and lighting on the values of the rates of degradation of electrical resistance of copper iodide in semiconductor thin-film structures was studied. It has been found that atmospheric exposure to oxygen, moisture and other factors increases the electrical resistance of the copper iodide top electrode, and the use of Elastosil sealant does not lead to appreciable improvement. Heterostructures in vacuum are minimally affected by external factors, and therefore a significant increase in their CuJ upper electrode resistance values indicates the predominant role of aging of copper iodide films, which is not related to atmospheric conditions. It was established that natural sunlight significantly increases the degradation of copper iodide films, which should be taken into account when forming and using the corresponding thin film structures.

Key words: copper iodide, upper electrodes, organic semiconductors, thin films, production methods, phthalocyanines.

Старіння і деградація прозорих тонкоплівкових електродів йодиду міді для функціональних пристроїв електронної техніки

Б. Циж^{1,2✉}, І. Марголич³

¹Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

³A.A. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

Прозорі тонкоплівкові електроди типу йодиду міді CuI широко використовуються в різних оптоелектронних приладах, таких як сонячні батареї, електролюмінесцентні дисплеї, сенсорні екрани, багатофункціональні фотоперетворювачі та ін. Їхніми перевагами є висока прозорість, оскільки CuI поглинає світло в обмеженому діапазоні довжин хвиль, що дозволяє їм пропускати видиме світло, роблячи їх ідеальними для прозорих пристроїв, низька вартість, бо йодид міді є недорогим матеріалом, що робить його економічно вигідним для масового виробництва, простота виготовлення, оскільки CuI можна легко наносити на різні підкладки за допомогою простих методів нанесення плівок, таких як вакуумне осадження та магнетронне розпилення. Однак прозорі тонкоплівкові електроди типу CuI схильні до старіння і деградації, що може призвести до зниження їхньої продуктивності та терміну служби. Основними факторами, що впливають на старіння і деградацію CuI є процеси окислення, дифузії, деградація під впливом світла, вологість. Незважаючи на численні дослідження в напрямку отримання високоякісних тонких плівок йодиду міді, на сьогоднішній день існує потреба детального вивчення процесів їхнього старіння і деградації властивостей. Тому в даній статті ми дослідили процеси деградації прозорих верхніх електродів йодиду міді тонкоплівкових багатокомпонентних напівпровідникових гетероструктур. В даній статті показані особливості застосування плівкового йодиду міді в багатошарових тонкоплівкових напівпровідникових структурах. Досліджено вплив атмосферних умов та освітлення на значення темпів деградації електроопору йодиду міді у напівпровідникових тонкоплівкових структурах. Встановлено, що дії атмосферних умов, пов'язані з киснем, вологістю та іншими факторами збільшують значення електричного опору верхнього електроду йодиду міді, а використання герметика еластосилу не веде до помітного покращення. Мінімальній дії зовнішніх факторів піддаються гетероструктури у вакуумі, і тому значне зростання їхніх значень опору верхнього електроду CuI свідчить про переважачу роль старіння плівок йодиду міді, не пов'язаного з атмосферними умовами. Встановлено, що природне сонячне світло значно посилює деградацію плівок йодиду міді, що слід враховувати при формуванні і використанні відповідних тонкоплівкових структур.

Ключові слова: йодид міді, верхні електроди, органічні напівпровідники, тонкі плівки, технологічні методи отримання, фталоціаніни.

Introduction

Transparent CuI copper iodide thin-film electrodes are widely used in various optoelectronic devices, such as solar cells, electroluminescent displays, touch screens, multifunctional photoconverters, etc. Their advantages are high transparency, as CuI absorbs light in a limited range of wavelengths, allowing them to transmit visible light, making them ideal for transparent devices, low cost, as CuI is an inexpensive material, making it cost-effective for mass production, ease of fabrication, as CuI can be easily deposited on various substrates using simple film deposition methods such as vacuum deposition and magnetron sputtering (Frey & Khan, 2015; Davydenko et al., 2016; Konakov et al., 2021).

However, transparent CuI type thin-film electrodes are subject to aging and degradation, which can reduce their performance and service life. The main factors affecting the aging and degradation of CuI are oxidation processes, since CuI can oxidize in air, which leads to the formation of CuO, which is not conductive and can deteriorate the transparency of the electrode, diffusion, since copper and iodine ions can diffuse from CuI into other layers of the device, which can lead to short circuits and other problems, light degradation, because CuI can degrade when exposed to UV light, which can reduce the conductivity and transparency of the electrode, humidity, because CuI can absorb moisture from the air, which can lead to corrosion and degradation of the electrode. In the processes of aging and degradation of copper iodide thin films, their thickness and topology are also important factors. Thus, in the experiments on the production of CuI films by iodination, it was established that as the film thickness increased, the size of the grains increased, and the shape of the grains changed from regular hexagonal to triangular, in particular, atomic force microscope studies showed that the rms roughness of samples of different thicknesses varied from 58.6 nm to 101 nm (Zhang et al., 2016). The mentioned authors investigated the decomposition of iodine indirectly by analyzing the relative intensity of the luminescence peaks of various defects in the photoluminescence spectra. The decomposition of iodine leads to a

change in the type and density of defect states in the films, which significantly affects the optoelectronic properties of the films, in particular, the electrical resistance of copper iodide with a thickness of 440 nm increased from 0.078 $\Omega \times \text{cm}$ to 0.165 $\Omega \times \text{cm}$ after decomposition. The results of the experiment show that iodine decomposes more sharply in thick samples. Decreasing the thickness of the films can weaken the decomposition of iodine, but obvious cracks and crystal discontinuities appear in samples with a small thickness. An in-depth analysis of photoluminescence and electrical resistance spectra shows that iodine decomposition can be directly related to surface roughness. By adjusting the film thickness, copper iodide films with structural integrity, good stability, and excellent photovoltaic properties can be obtained.

The authors (Rahman et al., 2019) studied in detail the effect of temperature and liquid phase iodination on the electrical properties of CuI thin films obtained by centrifugation. Their research using SEM images shows that CuI thin films are polycrystalline in nature, iodine doping improves the crystal quality, and the surface uniformity of CuI thin films is increased by iodine doping. Doping with iodine also increases the conductivity, carrier concentration and mobility of the films, which was confirmed by Hall method studies. The temperature-dependent resistivity of CuI films shows a sharp drop at $\sim 80^\circ \text{C}$ for undoped films, while this behavior disappears for iodine-doped films. The optical transmittance and band gap of the iodine-doped films also increase, indicating high degeneracy of the films. Such results mean that CuI thin films doped with iodine are more resistant to aging and degradation processes.

In the research of the authors (Yang et al., 2016) it is shown that the degenerate electrical conductivity of p-type copper iodide thin films is achieved under iodine-enriched growth conditions, which provides record high conductivity values at room temperature – 156 C/sm for deposited CuI and 283 C/sm for iodine-doped CuI. At the same time, the films appear clear and exhibit a high transmittance of 60–85 % in the visible spectral range. The implementation of such simultaneously high conductivity and transparency increases the p-type Q factor: its

value increases from ~ 200 to $\sim 17000 \text{ M}\Omega^{-1}$. Polycrystalline CuJ thin films were deposited at room temperature by jet sputtering. Their electrical and optical properties were studied in comparison with other p-type transparent conductors and it was shown that aging and degradation processes slow down with this method of obtaining CuJ films.

The authors (Viloan et al., 2021) investigated the synthesis of CuJ thin films by low-energy ion bombardment using bipolar and conventional pulsed target configurations in combination with different substrate displacement techniques. For the bipolar method with a substrate with a floating potential, the minimum ion acceleration and the change in film growth were measured as the potential of the substrate holder increased to the level of the applied positive voltage. In contrast, the use of a bipolar method with a substrate at ground potential results in a similar ion current profile with a synchronized pulse offset with the same delay and time as the positive pulse. The observed differences in film growth can be explained not only by ion energy, but also by the type of ions (working gas vs. metal ions) that are accelerated either during the positive pulse or during substrate displacement. Thus, by selecting the technological parameters of production, it is possible to widely adjust both the properties and aging processes of condensates.

The authors (Bae et al., 2023) obtained highly conductive copper iodide films with excellent thermoelectric characteristics using spray printing technology. Compensating for the loss of iodine caused by sublimation or evaporation during the spray printing process, the addition of a small amount (1 at. %) of iodine (J_2) to the CuJ precursor solution was extremely effective in producing CuJ films exhibiting excellent electrical conductivity of $207.6 \text{ C}\times\text{sm}^{-1}$ and the power factor is $673.3 \text{ }\mu\text{W}\times\text{m}^{-1}\times\text{K}^{-2}$. Importantly, the added J_2 played a crucial role in increasing the electrical conductivity by providing iodide to improve the Cu to J stoichiometry in the CuJ films and improve crystallite growth. This efficient and simple approach to the fabrication of solution-processable transparent conductors has potential applications for the development of transparent conductive coatings with improved performance.

Methods to prevent aging and degradation of CuJ are also protective coatings, which applied to CuJ can help prevent oxidation, diffusion and degradation by light, vacuum sealing, since sealing the device can help prevent CuJ from oxidizing and absorbing moisture, adding impurities, since it can help to improve the resistance of CuJ to degradation. Research and development in this area is focused on the development of new materials and methods that can help improve the aging and degradation resistance of CuJ-type transparent thin-film electrodes. It is important to note that the rate of aging and degradation of CuJ depends on a number of factors, such as environmental conditions, material composition and manufacturing method, etc.

The aim of the study

Despite numerous studies in the direction of obtaining high-quality thin films of copper iodide, today there is a

need for a detailed study of the processes of their aging and degradation of properties. Therefore, in this article, we investigated the degradation processes of transparent upper copper iodide electrodes of thin-film multicomponent semiconductor heterostructures.

Material and methods

To study the processes of aging and degradation of transparent upper electrodes of copper iodide, we studied multicomponent thin-film heterostructures (HS) of organic semiconductors (OS) with cadmium sulfoselenides ($\text{SnO}_2/\text{CdS}_{0.6}\text{Se}_{0.4}/\text{OS}/\text{CuJ}$), which are promising active elements for multifunctional photoconverters. As OS, pentacene (Pn), lead phthalocyanine (PbPc) and chloroaluminum-chloro phthalocyanine (ClAlClPc) were used. In order to find out the causes of the aging processes, HS was stored in the dark and in a vacuum, in the dark and in the air, under direct sunlight, and also protected from the effects of external factors with the organosilicon sealant Elastosil 137–180, which is characterized by good moisture protection properties due to its high hygroscopicity and transparency in the ultraviolet and visible regions of the spectrum. Protection by elastosil from the influence of gases, in particular oxygen, is less effective than moisture, so it is possible to predict weak doping of CuJ and OS by O_2 molecules that diffuse through the sealant layer. Elastosyl was applied to the surface of HS immediately after removal from the vacuum chamber by a simple method of varnishing, and the samples were stored in the dark in the air. The parameters of the samples stored in a vacuum were measured in air, so it is necessary to take into account the partial effect of atmospheric conditions on the properties of HS. HS parameters, which were preserved under direct sunlight, were measured approximately at the time of maximum intensity of sunlight in order to avoid the influence of the effect of partial recovery during the night period. Measurements of the electrical resistance values of the upper R_{CuJ} copper iodide electrode were performed under illumination alternately from both sides with polychromatic light with an intensity of $750 \text{ W}\times\text{m}^{-2}$. At the same time, the resistance of $\text{SnO}_2/\text{OS}/\text{CuJ}$ sandwich structures, which were stored in the dark in air, was also measured. Previous studies have shown that the electrical and photoconductivity of our $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ films under the influence of atmospheric conditions for a long time (more than 1 year) practically do not change. Therefore, the degradation of the $\text{CdS}_{0.6}\text{Se}_{0.4}$ layers, which were part of the HS, was not studied separately.

One of the most used methods for depositing semiconductor thin films is thermal vacuum sputtering (Bunshah, 1994; Seshan, 2002; Frey & Khan, 2015; Ghanbari & Salavati-Niasari, 2021). The deposition of multicomponent thin films of chalcogenide semiconductors, linear polyacenes, metallophthalocyanines, as well as transparent upper copper iodide electrodes in our research was carried out in serial vacuum sputtering units of previous generations, such as URM 3.279.011 with a steam-oil high-vacuum pump and URM 3.279.047 with a high-vacuum ion-heter pump, as well as in a modern combined installation of vacuum sputtering of thin films manufactured by the company “Torr International” (USA) accord-

ing to previously described methods (Tsizh & Dziamski, 2019, 2020, 2022, 2023). It has been experimentally confirmed that high-quality films of organic semiconductors and copper iodide without heterogeneous inclusions, with properties close to single crystals, are deposited at low sputtering speeds. Therefore, the sputtering rate of OS was $0.5...1.0 \text{ nm}\cdot\text{s}^{-1}$. Control of sputtering speed and film thickness was carried out using the KST-1 ionization sensor, the work of which is based on the partial ionization of the material transferred to the substrate by an electron beam, and the measurement of the resulting ion current proportional to the density of the vapor phase, and, accordingly, the speed of film sputtering. For each substance, the sensor was calibrated based on the results of thickness measurements on an interference microscope MII-4.

Glass, quartz, sital and other plates were used for substrates. Substrates were heated using infrared radiation from quartz lamps, the temperature was controlled by chromel-alumelium thermocouples. To improve the quality and adhesion of condensates, chemical, and in some cases also ionization cleaning of substrates was carried out before sputtering. They used technology that allows for quick and effective removal of pollution, including organic nature. After preliminary degreasing with acetone, glass substrates were cleaned by boiling in a solution of hydrogen peroxide in the presence of ammonia, followed by washing in hot deionized water and drying in isopropyl alcohol vapors. For a more effective effect of detergents, ultrasonic excitation was used. In addition, before sputtering, thermal cleaning of the substrates was carried out in a vacuum by heating for half an hour at 623 K.

Control of sputtering speed and film thickness in the process of their growth was carried out by an optical method, which is based on the interference of passing light beams due to reflection from the boundaries of the film with the substrate and vacuum. At the same time, an increase in the physical thickness of the film by an amount equal to a quarter of the wavelength λ of light corresponds to an increase in the order of the interference extremum. Since in the area of transparency of films, the value of the refractive index is weakly dependent on λ , the interference pattern was extracted using an interference filter with a bandwidth of $\lambda = 774 \pm 15 \text{ nm}$, which increases the accuracy of measurements. In addition, in the area of film transparency, there are no undesirable processes of reducing the intensity of the interference pattern due to absorption. In the installations we use, optical control units are provided, which allow modulation, selection and amplification of the useful light signal, which ensured the measurement of the thickness of condensates with an accuracy of at least 10 nm at the extreme points and 20 nm between them.

In addition to controlling the thickness of the films during the sputtering process, the thickness was measured on an MII-4 interference microscope and on two-beam spectrometers. The Linnyk MII-4 microinterferometer made it possible to measure the height of irregularities in thin films, such as the etched edge, scratches and others from 0.1 to 5 μm with an accuracy of 6 % due to the use of the phenomenon of interference of pre-separated light beams reflected from the surface of the film and the sub-

strate, which emanate from a single source point. To increase the measurement accuracy, the thickness of films with $d < 0.5 \mu\text{m}$ was determined in parallel from the values of the difference in optical densities $D - D_0$. To do this, a wavelength was chosen on the spectral dependence D at which $0.5 < D < 2.0$ for films of a given composition with $0.1 < d < 0.5 \mu\text{m}$, and the value of d was specified based on the calibrated dependence $D(d)$. This made it possible to increase the accuracy of film thickness measurement to 4 % in the thickness range of $0.1...0.5 \mu\text{m}$.

Optical absorption spectra of polymer films were obtained using a modified two-beam optical spectrometer Specord M-400 with the following measurement parameters: spectral range: 200...900 nm, slit width: 1 nm, integration time: 1 s, scan step: 1 nm, recording speed: 10 nm/s. Optical beam of the spectrometer passed directly through the film and the substrate, was collimated and perpendicular to the surface of the film. Surface reflection when measuring spectra optical absorption was not taken into account because the relative changes. All measurements were performed at temperature $293 \pm 1 \text{ K}$. The analysis of the results was performed using a standard correlation program, in which the relative error in the entire measurement range did not exceed 1.5 %.

Results and discussions

The results of the research are presented in Tables 1–3 in the form of time dependences of the ratio of the initial resistance values of the CuJ upper electrode $R_{\text{CuJ}(0)}$ to their values $R_{\text{CuJ}(t)}$ at the time t of the measurements. Since the most significant changes occur in the first few tens of hours, the rates of degradation are presented in a semi-logarithmic scale. The first measurements were carried out within 1 hour after spraying, and the next ones – after approximately 10, 15, 20, 30, 50, 100, 200, 500, and 1000 hours. For greater reliability of the obtained data, there were at least three HS in each batch. The maximum deviations from the average values did not exceed 10 %.

Tables 1–3 present the rates of degradation of the resistance of the upper CuJ electrode of $\text{SnO}_2/\text{CdS}_{0.6}\text{Se}_{0.4}/\text{OS}/\text{CuJ}$ heterostructures. The following R_{CuJ} changes are characteristic of all HS. Over time, R_{CuJ} values first increase sharply and then more slowly, with minimal increases observed in vacuum in the dark, and maximal increases during storage in air under illumination. The rates of degradation of R_{CuJ} HS values in the dark in air occupy intermediate values. In HS covered with elastosil, the increase in R_{CuJ} values is almost no different from similar HSs without elastosil, and is not highlighted separately in the tables. It is interesting that the values of R_{CuJ} of HS, which were stored under sunlight after about 200 hours of exposure and sharp growth, begin to gradually decrease, and over time reach values of $(5-10) R_{\text{CuJ}(0)}$, which is better than for HS in the dark, and for HS with pentacene it is better than in a vacuum. Starting from 200 h. exposure, and especially after 500 h. the values of R_{CuJ} of all HS somehow stabilize at the level of $(5-20) R_{\text{CuJ}(0)}$. We observed an increase in R_{CuJ} above the values of $50 R_{\text{CuJ}(0)}$ only for HS that were stored in the air under sunlight in the time interval of 20–150 h. The maximum increase in R_{CuJ} of HS data was $10^3 R_{\text{CuJ}(0)}$.

Table 1

Degradation rates of electrical resistance of the CuJ upper electrode of the $\text{SnO}_2/\text{CdS}_{0.6}\text{Se}_{0.4}/\text{pentacene}/\text{CuJ}$ heterostructure in the dark in vacuum, in the dark in air, and under sunlight in air

R _{CuJ} (0)/ R _{CuJ} (t)	Exposure time, hours								
	10	15	20	30	50	100	200	500	1000
In the dark in a vacuum	0.85	0.68	0.48	0.42	0.40	0.38	0.32	0.18	0.11
In the dark in the air	0.79	0.54	0.32	0.34	0.27	0.17	0.13	0.14	0.08
With sunlight in the air	0.64	0.31	0.01	0.01	0.01	0.03	0.05	0.17	0.19

Table 2

Degradation rates of electrical resistance of the CuJ upper electrode of the $\text{SnO}_2/\text{CdS}_{0.6}\text{Se}_{0.4}/\text{lead phthalocyanine}/\text{CuJ}$ heterostructure in the dark in vacuum, in the dark in air, and under sunlight in air

$R_{CuJ}(0) / R_{CuJ}(t)$	Exposure time, hours								
	10	15	20	30	50	100	200	500	1000
In the dark in a vacuum	0.34	0.82	0.68	0.67	0.65	0.59	0.48	0.22	0.16
In the dark in the air	0.87	0.68	0.42	0.39	0.37	0.27	0.19	0.08	0.04
With sunlight in the air	0.74	0.42	0.11	0.01	0.01	0.02	0.03	0.11	0.12

Table 3

Degradation rates of electrical resistance of the CuJ upper electrode of the $\text{SnO}_2/\text{CdS}_{0.6}\text{Se}_{0.4}/\text{chloro-aluminum-chloro phthalocyanine}/\text{CuJ}$ heterostructure in the dark in vacuum, in the dark in air, and under sunlight in air

R _{CuJ} (0) / R _{CuJ} (t)	Exposure time, hours								
	10	15	20	30	50	100	200	500	1000
In the dark in a vacuum	0.86	0.61	0.62	0.698	1.08	0.82	0.52	0.25	0.13
In the dark in the air	0.75	0.39	0.18	0.21	0.19	0.11	0.09	0.05	0.03
With sunlight in the air	0.74	0.23	0.08	0.03	0.02	0.01	0.02	0.08	0.09

To explain the peculiarities of the degradation of R_{CuJ} values, the following processes must be taken into account: natural aging of CuJ films, changes in their properties under the influence of light and atmospheric conditions, possible interaction of CuJ with contacting OS. In addition, the topology of multi-layer HS leads to the formation of many folds of the upper layer in the places of the sharp edge of the films, the so-called «steps». At such bends, the thickness of the upper layer decreases, additional mechanical stresses are created, and degradation processes intensify. Therefore, minimal increases in R_{CuJ} values are observed for sandwich structures, in which the number of folds of the upper layer is less than in HS. Comparing the rates of degradation of R_{CuJ} values of HS, which were stored in different conditions, the following conclusions can be drawn. Atmospheric effects due to oxygen, moisture and other factors increase the R_{CuJ} value, and the use of elastosil sealant does not lead to appreciable improvement. HS in vacuum are minimally affected by external factors, and therefore a significant increase in their R_{CuJ} values indicates the predominant role of aging of CuJ films, which is not related to atmospheric conditions. Natural sunlight significantly increases the degradation of CuJ, and after approximately 500 hours of exposure, R_{CuJ} values are partially restored. Local extremes of some degradation rates can be explained by the superposition of different aging mechanisms. For example, the local decrease in R_{CuJ} values of HS $\text{SnO}_2/\text{CdS}_{0.6}\text{Se}_{0.4}/\text{ClAlClPc}/\text{CuJ}$ in vacuum (Table 3) can be explained by the temporary predominance of the processes of decreasing the R_{CuJ} value over their increase due to iodine desorption.

Thus, the conducted studies show the role of atmos-

pheric conditions and lighting in the processes of degradation of the CuJ upper electrode resistance and indicate the peculiarities of the use of film copper iodide for these purposes.

Conclusions

In this article, it is experimentally confirmed that the processes of aging and degradation of the resistance of the upper CuJ electrode in multicomponent heterostructures play a significant role in the formation of operational parameters of functional units of electronic equipment. Features of the use of film copper iodide in multilayer thin-film semiconductor structures are shown. The influence of atmospheric conditions and lighting on the values of the rates of degradation of electrical resistance of copper iodide in semiconductor thin-film structures was studied. Atmospheric exposure to oxygen, moisture, and other factors has been found to increase the electrical resistance of the CuJ top electrode, and the use of an elastosil sealant does not lead to appreciable improvement. Heterostructures in vacuum are minimally affected by external factors, and therefore a significant increase in their CuJ upper electrode resistance values indicates the predominant role of aging of copper iodide films, which is not related to atmospheric conditions. Natural sunlight significantly increases the degradation of copper iodide films, which should be taken into account when forming and using appropriate thin-film structures.

Prospects for further research. In further research, it is necessary to continue the optimization of methods for obtaining thin-film electrodes of multicomponent struc-

tures of organic and inorganic semiconductors in order to improve their properties.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Bae, E. J., Kim, J., Han, M., & Kang, Y. H. (2023). Precision Doping of Iodine for Highly Conductive Copper(I) Iodide Suitable for the Spray-Printable Thermoelectric Power Generators. *ACS Materials Lett.*, 5(8), 2009–2018. DOI: 10.1021/acsmaterialslett.3c00315.
- Bunshah, R. F. (1994). *Handbook of Deposition Technologies for Films and Coatings*. New Jersey, Noyes Publication. URL: <https://www.elsevier.com/books/handbook-of-deposition-technologies-for-films-and-coatings/bunshah/978-0-8155-1337-7>.
- Davydenko, N. A., Ishchenko, A. A., & Kuvshynskiy, N. G. (2016). *Fotonika molekularnyh poluprovodnikovyh kompozitov na osnovie organicheskikh krasiteliev: monografiya*. Kyiv, Naukova dumka. URL: <http://photonics.kiev.ua/images/mon3.pdf> (in Ukrainian).
- Frey, H., & Khan, H. R. (2015). *Handbook of Thin Film Technology*, Springer Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-642-05430-3.
- Ghanbari, M., & Salavati-Niasari, M. (2021). Copper iodide decorated graphitic carbon nitride sheets with enhanced visible-light response for photocatalytic organic pollutant removal and antibacterial activities. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 208, 111712. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2020.111712
- Hosokawa, M., Naito, M., Nogi, K., & Yokoyama, T. (2008). *Nanoparticle Technology Handbook*. New York, Elsevier B.V. DOI: 10.1016/B978-0-444-53122-3.X5001-6.
- Konakov, A. O., Dremova, N. N., Khodos, I. I., Koch, M., Zolotukhina, E. V., & Silina, Y. E. (2021). One-Pot Synthesis of Copper Iodide-Polypyrrole Nanocomposites. *Chemosensors*, 9(3), 56–68. DOI: 10.3390/chemosensors9030056.
- Rahman, M., Newaz, M. A., Mondal, B. K., Kuddus, A., Karim, M. A., Rashid, M. M., Rubel, M. H. K., & Hossain, J. (2019). Unraveling the electrical properties of solution-processed copper iodide thin films for CuI/n-Si solar cells. *Materials Research Bulletin*, 118, 110518. DOI: 10.1016/j.materresbull.2019.110518.
- Seshan, K. (2002). *Handbook of Thin Film Deposition Processes and Techniques*. New York, Noyes Publication / William Andrew Publication. URL: <https://www.elsevier.com/books/handbook-of-thin-film-deposition/seshan/978-1-4377-7873-1>
- Tsizh, B., & Dziamski Z. (2019). *Technological Methods of Forming Thin Semiconductor Layers. Part 1. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 21(91), 20–24. DOI: 10.32718/nvlvet-f9104.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2022). Obtaining thin films of multicomponent inorganic semiconductors under quasi-equilibrium conditions. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 24(97), 3–8. DOI: 10.32718/nvlvet-f9701.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2019). *Technological Methods of Forming Thin Semiconductor Layers. Part 2. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 21(92), 3–7. DOI: 10.32718/nvlvet-f9201.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2020). *Technological Methods of Forming Thin Semiconductor Layers. Part 3. Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 22(93), 15–17. DOI: 10.32718/nvlvet-f9303.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2023). Obtaining thin films of multicomponent inorganic semiconductors under quasi-equilibrium conditions. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*. Series: Food Technologies, 25(99), 14–19. DOI: 10.32718/nvlvet-f9903.
- Viloan, R. P. B., Helmersson, U., & Lundin, D. (2021). Copper thin films deposited using different ion acceleration strategies in HiPIMS. *Surface and Coatings Technology*. 422, 127487. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2021.127487.
- Yang, C., Kneib, M., Lorenz, M., & Grundmann, M. (2016). Room-temperature synthesized copper iodide thin film as degenerate p-type transparent conductor with a boosted figure of merit. *PNAS*, 113(46), 12929–12933. DOI: 10.1073/pnas.1613643113.
- Zhang, K. X., Wang, S. W., Zhang, Y. W., & Yi, L. X. (2021). The influence of thickness on morphology and iodine decomposition in Copper(I) Iodide film. *Thin Solid Films*, 733, 138827. DOI: 10.1016/j.tsf.2021.138827.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10115
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 006.032:664.955:597.552.51

Assessment of quality and safety of red caviar of salmon fish

L. Korol-Bezpalá✉, I. Bezpalýi, L. Bondarenko, A. Korol, S. Narizhnyy

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 22.01.2024
Received in revised form
26.02.2024
Accepted 27.02.2024

Bila Tserkva National Agrarian
University, Pl. Soborna 8/1,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel.: +38-098-551-42-50
E-mail: lesy25@ukr.net

Korol-Bezpalá, L., Bezpalýi, I., Bondarenko, L., Korol, A., & Narizhnyy, S. (2024). Assessment of quality and safety of red caviar of salmon fish. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 97–102. doi: 10.32718/nvlvet-f10115

The health of the body largely depends on the necessary goods in the human diet. Therefore, quality and safety indicators are essential in monitoring their suitability. Red salmon caviar is no exception; it is considered a valuable food product and, due to its high price – a delicacy. Typically, this type of product must meet all regulatory requirements, which allows it to be safely used in the human diet. In terms of nutritional value, red caviar contains complete proteins, easily digestible fats, minerals, and vitamins, and its content is superior to that of some types of food products, even fish meat. The article presents the results of studies of organoleptic, physico-chemical, and microbiological indicators and the content of preservatives in salmon red granular salted caviar of 1st and 2nd grades sold in retail chains and markets in the Kyiv region. The study was carried out in laboratory conditions at the Research Institute of Food Technologies and Technologies for processing livestock products of the BNAU and the central testing state laboratory of the State Consumer Service (Vishnevoe). All indicators were determined using different methods intended for each indicator. Therefore, it was found that the organoleptic indicators of red caviar in both varieties corresponded to standard values. The mass fraction of sodium chloride and hexamine was within the normal range and did not exceed the standard indicators: sodium chloride – 8,57 % and 7,14 %, respectively (grades 1 and 2); methenamine – 70 % and 60 %, respectively (grades 1 and 2). According to microbiological indicators, the experimental samples showed that the number of MAFAnM did not exceed 1×10^2 CFU/g in both varieties, and the presence of yeast and mold fungi was detected no more than 10 CFU 1,0 g, which is 3 times less than the norm. The content of preservatives E200 1st and 2nd grades of red caviar was 0,07 % and 0,04 %, and E210 (1st and 2nd grades) 0,05 % and 0,03 %. Thus, all studied samples of red granular salmon caviar meet standard values for all indicators of quality and food safety.

Key words: salmon caviar, food product, organoleptic characteristics, microbiological studies, preservatives.

Оцінка якості та безпечності червоної ікри лососевих риб

Л. П. Король-Безпала✉, І. Ф. Безпалій, Л. В. Бондаренко, А. П. Король, С. А. Наріжний

Білоцерківський національний аграрний університет, м Біла Церква, Україна

Здоров'я організму в значній мірі залежить від корисних продуктів у харчуванні людини. А тому показники якості та безпечності є важливим елементом контролю придатності їх до вживання. Не виключенням є червона ікра лососевих, яка вважається цінним харчовим, а завдяки високій ціні – делікатесним продуктом. Звичайно такий вид продукту повинен відповідати всім нормативним вимогам, що дає можливість безпечно використовувати в раціоні людини. За показниками поживної цінності червона ікра містить повноцінні білки, легкозасвоювані жири, мінеральні речовини та вітаміни, а їх вміст перевищує деякі види харчових продуктів, навіть м'ясо риби. У статті представлені результати досліджень органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників та вмісту консервантів у лососевій червоній зернисто солоній ікрі 1 та 2 ґатунку, що реалізується в мережах торгових підприємств та ринках Київської області. Дослідження проводили в лабораторних умовах Науково-дослідного інституту харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва БНАУ та Центральній випробувальній державній лабораторії Держспоживслужби (м. Вишневе). Усі показники визначали за різними методиками, які призначені для кожного показника. Тому було виявлено, що за органолептичними показниками червоної ікри обох ґатунків відповідала нормативним значенням. Масова

частка хлористого натрію та уротропіну була в межах норми і не перевищували показники стандарту: хлористий натрій – 8,57 % та 7,14 % відповідно (1 та 2 гатунки); уротропін – 70 % та 60 % відповідно (1 та 2 гатунки). За мікробіологічними показниками дослідні зразки показали: кількість МАФАНМ не перевищувала 1×10^2 КУО/г в обох гатунках, наявність дріжджів та пліснявих грибів виявлено не більше 10 КУО 1,0 г, що у 3 рази менше норми. Вміст консервантів E200 1 та 2 гатунків червоної ікри становили 0,07 % і 0,04 %, і E210 (1 та 2 гатунки) 0,05 % і 0,03 %. Таким чином, всі досліджувані зразки червоної зернистої лососевої ікри за всіма показниками якості та безпечності харчового продукту відповідають нормативним значенням.

Ключові слова: ікра лососевих риб, харчовий продукт, органолептичні показники, мікробіологічні дослідження, консерванти.

Вступ

Сучасне та традиційне харчування в значній мірі впливає на людей різних вікових груп і визначає їх стан здоров'я, благополуччя, нормальний розвиток, життєдіяльність та сприяє здоровому довголіттю, а також омолодженню організму (Telezhenko et al., 2018; Tsokalo, 2022).

Незважаючи на безмежний асортимент великого вибору харчових продуктів, більшість населення України має бажання споживати якісну та безпечну їжу. Їжа для людського організму є невід'ємною частиною життєдіяльності та є джерелом енергії. Правильне перетравлення і засвоєння харчових продуктів впливає на функціонування організму, тому для споживачів, склад та якість мають велике значення (Kleshchev et al., 2011; Pavlotska et al., 2019).

Одним із таких цінних харчових продуктів, який легкозасвоюється, містить у своєму складі велику кількість білків (20–35 %), жирів (12–15 %), мінеральних речовин (1,2–1,9 %) та вітамінів різних груп (12–20 %) є червона ікра лососевих риб (Cherevko et al., 2022; Birta et al., 2023).

Ікра за своїми смаковими властивостями є одним із найкращих рибних продуктів, а також за великою кількістю компонентів і поліненасичених жирних кислот, що входять до її складу є корисною для організму людини, зміцнює імунну систему, поліпшує діяльність мозку, впливає на гемоглобін, підтримує зір, знижує ризик тромбозу та деяких видів раку (Dyman et al., 2022; Nedashkivska & Merzlova, 2022).

Червону ікру отримують із різних видів риб сімейства лососевих: горбуші, нерки, кети, сьомги, кіжучі, форелі, чавичі, симі, балтійського лосося та інших видів. Крім того, дані представники родини лососевих є цінними видами промислових риб (Hnitsevych, 2022; Kravtsova et al., 2022).

Свіжа ікра за своїми властивостями поділяється на перший і другий ґатунок. До першого ґатунку відносять продукт, отриманий з найкращих ястиків, що мають в середині щільної та якісної оболонки вже дозріле, розсипчасте, однорідного кольору та іншими органолептичними показниками зерно.

Червона ікра другого ґатунку за своїми смаковими властивостями нічим не відрізняється від першого, але є зовнішні відмінності: ослаблена і тонка оболонка ястика, розсипчасте і слабе зерно, неоднакове по розміру і кольору (Sharylo et al., 2016; Yatsenko et al., 2017; Harkavenko & Malimon, 2018).

За технології приготування червоної ікри використовують ястики одного виду риб, не допускаючи перемішування з ікрою інших лососевих риб. Також, за виробництва зернистої лососевої ікри не застосовують ястики, які втратили свою консистенцію, мають

зміни в зовнішньому вигляді, покриті слизом, в'ялі та мають певну кількість мутних непрозорих ікринок, що злипаються між собою. До структури ікринок входять оболонки, де містяться жирові крапельки та інші включення, протоплазми, а також ядра. Ікринки повинні мати кулясту форму (Danko & Yavorska, 2017; Hrehirchak et al., 2018).

Технологічний процес обробки ястиків досить трудомісткий та вибагливий, який потребує дотримання послідовного виконання всіх операцій щодо відокремлення ікринок.

Свіжа ікра є нестійким продуктом, який не може довго зберігатися. Тому для максимального подовження терміну зберігання такого ексклюзивного продукту, використовують різні методи, один з яких найпоширеніший – метод консервування (Dyman & Mazur, 2011; Solomon et al., 2020).

Консервування – це один із методів, який призначений для зберігання харчового продукту та попередження його псування мікроорганізмами. Такий метод дає змогу знищити, або частково припинити життєдіяльність мікрофлори.

Залежно від якості та способу обробки ікри-сирцю, існує декілька способів консервування ікри: соління сухою сіллю або насиченим сольовим розчином; просолена в гарячому сольовому розчині, з подальшим пресуванням; соління з використанням високої температури; соління із наступним в'яленням.

За показниками якості зерниста лососева ікра ділиться на 1 (вміст солі від 4 до 6 %) та 2 (вміст солі від 4 до 8 %) ґатунки (Perfilova & Zhakun, 2017; Floka & Marchenko, 2023; Samokhvalova et al., 2023).

Мета дослідження

Метою даних досліджень є оцінка якості та безпечності червоної зернистої соленої ікри 1 та 2 ґатунку, що реалізуються в мережах торгових підприємств та ринках Київської області.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводились в умовах Науково-дослідного інституту харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету, а також в Центральній випробувальній державній лабораторії Держспоживслужби в Київській області та м. Києві.

Матеріалом для лабораторних випробувань були зразки червоної зернистої соленої ікри лососевих риб (горбуші) 1 та 2 ґатунку від 0,05–0,6 кг, які реалізуються в торговельних мережах та на ринках Київської області (рис. 1).



Рис. 1. Дослідні зразки червоної ікри

Органолептичні показники продуктів (запах, зовнішній вигляд, колір, консистенція, наявність сторонніх домішок, смак) оцінювали за [ТУУ 15.2-36972322-001:2010](#). Фізико-хімічні показники визначали за допомогою [DSTU 8031:2015](#) аргентометричним методом.

Мікробіологічні дослідження здійснювали згідно методик: [DSTU ISO 4833:2006](#), [MV 15.2-5.3-005-2007](#), [DSTU FprEN ISO 6579-1:2016](#), [ISO 11290-1:2017](#).

Ріст та кількість МАФАНМ встановлювали чашковим методом бактеріальних посівів зразків на поживні середовища. Також наявність бактерій групи кишкової палички встановлювали за допомогою висіву на середовище Кода.

Присутність патогенних мікроорганізмів встановлювали шляхом посівів на середовище Вільсона-Блера. Для виявлення *Staphylococcus aureus* використовували жовтково-сольовий агар, щоб ідентифікувати *L. monocytogenes* застосовували спеціальні селективні та диференційно-діагностичні середовища.

Для визначення та ідентифікації росту колоній дріжджів і пліснявих грибів, застосовували розведення продукту гомогенату на середовищах агар Сабуро, а також Чапека, згідно методичних вказівок ([MV 15.2-5.3-005:2007](#)).

Також крім мікробіологічних показників в ікрі, встановлювали наявність консервантів, які можуть впливати на смакові властивості та людський організм. Вміст бензойної (Е 210) та сорбінової кислоти (Е 200) визначали спектрометричним методом за [DSTU 5050:2008](#).

Результати та їх обговорення

Для органолептичних показників ікри лососевої зернистої соленої 1 і 2 гатунку, відбирали зразки продукту без наявності шматочків плівки від ястиків, а також однакові за розміром ікринок. Запах обох зразків був приємний, без лишніх присмаків, мав відповідний ікорний аромат, який відповідав вимогам згідно [ТУУ 15.2-36972322-001:2010](#).

За зовнішніми ознаками червона ікра лососевих риб була одного виду (горбуші), однорідна за кольором, ікринки були чисті без згустків крові та плівок. У II гатунку були поодинокі, незначні оболонки ікринок-лопанцю, а також зустрічалося розсипчасте і слабе зерно (табл. 1).

Таблиця 1

Органолептичні показники червоної ікри лососевої зернистої 1 та 2 гатунку, k = 4

Найменування показника	Ікра 1 гатунку	Ікра 2 гатунку
Запах	Приємний, ікорний, без хибних присмаків	Приємний, ікорний, слабкий присмак
Зовнішній вигляд	Одного виду, однорідна за кольором, зерниста, без плівок і згустків крові, поодинокі оболонки ікринок-лопанцю	Одного виду, однорідна за кольором, зерниста, без плівок і згустків крові, присутній ікринок-лопанцю, розсипчасте і слабе зерно
Колір	Світло-червоний	Світло-червоний
Консистенція	Ікринки пружні із злегка вологою блискою поверхнею, ікорні зерна відділяються одна від одної	Ікринки пружні і злегка слабкі, ікорні зерна розбористі, незначна в'язкість
Наявність сторонніх домішок	Не виявлено	Не виявлено
Смак	Приємний, властивий ікрі даного виду риби	Приємний, властивий ікрі даного виду риби, слабкий присмак гіркоти

Наявність світло-червоно кольору спостерігалась однакова в обох зразках, що притаманний даному виду ікри.

За показниками консистенції всі ікринки були вже зрілі, а також мали пружну та злегка вологу поверхню. Ікорні зерна гарно відділялись одне від одного, що відповідає вимогам, лише в 2 гатунку спостерігалась незначна в'язкість та злегка слабкі ікринки. Наявність сторонніх домішок заборонена, а також не виявлена в обох гатунках червоної ікри.

Гарні смакові властивості спостерігалися в обох зразках. Був дуже виражений приємний смак, лише в 2 гатунку проявлялось незначне вираження гіркоти. Такий присмак проявився через те що 2 гатунку зберігався у бочковій тарі, де утворилась невеличка кірка, що посприяла підвищенню такої смакової властивості.

Також була встановлена середня бальна оцінка даних зразків за органолептичними показниками (рис. 2).

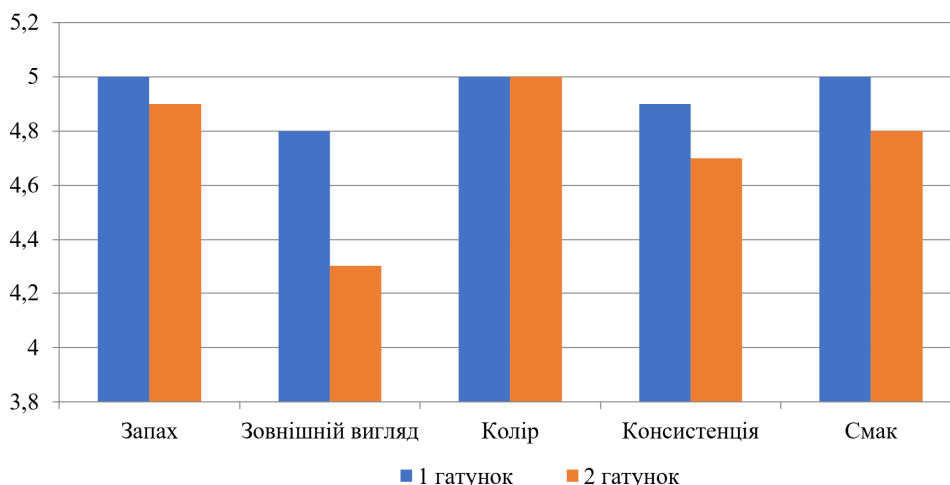


Рис. 2. Показники якості ікри червоної 1 і 2 гатунків, бал

За показниками середньої бальної оцінки зразків ікри, бачимо, що 1 гатунок має 4,94 бали, а 2 гатунок 4,68 бали. Експертно встановлено, що за всіма органолептичними показниками червона ікра лососева зернисто солена відповідає вимогам гатунків та якісним показникам даного виду харчового продукту.

У результаті досліджень фізико-хімічних показників (кухонної солі) встановлено, що за нормативними документами масової частки хлористого натрію повинна знаходитись в межах від 3,0 до 7,0 % (табл. 2).

Виявлено, що обидва зразки відповідають показники норми за масовою часткою хлористого натрію.

Відповідно 1 та 2 гатунки ікри на 8,57 % та 7,14 % не перевищують максимальної (7 %) норми.

Масова частка уротропіну в червоній ікрі обох гатунків не повинна перебільшувати 0,1 %. Тому було встановлено, що в 1 гатунку вміст уротропіну становив 0,03 %, що на 70 % був менший норми. Аналогічно, в зразках 2 гатунку (0,04 %) на 60 % не перебільшував показник норми.

Для подальшого встановлення якості червоної ікри різних гатунків проводили мікробіологічні дослідження згідно методик (табл. 3), шляхом підготовки розведень (10^{-1} 10^{-4}), посівів на середовищах, інкубацією та підрахунками колоній, що вирости.

Таблиця 2

Фізико-хімічні дослідження ікри червоної, $M \pm m$, ($k = 4$)

Показники	Норма у %	Ікра 1 гатунку	Ікра 2 гатунку
Масова частка хлористого натрію, %	3,0–7,0	$6,40 \pm 0,08$	$6,50 \pm 0,06$
Масова частка уротропіну, %	не більше 0,1	$0,03 \pm 0,003$	$0,04 \pm 0,004$

Таблиця 3

Мікробіологічні дослідження червоної ікри лососевих риб 1 та 2 гатунку ($k = 4$)

Показники	МДР за нормативними документами	Ікра 1 гатунку	Ікра 2 гатунку
КМАФАнМ, КУО в 1,0 г	Не більше 5×10^4	$< 1 \times 10^2$	$< 1 \times 10^2$
БГКП (коліформи) 0,001 г	Не допускається	-	-
Патогенні мікроорганізми, т.ч. сальмонели в 25 г	Не допускається	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i> в 0,01 г	Не допускається	-	-
<i>L. monocytogenes</i> в 25 г	Не допускається	-	-
Дріжджі, КУО в 1,0 г	Не більше 30,0	< 10	< 10
Плісняві гриби, КУО 1,0 г	Не більше 50,0	< 10	< 10

У обох пробах досліджених зразків загальна кількість МАФАнМ не перевищує 1×10^2 КУО/г. За нормативними вимогами [DSTU ISO 4833:2006](#) у харчових продуктах КМАФАнМ не повинен перевищувати 5×10^4 КУО/г.

Встановлено, що за санітарними вимогами ([MV 15.2-5.3-005-2007](#)) у досліджуваних зразках, не виявлено вмісту БГКП (коліформи), а також патогенних мікроорганізмів т.ч. сальмонела в 25 г ([DSTU FprEN ISO 6579-1:2016](#)).

Також дослідження показали, що згідно вимог [MV 15.2-5.3-005-2007](#) і [ISO 11290-1:2017](#) у зразках червоної ікри 1 та 2 гатунків не виявлено *Staphylococcus aureus* в 0,01 г і *L. monocytogenes* в 25 г.

Виявлено, що кількість дріжджів (КУО в 1,0 г) у дослідних зразках становили не більше 10 КУО 1,0 г, що у 3 рази менше ніж до норми. Також згідно вимог наявність пліснявих грибів (КУО 1,0 г) було в межах нормативних значень (не більше 50,0) та не перевищували 10 КУО 1,0 г, що підтверджує якість та безпеку.

чність готового продукту згідно всіх нормативних вимог.

У результаті досліджень було встановлено наявність консервантів сорбінової (Е200) та бензойної (Е210) кислот у відібраних зразках, вміст яких не перевищував 0,1%, а така кількість не має негативно-го впливу на людський організм (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст консервантів в червоній ікрі лососевих риб, $M \pm m$, ($k = 4$)

Показники	Норма у %	Ікра 1 гатунку	Ікра 2 гатунку
Масова частка сорбінової кислоти (Е 200), %	не більше 0,1	$0,07 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,02$
Масова частка бензойної кислоти (Е 210), %	не більше 0,1	$0,05 \pm 0,01$	$0,03 \pm 0,03$

Відповідно масова частка бензойної кислоти в обох зразках, також відповідала нормативному значенні і становила 0,05 % і 0,03 %, що на 50 % та 70 % не перевищувала межі норм.

Висновки

1. Виявлено, що за органолептичними показниками бальна оцінка червоної ікри 1 гатунку становить 4,94 бали, відповідно 2 гатунку – 4,68 бали. За показниками масової частки хлористого натрію ікра 1 та 2 гатунків становила 8,57 % та 7,14 %, що відповідає стандарту та не перевищували нормативні значення. Вміст уротропіну був в межах та становив, відповідно, 0,03 та 0,04 %.

2. Мікробіологічні показники були в межах норм, загальна кількість МАФАНМ в обох гатунках не перевищувала 1×10^2 КУО/г. Також наявність дріжджів та пліснявих грибів становили не більше 10 КУО 1,0 г у межах норми.

3. Встановлено, що вміст консервантів сорбінової кислоти (Е200) в червоній ікрі 1 і 2 гатунків становить, відповідно, 0,07 % і 0,04 %, що на 30 % та 60 % менше за норму. Вміст бензойної кислоти (Е210) в дослідних зразках становив, відповідно, 0,05 % і 0,03 %, що на 50 % та 70 % менше за норму.

4. Досліджувані зразки червоної лососевої (горбуші) ікри за органолептичними (ТУУ 15.2-36972322-001:2010), фізико-хімічними (DSTU 8031:2015), мікробіологічними показниками (MV 15.2-5.3-005:2007) та консервантами (DSTU 5050:2008) відповідають показникам норм стандартів.

Перспективи подальших досліджень. Перспективним дослідженням є визначення вмісту пестицидів, радіонуклідів та токсичних елементів у складі червоної ікри лососевих риб.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Birta H. O., Burhu, Yu. H., & Floka, L. V. (2023). *Identyfikatsiia produktii z vodnykh biolohichnykh resursiv. Materialy Kh Mizhn. nauk. internet-konferentsii "Aktualni problemy teorii i praktyky ek-*

За даними **таблиці 4** бачимо, що кількість консервантів знаходиться в межах норми (0,07 % і 0,04 %). Встановлено, що за показниками масової частки сорбінової кислоти ікра 1 та 2 гатунків не перевищують нормативне значення на 30 % та 60 %.

spertyzy tovariv": Poltava, PUET, 57–59. URL: http://dspace.puet.edu.ua/bitstream/123456789/12830/1/Бирта_Бургу_Флока.pdf (in Ukrainian).

Cherevko, O. I., Krainiuk, L. M., & Kasilova, L. O. (2015). *Metody kontroliu yakosti kharchovoi produktsii: navchalnyi posibnyk: pidruchnyk. Sumy, VTD "Universytetska knyha" (in Ukrainian).*

Cherevko, O., Krainiuk, L., & Kasilova, L. (2022). *Metody kontroliu yakosti kharchovoi produktsii: navch. posibnyk.: Sumy, VTD "Universytetska knyha" (in Ukrainian).*

Danko, T. I., & Yavorska, N. P. (2017). *Identyfikatsiia tovariv: sutnist ta osnovni tovaroznavchi aspekty. Ekonomika i suspilstvo, 9, 391–395. URL: https://economyandsociety.in.ua/journals/9_ukr/67.pdf (in Ukrainian).*

DSTU 5050:2008 (2008). *Produkty kharchovi. Vyznachannia pidsolodzhuvachiv, konservativ ta kofeinu metodom vysokoelektyvnoi ridynnoi khromatohrafi. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=85156 (in Ukrainian).*

DSTU 8031:2015 (2015). *Ryba ta rybni produkty. Metody vyznachennia khlorydu. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81128 (in Ukrainian).*

DSTU FprEN ISO 6579-1:2016. (2015). *Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalniy metod dlia vyivlennia, pererakhuvannia ta serotypuvannia Salmonella. Chastyna 1. Vyivlennia Salmonella spp. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=101696 (in Ukrainian).*

DSTU ISO 4833:2006 (2006). *Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Horyzontalniy metod pidrakhunku mikroorhanizmiv. Tekhnika pidrakhuvannia kolonii za temperatury 30 °S (ISO 4833:2003, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=95734 (in Ukrainian).*

Dyman, T. M., & Mazur, T. H. (2011). *Bezpeka prodovolchoi syrovyny i kharchovykh produktiv. Kyiv, Akademiia (in Ukrainian).*

Dyman, T., Hrynevych, N., & Mazur, T. (2022). *Bezpeka kharchovykh hidrobiontiv. Kyiv, VTs "Akademiia" (in Ukrainian).*

Floka, L. V., & Marchenko, O. (2023). *Suchasni sposoby falsyfikatsii ta metody identyfikatsii lososevoi ikry. Zbirn. mater. Mizhnarodnoi molodizhnoi naukovo-*

- praktychnoi internet-konferentsii. Poltava, PUET, 867–870 (in Ukrainian).
- Harkavenko, T. O., & Malimon, Z. V. (2018). Analiz nevidповідностей mikrobiolohichnym kryteriiam, vyavlenykh v importovanii do Ukrainy morozhenii rybi i rybnoi produktsii. *Veterynarna biotekhnolohiia*, 32(2), 85–91. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2018_32\(2\)_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vbtb_2018_32(2)_12) (in Ukrainian).
- Hnitsevykh, V. A. (2022). Kharchovi tekhnolohii. Tekhnolohiia produktiv tvarynnoho pokhodzhennia: navch. posibnyk. Kryvyi Rih, DonNUET (in Ukrainian).
- Hrehirchak, N. M., Teterina, S. M., & Nechypor, T. M. (2018). Mikrobiolohiia, sanitaria i hihiena vyrobnytstv z osnovamy NASSR: navch. posibn. Kyiv: NU-KhT (in Ukrainian).
- ISO 11290-1:2017 (2016). Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalniy metod vyavlennia ta pidrakhunku *Listeria monocytogenes* i *Listeria spp.* Chastyna 1. Metod vyavlennia. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=108061 (in Ukrainian).
- Kleshchev, M. F., Kostyrkina, T. D., & Masalitina, N. Yu. (2011). Otsinka yakosti ta bezpechnist produktsii: Kharkiv, NTU “KhPI”. URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/7e059cf1-6ed4-400b-a854-a03311f0a445/content> (in Ukrainian).
- Kravtsova, O., Chechet, O., Haidei, O., Shuliak, S., Hereimovych, V., Shalimova, L., & Balanchuk, L. (2022). Otsinka monitorynhu rybnykh produktiv za pokaznykamy bezpechnosti u 2021 rik (2022). *Materialy konferentsii MTsND*, (26.08.2022; Chernivtsi, Ukraina), 239–246. URL: <https://archive.mend.org.ua/index.php/conference-proceeding/article/view/224> (in Ukrainian).
- Liasota, V., Bukalova, N., Bohatko, N., Grynevych, N., Sliusarenko, A., Sliusarenko, S., Prylipko, T., & Dzhamil, V. (2023). The risk-based control of the safety and quality of freshwater fish for sale in the agri-food market. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 200–216. DOI: 10.5219/1842.
- MV 15.2.-5.3-005:2007. (2007). Vyznachennia mikrobiolohichnykh pokaznykoiv pid chas provedennia sanytarno-mikrobiolohichnogo kontroliu vyrobnytstva konserviv z ryby ta inshykh vodnykh zhyvykh resursiv na pidpriemstvakh ta sudakh (in Ukrainian).
- Nedashkivska, N. V., & Merzlova, H. V. (2022). Sposoby falsyfikatsii ikry. *Materialy mizhn. nauk.-prakt. konferen. “aharna osvita ta nauka: dosiahnennia, rol, faktory rostu”* Suchasnyi rozvytok tekhnolohii tvarynnytstva. Innovatsiinipidkhody v kharchovykh tekhnolohiiakh: Bila Tserkva, BNAU, 57–59. URL: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/8071/1/Sposoby_falsyfik.pdf (in Ukrainian).
- Pavlotska, L. F., Dudenko, N. V., & Dymytrievych, L. R. (2019). Osnovy fiziolohii, hihieny kharchuvannia ta problemy bezpeky kharchovykh produktiv. Sumy, Universytetska knyha (in Ukrainian).
- Perfilova, N. V., & Zhakun, N. V. (2017). Ratsionalne rishennia orhanizatsii protsesu posolu v tekhnolohii ikornoho vyrobnytstva. *Zbirn. nauk. prats molodykh uchenykh, aspirantiv ta studentiv*. Odesa: ONAKhT, 97–99. URL: <http://docplayer.net/74693211-Odeska-nacionalnaakademiya-harchovih-tehnologiy-zbirnik-naukovih-prac-molodih-uchenih-aspirantiv-ta-studentiv.html> (in Ukrainian).
- Samokhvalova, O. V., Artamonova, M. V., Stepankova, H. V., & Kasabova, K. R. (2023). Kharchovi tekhnolohii. *Praktykum: navchalnyi posibnyk*. Vydannia druhe, pererobl. i dop. Kh.: DBTU. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/33605> (in Ukrainian).
- Sharylo, Yu. Ie., Vdovenko, N. M., Fedorenko, M. O., Herasymchuk, V. V., Neboha, H. I., Haidamaka, L. A., Oliinyk, O. B., Matvienko, N. M., Derenko, O. O., & Zhakun, I. L. (2016). Suchasna akvakultura: vid teorii do praktyky. *Praktychnyi posibnyk*. K.: “Prostobuk”. URL: https://darg.gov.ua/files/6/11_07_suchasna_akvakultura.pdf (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Kazmiruk, N. M., & Tuzova, S. D. (2020). Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv: navchalnyi posibnyk dlia studentiv napriamu pidhotovky “Kharchovi tekhnolohii”. Vinnytsia, RVV VNAU. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25443.pdf> (in Ukrainian).
- Telezhenko, L. M., Dziuba, N. A., & Kashkano, M. A. (2018). Zdorove kharchuvannia: prak. rekom.: Odes. nats. akad. kharch. tekhnolohii. Kherson, Oldi-plus (in Ukrainian).
- Tsokalo, O. O. (2022). Zdorove kharchuvannia – osnova harmoniinoho rozvytku : rekomendatsiinyi pokazhyk literatury.: Mykolaiv, MNAU. URL: https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12545/1/xarch_2022-web.pdf (in Ukrainian).
- TU U 15.2-36972322-001:2010 (2010). Ikra lososeva zernysta solena. 20 s. (in Ukrainian).
- Yatsenko, I. V., Bohatko, N. M., & Bukalova, N. V. (2017). Hihiena i ekspertyza kharchovykh tvarynnnykh hidrobiontiv ta produktiv yikh pererobky. (2017). Chastyna 1. Hihiena i ekspertyza rybopromyslovoi produktsii. Kharkiv, Disa-Plus (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10116
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.29: [579.67:5798]

Encapsulation of probiotic bacteria in pectin and pectin-chitosan matrices for use in confectionery products

H. Korkach[✉], O. Kotuzaki, O. Makarova, V. Tolstykh

Odessa National University of Technology, Odessa, Ukraine

Article info

Received 02.02.2024
Received in revised form
04.03.2024
Accepted 05.03.2024

Odessa National University of
Technology, Kanatna Str., 112,
Odessa, 65039, Ukraine.
Tel.: +38-063-699-70-12
E-mail: kor2007@ukr.net

Korkach, H., Kotuzaki, O., Makarova, O., & Tolstykh, V. (2024). Encapsulation of probiotic bacteria in pectin and pectin-chitosan matrices for use in confectionery products. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 103–113. doi: 10.32718/nvlvet-f10116

Probiotics are live bacteria that benefit the host's health when administered in adequate quantities. However, their use may be limited due to a decrease in cell viability during production, product storage, and subsequent passage through the gastrointestinal tract. This work theoretically substantiates the use of a combined method of microcapsule formation – immobilization of probiotics into a gel and microencapsulation, which will protect microorganisms from the effects of technological and physiological factors, regulate their targeted delivery and controlled release from microcapsules at the site of deployment. Suitable carriers for coating the capsules were selected, which is crucial for ensuring adequate protection of probiotics since their properties determine the effectiveness of protecting microorganisms from harmful environmental factors and the ability to release them in the lower gastrointestinal tract. In the course of the research, microcapsules with pectin and pectin-chitosan matrices containing bifidobacteria *Bifidobacterium bifidum*-1 and lactobacilli *Lactobacillus acidophilus* Ep-317/402 were developed. The possibilities and feasibility of using the developed microcapsules with different matrices to protect cells from adverse gastrointestinal tract conditions in vitro were substantiated. The results showed that the survival rate of microencapsulated bifidobacteria in the gastric juice medium was 87 % in both matrices, in bile – in pectin 82 %, and pectin-chitosan 92 %. Survival of lactobacilli: in gastric juice – 89 % in the pectin matrix, 93 % in the pectin-chitosan matrix, in bile – 94 and 88 %, respectively. The obtained pectin and pectin-chitosan microcapsules can potentially be used as a means of delivering viable probiotic microorganisms to their location – the human large intestine and can be used in confectionery technology as ingredients to provide.

Key words: bifidobacteria and lactobacilli, dysbiosis, microencapsulated probiotics, pectin and pectin-chitosan matrix, probiotic survival, gastrointestinal tract, confectionery.

Інкапсуляція пробіотичних бактерій у пектинові та пектин-хітозанові матриці для використання у кондитерських виробках

Г. Коркач[✉], О. Котузаки, О. Макарова, В. Толстих

Одеський національний технологічний університет, м. Одеса, Україна

Пробіотики – живі бактерії, що при введенні в адекватних кількостях корисні для здоров'я господаря. Однак їх використання може бути обмеженим через зниження життєздатності клітин під час виробництва, зберігання у виробках і в подальшому під час проходження через шлунково-кишковий тракт. У роботі теоретично обґрунтовано використання комбінованого методу формування мікрокапсул – іммобілізацію пробіотиків в гель і мікрокапсулювання, що дозволить захистити мікроорганізми від впливу технологічних і фізіологічних факторів, регулювати їх цілеспрямовану доставку і контрольоване вивільнення з мікрокапсул у місці дислокації. Підібрані відповідні носії для покриття капсул, що має вирішальне значення для забезпечення ефективного захисту пробіотиків, тому що від їх властивостей залежить ефективність захисту мікроорганізмів від негативних факторів довкілля, а також здатність до вивільнення в нижніх відділах шлунково-кишкового тракту. При проведенні досліджень розроблені мікрокапсули з пектиновою та пектин-хітозаною матрицями, що містять біфідобактерії *Bifidobacterium bifidum*-1 та лактобактерії

Lactobacillus acidophilus Ep-317/402. Обґрунтовано можливості та доцільність використання розроблених мікрокапсул із різними матрицями для захисту клітин від несприятливих умов шлунково-кишкового тракту *in vitro*. Результати показали, що в середовищі шлункового соку виживаність мікрокапсульованих біфідобактерій склала 87 % в обох видах матриць, у жовчі – в пектиновій 82 %, у пектин-хітозановій – 92 %. Виживаність лактобактерій: у шлунковому соці – в пектиновій матриці 89 %, в пектин-хітозановій матриці 93 %; у жовчі – 94 і 88 % відповідно. Одержані пектинові та пектин-хітозанові мікрокапсули потенційно можуть використовуватись як засіб доставки життєздатних пробіотичних мікроорганізмів у місця їх дислокації – товстий кишечник людини, та використовуватись в технології кондитерського виробництва як інгредієнти для надання функціональної спрямованості виробам.

Ключові слова: біфідо- та лактобактерії, дисбіоз, мікрокапсульовані пробіотики, пектинова та пектин-хітозанова матриця, виживаність пробіотиків, шлунково-кишковий тракт, кондитерські вироби.

Вступ

Кондитерська промисловість України – одна з найважливіших галузей харчової промисловості, що динамічно розвивається. Асортимент продукції з кожним роком розширюється. Спостерігається зростаючий попит на продукцію цієї галузі, що зумовлено уподобаннями населення різних категорій. Але на сьогодні асортимент кондитерських виробів функціональної спрямованості дуже обмежений. Продукція, що виготовляється кондитерськими підприємствами зазвичай не відповідає нормам здорового і збалансованого харчування. Тому зусилля науковців і виробників спрямовуються на удосконалення асортиментної політики підприємств галузі, розробку і впровадження інноваційних технологій кондитерських виробів з покращеними споживчими характеристиками і харчовою цінністю, скоригованими фізіологічними властивостями, високими показниками безпечності та конкурентоспроможності.

Здоров'я людини значною мірою залежить від стану його кишкової мікрофлори. Участь шлунково-кишкового тракту в загальному метаболізмі організму людини визначається присутністю мікробних асоціацій, від кількісного і якісного складу яких значною мірою залежить спектр синтезованих біологічно активних речовин. Нормальна мікрофлора забезпечує колонізаційну резистентність організму, тобто неможливість розмноження умовно-патогенних і патогенних мікроорганізмів на шкірі і слизових. При виникненні якісних або кількісних відхилень у складі нормальної мікробіоти виникає явище дисбіозу.

Дисбіоз шлунково-кишкового тракту вважається одним з найбільш важливих факторів, що впливає на розвиток багатьох шлунково-кишкових захворювань, таких як запальні хвороби кишечника, синдром подразненого кишечника, рак ободової і прямої кишки, а також системних захворювань, таких як ожиріння, цукровий діабет, атеросклероз і неалкогольний жировий гепатоз (Peris-Bondia et al., 2011; Fava & Danese, 2011; Marushko & Asonov, 2018). Загальноприйнята терапевтична практика відновлення нормальної мікрофлори мікроорганізму ґрунтується на комплексному використанні різних препаратів, серед яких провідна роль відводиться пробіотикам, особливо на основі біфідобактерій. Пробіотики характеризуються як живі мікроорганізми, що при введенні в адекватних кількостях корисні для здоров'я господаря. Тому для вирішення проблеми дисбіозів вчені різних спеціальностей – дієтологи, бактеріологи, гастроентерологи, інженери-технологи харчової промисловості, у т. ч. і

кондитерського виробництва – розробляють продукти з включенням пробіотиків до їх складу.

Біфідобактерії як найважливіші представники симбіотичного мікробіоценозу організму людини, широко використовуються у складі пробіотичних препаратів і продуктів для корекції дисбіозів кишкового біотопу, але відрізняються низькою стійкістю до дії шлункового соку та жовчі, що призводить до значної втрати життєздатності культури на момент потрапляння до кишечника, а відтак – до зниження ефективності препаратів на їхній основі. Крім того, якщо бактерії вносяться до складу кондитерських виробів, то вони піддаються впливу несприятливих технологічних факторів, таких як висока температура технологічного процесу, рН середовища, механічний вплив обладнання, дія кисню повітря, висока концентрація цукру. Тому для внесення мікроорганізмів в рецептури кондитерських виробів і для того, щоб вони принесли фізіологічний ефект готовим виробам, необхідно їх “захистити” від дії несприятливих факторів.

Відома велика кількість технологій капсулювання мікроорганізмів. Капсулювання – це технологія, яка інтенсивно розробляється, знайшла широке застосування в різних галузях промисловості і є добрим прикладом використання мікротехнологій в науці про їжу і біотехнології. У виробництві харчових продуктів мікрокапсулювання стає дуже корисним і потужним інструментом для надання їм функціональності. На сьогоднішні найбільш розповсюджені та широко застосовувані такі методи, як розпилювальна сушка, коацервація, іонне гелеутворення та емульгування (Singh et al., 2018; de Matos Júnior et al., 2019; Vasconcelos et al., 2021; Sun & Wicker, 2021). Гелеві гранули з *Lactobacillus casei* отримували шляхом екструзії (Bepeyeva et al., 2017), емульгування вода в олії або вода в олії у воді було використано в декількох роботах для захисту пробіотиків з використанням різних матеріалів (Reque & Brandelli, 2021), використання емульсії типу “олія у воді” є перспективним носієм для підвищення життєздатності пробіотиків (Qin et al., 2021). Автори у роботі (Misra et al., 2022) розглядають нові методи мікрокапсулювання пробіотичних мікроорганізмів, включаючи вакуумне сушіння, мікрохвильове сушіння, сублімаційне сушіння розпиленням, сушіння в псевдозрізженому шарі, аерозольну технологію, систему гібридизації, ультразвукове дослідження, а також коротко обговорюються характеристики полімерів, які найчастіше використовуються для цього.

Однак наведені технології мікрокапсулювання відрізняються складним апаратурним оформленням;

непростою організацією технологічного процесу; дотриманням певних технологічних режимів для збереження функціональної спрямованості продукту; ускладненими технологічними прийомами, які впливають на виживаність живих культур бактерій, наприклад, у процесі проведення розпилювального висушування відбувається негативний вплив на життєздатність пробіотичних штамів високої температури та осмотичного стресу. Як матеріал для створення матриці використовують різноманітні органічні речовини – желатин, альбінат натрію, хітозан, білки, крохмаль, карагінан. Перед нами постало завдання обґрунтувати вибір матеріалу для матриці, який би доцільно було використовувати при виробництві кондитерських виробів.

Мета дослідження

Метою даного дослідження було вибір носіїв і наукове обґрунтування створення матриці мікрокапсул для “захисту” живих клітин пробіотичних мікроорганізмів щодо подальшого використання як функціональних інгредієнтів в технології кондитерського виробництва.

Відповідно до поставленої мети виконували такі завдання:

- теоретичне обґрунтування використання технології мікрокапсулювання для кондитерської галузі;
- вибір матеріалу носія для створення матриці мікрокапсул з пробіотиками;
- розробка композиції структуроутворювачів для створення матриці мікрокапсул;
- оцінка фізіологічної активності мікрокапсульованих мікробних клітин.

Матеріал і методи досліджень

У роботі використовували об'єкти досліджень: пектин яблучний марки NECJ-A3 низькоетерифікований амідований; хітозан з молекулярною масою 240 кДа, ступенем деацетилювання 77...82 %; чисті культури біфідобактерій *Bifidobacterium bifidum-1* та лактобактерій *Lactobacillus acidophilus* Ep-317/402 (колекція музею мікроорганізмів кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування Одеського національного технологічного університету), кукурудзяно-лактозне середовище для росту і розмноження біфідобактерій; хлорид кальцію ГОСТ 450-77; вода питна за ДСТУ 7525:2014.

Культивування пробіотичних мікроорганізмів здійснювали шляхом внесення біомаси лактобактерій в стерильне знежирене молоко, а біфідобактерій в кукурудзяно-лактозне середовище, перемішували протягом 5 хв і залишали на 24...48 год при температурі 37 ± 1 °C для сквашування і накопичення біомас. По досягненню стаціонарної фази росту лактобактерій, сквашене молоко використовували як пробіотичну закваску. Після інкубування клітини *Lactobacillus acidophilus* Ep-317/402 та *Bifidobacterium bifidum-1* ідентифікували за культуральними, морфологічними та біохімічними властивостями.

Визначення кількості клітин лактобактерій. Підрахунок кількості клітин молочнокислих бактерій здійснювали відповідно до методики [ГОСТ 10444.11-2013 (ISO 15214:1998)]. Метод заснований на здатності термофільних молочнокислих бактерій зростати в знежиреному молоці при температурі 37 ± 1 °C і утворювати згусток протягом 48 годин.

Вибір розведень для посіву встановлювали з урахуванням найбільш ймовірного вмісту цих мікроорганізмів у продукті. У роботі розведення готували загальноприйнятним способом до 10^{10} . Із останніх трьох-чотирьох розведень відбирали 1 см^3 у дві паралельні пробірки зі стерильним знежиреним молоком, які термостатували при температурі 37 ± 1 °C протягом 48 годин. За цей час молоко, у якому були молочнокислі бактерії, згорнулось. Із згустка готували мікроскопічний препарат і вивчали морфологію мікроорганізмів закваски. Враховуючи кількість пробірок з молоком, що згорнулося, і розведення в них, розраховували концентрацію молочнокислих бактерій в досліджуваному продукті.

Визначення кількості клітин біфідобактерій. Метод підрахунку клітин біфідобактерій заснований на здатності до зростання в напіврідких поживних середовищах, розлитих високими стовпчиками в пробірках, при температурі 37 ± 1 °C з утворенням колоній у вигляді цвяхів протягом 2–5 діб.

Підрахунок життєздатних клітин біфідобактерій здійснювали шляхом висіву 1 см^3 із десятикратних розведень від 10^5 до 10^{10} продукту в пробірки з напіврідким середовищем “Біфідум”. Після термостатування посівів при температурі 37 ± 1 °C протягом 48 годин підраховували характерні колонії в пробірках.

Визначення стійкості мікроорганізмів *Lactobacillus acidophilus* Ep-317/402 та *Bifidobacterium bifidum-1* до дії шлункового соку. Живі (вільні) і мікрокапсульовані клітини біфідо- і лактобактерій помістили в штучний шлунковий сік (pH 1,5...2) і витримували в термостаті при температурі 37 ± 1 °C протягом 3 год. Проби відбирали до введення у шлунковий сік і після трьох годин експозиції у шлунковому соці. Відбирали 1 см^3 суспензії для визначення кількості мікроорганізмів.

Визначення стійкості мікроорганізмів *Lactobacillus acidophilus* Ep-317/402 та *Bifidobacterium bifidum-1* до жовчі. Для досліджень використовували жовч медичну консервовану. Зразки живих (вільних) і мікрокапсульованих клітин біфідо- і лактобактерій помістили в жовч медичну. Одержану суміш витримували в термостаті при температурі 37 ± 1 °C протягом 3 годин. Проби в кількості 1 см^3 суспензії відбирали до введення у жовч і після трьох годин експозиції у жовчі. У відібраних пробах визначали кількість клітин мікроорганізмів.

Результати та їх обговорення

З метою вирішення збереження життєздатності і фізіологічних властивостей пробіотиків у продуктах харчування велику увагу дослідники приділяють пошуку і розробці інноваційних технологій біозбереженості клітин мікроорганізмів. При виборі способу “захисту” мікроорганізмів необхідно вирішити низку

питань. Перше питання, на яке повинен відповісти технолог при виборі методу інкапсулювання – які переваги повинен мати інкапсульований продукт. Необхідний набір переваг можливо отримати, аналізуючи сучасні тенденції на ринку харчових продуктів, зокрема кондитерських виробів, запити споживачів; орієнтування на потреби удосконалення технологічних виробничих процесів для одержання нового продукту функціональної спрямованості або збільшення терміну придатності продукції. Друге питання полягає в тому, чи є інкапсуляція саме тою технологією, яка зможе забезпечити дані переваги. Для виробничих умов необхідно, щоб обраний метод був технологічно простий, його можна було б проводити в умовах роботи підприємства, був економічно вигідний. Правильно обраний спосіб іммобілізації дозволяє зберегти фізіологічну функцію і виживаність живих клітин мікроорганізмів. Таким умовам відповідає метод мікрокапсулювання. За допомогою даного методу можна вирішити завдання з підвищення виживаності пробіотичних культур, які планується вносити в рецептури кондитерських виробів, під час їх виробництва і зберігання.

Виходячи із вищезазначеного, в роботі використовували найбільш перспективний метод для збережен-

ня мікроорганізмів від дії несприятливих факторів – включення в гель. Цей метод відрізняється підвищеним опором масопереносу, обумовленим дифузійною субстратів і продуктів у гель і назад. При включенні клітин до складу полімерних гранул вдається досягти більш високої питомої концентрації зафіксованих клітин порівняно з іммобілізацією на поверхні. Крім того, укладені в обсязі полімеру клітини захищені від контамінації сторонніми мікроорганізмами. Але у цього методу може бути недолік – гель з включеними в нього клітинами буває механічно неміцним. Тому було запропоновано використовувати комбінований метод формування оболонки – іммобілізацію пробіотиків в гель і мікрокапсулювання. Зовнішня оболонка мікрокапсул – тонка, напівпроникна, сферична і міцна мембрана, непроникна для бактерій, але проникна для поживних речовин. При мікрокапсулюванні капсули захищають клітини бактерій і утворюють для них комфортне навколишнє середовище. Капсули володіють механічною міцністю і придатні для тривалого використання. Тому використання методу мікрокапсулювання буде дуже важливим при застосуванні його у харчовій промисловості, зокрема в кондитерській галузі (рис. 1).



Рис. 1. Напрямки використання мікрокапсулювання в харчовій промисловості

Оскільки процес мікрокапсулювання полягає в створенні захисної оболонки навколо рідкого ядра, що містить мікроорганізми, то важливим етапом роботи є підбір відповідного матеріалу для оболонки (носія, матриці). Вибір відповідних матеріалів для покриття має вирішальне значення для забезпечення ефективного захисту пробіотиків, тому що від їх властивостей залежить ефективність захисту мікроорганізмів від негативних факторів довкілля, а також здатність до вивільнення в нижніх відділах шлунково-кишкового тракту, також вони надають остаточні морфологічні та функціональні характеристики пробіотиків (De Prisko & Mauriello, 2016). Дотепер немає універсального носія для іммобілізації клітин мікроорганізмів, так само як і методу іммобілізації.

До усіх методів іммобілізації клітин і до використовуваних при цьому носіїв висуваються певні вимоги (Lissere et al., 2007; Martín et al., 2015):

1. Використовуваний спосіб іммобілізації не повинен значною мірою зачіпати ферментативні системи клітини, необхідні для реалізації конкретної технології. Тому при проведенні іммобілізації бажано або зовсім виключити або звести до мінімуму контакт клітин з токсичними для них речовинами, а також запобігти небажаному впливу на мікроорганізми температурних і осмотичних стресів.
2. Необхідно здійснювати іммобілізацію таким чином, щоб в результаті клітини утримувалися носієм.
3. Трудомісткість стадії іммобілізації повинна бути мінімальною, як і число маніпуляцій з клітинами.

4. Потрібна добра операційна стабільність одержуваних іммобілізованих біокатализаторів для їх тривалого зберігання, що залежить від механічної, хімічної і біологічної стійкості носія в умовах конкретного технологічного процесу.

5. Необхідне забезпечення іммобілізованих мікроорганізмів поживними речовинами і відведення продуктів життєдіяльності, тобто матеріал носія не повинен створювати значних дифузійних перешкод масообмінним процесам.

6. При виборі методу іммобілізації необхідно враховувати економічний аспект питання.

Крім цього, носій для мікроорганізмів не повинен пригнічувати їх життєдіяльність, перешкоджати масообміну, повинен володіти високою механічною міцністю і біологічною стійкістю, а також технологічністю. Крім того, він повинен бути недорогим, надійно утримувати клітини, проникним для поживних речовин, що надходять, і вихідних токсичних метаболітів, володіти високою гідрофільністю (без неї неможливі реакції в водному середовищі) (Burgain et al., 2011; Martín et al., 2015; De Prisko & Mauriello, 2016).

Як носії для іммобілізації мікроорганізмів використовують і неорганічні, й органічні адсорбенти. До переваг неорганічних носіїв зараховують їх широке поширення і дешевизну, велику механічну міцність, високу термостабільність та стійкість до органічних розчинників і мікробного розкладання, чітко контрольовану структуру, простоту використання і поновлюваність (Bebard et al., 2009; Long, 2010; Tamaru et al., 2017). Для іммобілізації використовуються такі неорганічні носії, як слюда, діатоміт, пористий фарфор, розмелена пемза, скляні кульки, пористе скло, керамічні носії, сульфід кадмію, волокна з целюлози та її похідні, активоване деревинне вугілля, штучні полімери та ін. (Beshay et al., 2011; Leon, 2016; Zhang et al., 2023). Але неорганічні матеріали необхідно виключити, оскільки вони характеризуються як непридатні для харчування людини. Тому для одержання мікрокапсул з пробіотичними бактеріями, які будуть використовуватись для кондитерських виробів як носії доцільно використовувати природні матеріали, переважно біополімери, тому що вони мають хімічну, фізичну та біологічну стабільність під час обробки і в умовах реакцій; достатню механічну міцність; нетоксичні як для іммобілізованих мікроорганізмів, так і для продукту; біодеградуєчі та біосумісні в фізіологічних умовах (Khanvilkar et al., 2016; Shishir et al., 2018).

Найбільшого поширення через високу біосумісність, відсутність токсичності та складнощів їх утилізації в організмі отримали різні матриці природного походження. Згідно з літературними даними, харчові покриття, такі як біополімери (наприклад, альгінат, хітозан, пектин, крохмаль, желатин, карагінан і моло-

чні білки), є найбільш придатними матеріалами для мікроінкапсулювання бактерій, завдяки їх високому ступеню захисту при певних стресових умовах (наприклад, рН шлунку, жовчні солі, ферменти) шляхом створення ефективних фізичних бар'єрів. Їх доступність, низька вартість і біосумісність, нетоксичність, високий ступінь захисту при певних стресових умовах є основними перевагами (Gasperini et al., 2014; Šuput et al., 2015).

У харчовій промисловості найчастіше для мікрокапсулювання використовують альгінат натрію, пектин, карагінан, хітозан, желатин. Перевагою цих полімерів є також те, що вони можуть служити додатковим харчовим компонентом. Проаналізувавши хімічну структуру, технологічні та фізіологічні властивості, переваги їх як капсулюючих речовин, харчову безпечність, вибір зупинили на біополімерах пектину та хітозані. Крім того, дані матеріали володіють пребіотичними властивостями.

Також при виборі біополімерів для найбільш ефективного вирішення технологічного завдання зі створення захисної оболонки для живих клітин мікроорганізмів керувалися низкою аспектів:

- біополімери при розчиненні беруть участь у процесі гелеутворення шляхом підвищення в'язкості розчину;
- біополімери повинні підлягати біодеградації у зв'язку із застосуванням мікрокапсульованих мікроорганізмів в харчуванні, тому що полімери, які мають високу молекулярну масу, можуть накопичуватися в організмі. Необхідно вибирати такі речовини, які будуть розщеплюватися з утворенням нетоксичних продуктів обміну;
- не впливають на фізики-хімічні та органолептичні показники кондитерських виробів;
- температурні режими технологічного процесу;
- температурні режими зберігання готового продукту;
- економічна доцільність, яка визначається вартістю вибраних біополімерів.

Вищевикладеним вимогам відповідають і пектин, і хітозан, їх доцільно застосовувати для іммобілізації пробіотичних культур мікроорганізмів, оскільки обидва біополімера являють собою систему відкритих пор з добрими умовами для газообміну, гелі даних біополімерів мають добрі дифузійні якості, здатні утворювати структури з оптимальним розміром пор. Гелеутворення протікає при рН = 4,0...4,5, що є визначальною умовою життєздатності пробіотичної мікрофлори. Крім того, хітозан і пектин стимулюють зростання життєздатних клітин лакто- і біфідобактерій, тобто мають властивості пребіотика. Узагальнюючи загальні властивості пектину і хітозану, нами складено їх порівняльну характеристику (табл. 1).

Таблиця 1

Порівняльні властивості хітозану та пектину

Властивості	Характеристика	
	хітозану	пектину
Фізичні та хімічні властивості:	– лінійний полісахарид з високим вмістом азоту; – жорстколанцюгова структура D-глюкозаміну; – високий ступінь кристалічності; гідрофільність; – слабка основа, катіонний полімер; депротонована аміногрупа виступає як потужний нуклеофіл (рКа 6,3); – здатність утворювати міжмолекулярні водневі зв'язки; висока в'язкість; – нерозчинний у воді й органічних розчинниках; розчинний у розведених водних розчинах кислот; – висока реакційна здатність аміногруп; – здатність утворювати солі з органічними і неорганічними кислотами, висока хелато- і комплексоутворююча здатність, іонна провідність	– полісахарид з хімічно активними вільними карбоксильними групами і спиртовими гідроксилами; – жорстколанцюгова структура D-галактуранової кислоти; високий ступінь кристалічності; гідрофільність, – слабка кислота, – здатність утворювати міжмолекулярні водневі зв'язки; висока в'язкість; – розчинний у воді (розчинність у воді підвищується з підвищенням ступеня етерифікації їх молекул і зменшенням молекулярної маси); – висока реакційна здатність карбоксильних груп; – здатність утворювати солі з органічними і неорганічними кислотами, висока хелато- і комплексоутворююча здатність, іонна провідність
Поліелектролітні властивості (при низьких значеннях рН):	– катіонний біополімер з високою щільністю позитивних зарядів; – флокулююча здатність; комплексоутворення з негативно зарядженими молекулами; – висока адсорбційна здатність; – волокно- і плівкоутворювальні властивості	– аніонний біополімер з високою щільністю негативних зарядів; – комплексоутворення з позитивно зарядженими молекулами; – висока адсорбційна здатність; – волокно- і плівкоутворювальні властивості
Біологічні властивості:	– біосумісність; – відсутність токсичності; – біодеградуємість; – гіпоалергенність; – стимулятор фітоімунітету; – антимікробна активність (гриби, бактерії, віруси); – антацидні, противиразкові та протипухлинні властивості; – антикоагулянт крові; – мукоадгезивна здатність; – пребіотичні властивості	

Підсумовуючи вищесказане, зазначимо, що пектинові полісахариди та хітозан є перспективною основою для створення матриць для пробіотиків через відсутність побічних ефектів при контакті з живим організмом, а також завдяки біосумісності, добрій розчинності, високій комплексоутворюючій здатності. Важливою перевагою даних біополімерів є їхня відносно низька вартість і доступність відновлюваних джерел сировини.

Визначившись з вибором структуроутворювачів для матриць, запропоновано розробити два види матриць для “захисту” пробіотиків – з пектину й суміші пектину та хітозану.

Носієм (матрицею) для пробіотичних мікроорганізмів вибрали пектиновий гель, який забезпечує високу активність, стабільність капсули, якість одержуваного цільового продукту, порівняно низьку вартість процесу капсулювання, збереження механічної міцності носія протягом тривалого часу.

Для створення пектинової матриці необхідно дослідити масову частку пектину у хлориду кальцію у розчині. Для досліджень використовували пектин яблучний низькоетерифікований амідований зі ступенем етерифікації 28–32 % та ступенем амідації 20–23 %. Пектини низькоетерифіковані амідовані мають низьку перевагу порівняно з низькоетерифікованими пектинами: по-перше, утворюються термообратимі (термооборотні) гелі; по-друге, системі властива то-

лерантність до широкого діапазону концентрацій іонів кальцію, навіть при їх низькій концентрації (0,025 %); по-третє, система набуває тиксотропність, завдяки властивостям амідованих пектинів.

У ході проведення досліджень встановили масову частку пектину в розчині, при якій одержали мікрокапсули, вона складає 2, 3 і 4 %. Масова частка пектину вище ніж 4 % призводить до значного підвищення в'язкості розчину, при цьому значна частина клітин мікроорганізмів не входить до складу мікрокапсули, а залишається в розчині, мікрокапсули утворюються несферичної форми. Якщо масова частка пектину складає менше ніж 2 %, то це унеможливує утворення мікрокапсул, тому що не відбувається процес гелеутворення.

При введенні 2 % пектину у розчин одержували м'які, однорідні мікрокапсули. Введення 3 % призвело до незначного підвищення в'язкості, суміш була з нерівномірним розподіленням мікрокапсул. А при введенні 4 % пектину відбувалося значне підвищення в'язкості розчину, одержували густий клубок гелеподібної структури, який при внесенні у досліджувану масу нерівномірно розподілявся по всьому об'єму, чим призводив до погіршення органолептичних показників. Тому для створення якісних мікрокапсул з пектиновою оболонкою використовували 2 % пектину.

Як відомо, гелеутворення низькометоксильованих (НМ) молекул пектину обумовлено появою хімічних зв'язків між молекулами полімеру за рахунок хімічної реакції між СООН-групами пектину і двовалентними катіонами кальцію. Дане гелеутворення називають кальцієвим. Механізм гелеутворення комплексу кальцій галактуронату наведено на [рис. 2](#).

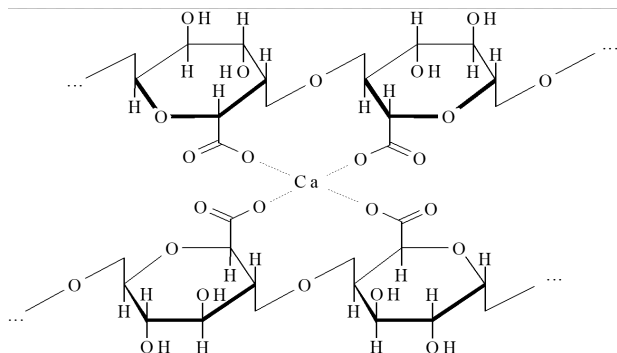


Рис. 2. Гелеутворення комплексу кальцій галактуронату

Важливим фактором при утворенні пектинового гелю є використання структуроутворюючого агента – іонів кальцію (Ca^{2+}) і масової частки його в розчині, оскільки його кількість впливає на міцність гелю.

Провівши низку експериментів щодо визначення масової частки хлориду кальцію, було встановлено, що для отримання мікрокапсул максимальна кількість CaCl_2 в розчині складає 10 %. При більш високих концентраціях катіонів кальцію відбувається тісне зближення пектинових ланцюжків, в результаті чого

просторова структура не утворюється. Крім того, пектинати кальцію можуть випасти в осад.

Також як матеріал для створення матриці мікрокапсули було обрано хітозан. Для дослідів використовували хітозан з молекулярною масою 240 кДа, ступенем деацетилювання близько 90 %. Як самостійний іммобілізуєчий носій хітозан використовується рідко через досить жорсткі умови його гелеутворення. Також виникають труднощі приготування рівномірної дисперсії біомаси мікроорганізмів у вихідному розчині гелеутворювача, оскільки поверхня багатьох мікроорганізмів несе негативний заряд, то хітозан здатний викликати, нейтралізуючи цей заряд, наведену флокуляцію клітин ([Murata et al., 1999](#)). Тому прийнято рішення створити матрицю з композиції полісахаридів – хітозан-пектин.

Являючи собою позитивно заряджений полікатион, хітозан може реагувати з негативно зарядженими молекулами пектину з утворенням поліелектролітних комплексів. Внаслідок цієї реакції утворюються поліелектролітні сітки, які є перспективними іммобілізуючими носіями.

Для вибору кількісного співвідношення обраних біополімерів були проведені експериментальні дослідження. Попередньо дослідили розчинність хітозану у різних розчинах органічних кислот. Як розчинник використовували водний розчин соляної кислоти з концентрацією 0,1 моль/дм³, 2 % водний розчин оцтової кислоти, 5 і 10 % водні розчини лимонної кислоти.

Дані, отримані при вивченні розчинності хітозану в органічних розчинниках, наведені в [табл. 2](#).

Таблиця 2

Розчинність зразків хітозану в водних розчинах органічних кислот

Найменування полімеру	Розчинність, %			
	0,1 моль/дм ³ соляної кислоти	2 % розчин оцтової кислоти	5 % розчин лимонної кислоти	10 % розчин лимонної кислоти
Хітозан	99,7	99,5	98,0	99,5

З одержаних даних видно, що розчинність хітозану в харчових і нехарчових органічних кислотах практично однакова. Тому для дослідів можна використовувати хітозан, розчинений в 2 % водному розчині оцтової кислоти або в 10 % водному розчині лимонної кислоти.

Хітозан-пектинові розчини готували змішуванням розчинів при різних масових співвідношеннях хітозану до пектину. Провели серію дослідів з різним кількісним співвідношенням пектин-хітозан, а саме: 80/20; 50/50; 90/10; 70/30; 60/40. Але за видом одержаних мікрокапсул визначили три доцільних співвідношення – 70/30; 50/50 і 30/70.

Розчини пектину і хітозану були приготовлені індивідуально шляхом індивідуального розчину пектину в дистильованій воді, а хітозану – у 2 % водному розчині оцтової кислоти. Потім розчини змішували у масових співвідношеннях пектин/хітозан 70/30; 50/50 та 30/70 (мас. ч.) при інтенсивному перемішуванні на магнітній мішалці протягом 10 хвилин для утворення однорідної суміші. Після чого у розчин додавали 10 %

розчин CaCl_2 як зшиваючий агент, і масу перемішували протягом 10–15 хвилин для проходження процесу гелеутворення. Одержану суспензію залишали у спокої на 30–35 хв, після чого одержані мікрокапсули відфільтровували від залишків води ([рис. 3](#)).

Як видно з експериментальних даних, перший зразок і другий практично не відрізняються один від одного. Але другий зразок відрізняється більшою однорідністю та дисперсністю. У третьому зразку гель практично не утворився.

Отже, провівши серію досліджень, маємо підстави зробити висновок, що для розробки матриці (оболонки, носія) для мікрокапсули доцільно використовувати пектин та суміш пектину й хітозану, при цьому беручи їх у різному співвідношенні. При використанні пектину утворення матриці відбувається завдяки іонному комплексоутворенню з полівалентними металами. А при взаємодії пектину й хітозану відбувається створення поліелектролітного комплексу, який утворюється в результаті іонних взаємодій між двома протилежно зарядженими полімерами. Полісахариди

є хорошим вибором для отримання поліелектролітного комплексу через біосумісність і біорозпад.

Обґрунтування можливості та доцільності використання мікрокапсулювання для захисту клітин від несприятливих умов шлунково-кишкового тракту проводили, використовуючи мікробіологічно-фізіологічний метод *in vitro*, який заснований на визначенні життєздатності клітин та їх здатності до відтворення. При дослідженні порівнювали виживаність іммобілізованих клітин *Lactobacillus acidophilus* Ep-317/402 та *Bifidobacterium bifidum*-1 у пектинові та

пектин-хітозанові матриці та їх рідких культур-аналогів при експозиції 3 год у середовищі зі шлунковим соком і 3 год з жовчю, тому що виживання клітин при дії жовчі і кислих значень рН є найбільш важливою характеристикою стійкості мікроорганізмів до агресивних умов шлунково-кишкового тракту.

Експериментальні дані порівняння щодо виживаності клітин біфідобактерій у несприятливих умовах, імітуючих шлунково-кишковий тракт (ШКТ), живих (вільних) і мікрокапсульованих у пектинову та пектин-хітозанову матриці, наведені на [рис. 4](#).



Рис. 3. Мікрокапсули з пектин-хітозановою матрицею у співвідношенні: 1 – 70/30; 2 – 50/50; 3 – 30/70

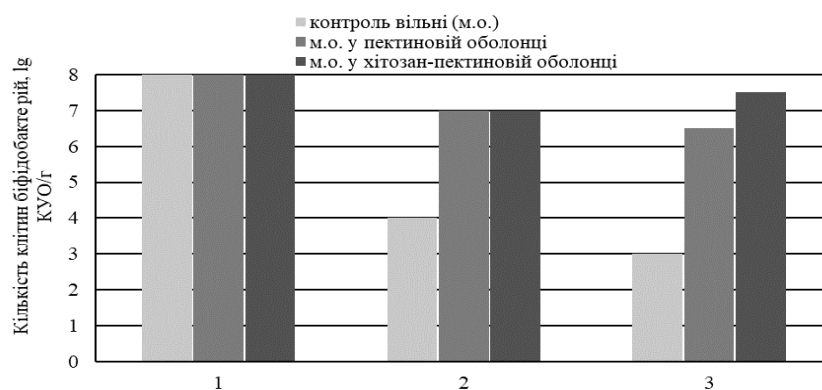


Рис. 4. Виживаність клітин *Bifidobacterium bifidum* в несприятливих умовах, що імітують ШКТ: 1 – до введення в модель ШКТ, 2 – через 3 год після внесення в шлунковий сік, 3 – через 3 год після внесення в жовч

Як свідчать експериментальні дані, перебування незахищених клітин біфідобактерій протягом 3 годин в середовищі з рН 2 приводило до значної їх загибелі, при цьому кількість життєздатних клітин зменшилась на 50 % порівняно з початковим їх значенням і склала $5 \cdot 10^4$ КУО/г. Кількість інкапсульованих клітин у пектинову та пектин-хітозанову оболонки зменшилась на 12 % в обох випадках і склала $3 \cdot 10^7$ та $5 \cdot 10^7$ КУО/г відповідно. Такі ж результати одержали і щодо жовчі. Кількість некапсульованих клітин зменшилась на 60 %, а капсульованих у пектинову оболонку – на 20 %, у хітозан-пектинову – на 6 %. Резистентність інкапсульованим клітинам біфідобактерій до низьких значень рН забезпечили пектинова та хітозан-пектинова оболонки.

Аналогічним чином досліджено ступінь виживання капсульованих клітин *Lactobacillus acidophilus* в умовах, що моделюють ШКТ людини ([рис. 5](#)), у різні види матриць.

Як видно із експериментальних даних, кількість некапсульованих клітин лактобактерій після 3 годин інкубування в середовище шлункового соку зменшилась на 44 % порівняно з початковим їх значенням і склала $6 \cdot 10^5$ КУО/г; тимчасом як захищені практично зберігали свою життєдіяльність. А кількість лактобактерій через 3 години після внесення в жовч складала: незахищених клітин – $6 \cdot 10^4$ КУО/г, тобто зменшилась на 55 %, а капсульованих клітин у пектинову оболонку зменшилась на 11 % і склала $6 \cdot 10^8$ КУО/г; у хітозан-пектинову – зменшилась на 6 %.

З одержаних результатів видно, що і пектинова, і хітозан-пектинова матриці сприяють підвищенню стійкості клітин в несприятливих умовах. Мікрокапсульовані форми бактерій мають значні переваги порівняно з вільними формами, тому що їхня здатність до виживання в шлунково-кишковому тракті становить 82...94 %. Доведено доцільність використання полісахаридів – пектину та суміші хітозану і пектину – як матриці для живих клітин мікроорганізмів.



Рис. 5. Виживаність клітин *Lactobacillus acidophilus* в несприятливих умовах, що імітують ШКТ: 1 – до введення в модель ШКТ, 2 – через 3 год після внесення в шлунковий сік, 3 – через 3 год після внесення в жовч

Як свідчать експериментальні дані, в середовищі шлункового соку виживаність мікрокапсульованих біфідобактерій склала 87 % в обох видах матриць, у жовчі – в пектиновій оболонці 82 %, у пектин-хітозановій оболонці 92 %. Виживаність лактобактерій: у шлунковому соці – в пектиновій матриці 89 %, в пектин-хітозановій матриці 93 %; у жовчі – 94 і 88 % відповідно. Причиною такого збільшення стабільності є те, що, по-перше, оболонки мікрокапсули формуються з ацидорезистентного полімеру, стійкого до дії соляної кислоти шлункового соку, у випадку з пектиновою оболонкою; та за рахунок створення поліелектролітного комплексу при створенні хітозан-пектинової оболонки, що сприяє надійному “захисту” живих форм мікроорганізмів від несприятливої дії ШКТ та дозволяє бактеріям досягти нижніх відділів тонкого кишечника, де відбувається руйнування їх оболонок з вивільненням бактерій і подальшим заселенням ними слизової товстої кишечника. По-друге, мікрокапсульована форма при введенні в організм руйнується поступово і забезпечує тривале надходження бактерій в навколишнє середовище товстої кишки.

Висновки

1. Теоретично обґрунтовано розробку комбінованого способу для “захисту” мікроорганізмів від дії несприятливих факторів на їх життєдіяльність – іммобілізація пробіотиків в гель і мікрокапсульовання, що дозволить захистити мікроорганізми від впливу технологічних і фізіологічних факторів, регулювати їх цілеспрямовану доставку і контрольоване вивільнення з мікрокапсул у місці дислокації.

2. При конструюванні матриці для мікрокапсул обґрунтовано вибір природних полісахаридів – пектину і хітозану. Це обумовлено їх підвищеною біосумісністю, відсутністю побічних ефектів при контакті з живим організмом, доброю розчинністю, високою комплексоутворюючою здатністю, біорозкладністю з утворенням нетоксичних низькомолекулярних сполук, а також мукоадгезивністю даних полімерів. На основі даних полісахаридів розроблено два види матриць для “захисту” пробіотиків – з пектину й суміші пектину та хітозану. Визначено, що при використанні

пектину утворення матриці відбувається завдяки іонному комплексоутворенню з полівалентними металами. А при взаємодії пектину й хітозану відбувається створення поліелектролітного комплексу, який утворюється в результаті іонних взаємодій між двома протилежно зарядженими полімерами.

3. Експериментально обґрунтовано доцільність застосування розробленого комбінованого способу для “захисту” мікроорганізмів від стресових умов при проходженні через ШКТ (*in vitro*). Досліджено, що матриці із пектину та пектин-хітозану підходять для ефективного “захисту” від дії агресивних чинників шлунку та для транспортування пробіотичних бактерій до основного місця локації – кишечника. Крім того, мікрокапсульовані клітини пробіотичних мікроорганізмів є основою для отримання фізіологічних інгредієнтів синбіотичної спрямованості для використання в технології кондитерських виробів.

Таким чином, можна констатувати, що використання мікрокапсульовання для “захисту” пробіотичних культур шляхом включення у матриці з пектину та пектин-хітозану має низку переваг перед іншими методами, а саме: можливість отримання мікрокапсул, оболонки яких мають власну біоактивність; забезпечує можливість регулювання метаболізму клітин; підвищує виживаність пробіотичних культур в несприятливих умовах і не справляє токсичного ефекту на бактерії і організм людини; здатність оболонки до біорозпаду з утворенням нешкідливих для організму метаболітів; відносна простота організації технологічного процесу мікрокапсульовання з використанням відновлюваних джерел сировини; можливість введення мікрокапсульованих пробіотиків в рецептури кондитерських виробів для надання їм функціональних властивостей, які спрямовані на нормалізацію мікрофлори кишечника та профілактику дисбіотичних станів.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується вивчення доцільності внесення капсульованих пробіотичних бактерій у рецептури кондитерських виробів для надання готовим виробам функціональних властивостей.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bebard, M.F., Munoz-Javier, A., Mueller, R., del Pino, P., Fery, A., Parak, W. J., Skirtach, A. G., & Sukhorukov, G. B. (2009). On the mechanical stability of polymeric microcontainers functionalized with nanoparticles. *Soft Matter*, 5, 148–155. DOI: 10.1039/B812553H.
- Bepeyeva, A., de Barros, J. M. S., Albadran, H., Kakimov, A. K., Kakimova, Z. K., Charalampopoulos, D., & Khutoryanskiy, V. V. (2017). Encapsulation of *Lactobacillus Casei* into calcium pectinate-chitosan beads for enteric delivery. *Journal of Food Science*, 82(12), 2954–2959. DOI: 10.1111/1750-3841.13974.
- Beshay, U., El-Enshasy, H., Ismail, I. M., Moawad, H., & Abd-El-Ghany, S. (2011). Beta-glucanase productivity improvement via cell immobilization of recombinant *Echerichia coli* cells in different matrices. *Polish journal of microbiology*, 60(2), 133–138. DOI: 10.33073/pjm-2011-018.
- Burgain, J., Gaiani, C., Linder, M., & Scher, J. (2011). Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications. *Journal of Food Engineering*, 104(4), 467–483. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2010.12.031.
- de Matos Júnior, F. E., da Silva, M. P., Kasemodel, M. G. C., Santos, T. T., Burns, P., Reinheimer, J., Vinderola, G., & Favaro-Trindade, C. S. (2019). Evaluation of the Viability and the Preservation of the Functionality of Microencapsulated *Lactobacillus paracasei* BGP1 and *Lactobacillus rhamnosus* 64 in Lipid Particles Coated by Polymer Electrostatic Interaction. *Journal of Functional Foods*, 54, 98–108. DOI: 10.1016/j.jff.2019.01.006.
- De Prisko, A., & Mauriello, G. (2016). Probiotication of foods: A focus on microencapsulation tool. *Trends in Food Science & Technology*, 48, 27–39. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.11.009.
- Fava, F., & Danese, S. (2011). Intestinal microbiota in inflammatory bowel disease: friend of foe? *World Journal Gastroenterology*, 17(5), 557–566. DOI: 10.3748/wjg.v17.i5.557.
- Gasperini, L., Mano, J. F., & Reis, R. L. (2014). Natural polymers for the microencapsulation of cells. *Journal of the Royal Society Interface*, 11(100), 20140817. DOI: 10.1098/rsif.2014.0817.
- Khanvilkar, A. M., Ranveer, R. C., & Sahoo, A. K. (2016). Carrier Materials for Encapsulation of Bio-active Components of Food. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 40(1), 62–73. URL: https://www.researchgate.net/publication/308611515_Carrier_Materials_for_Encapsulation_of_Bio-active_Components_of_Food.
- Leon, M. (2016). Si-based inorganic microencapsulation. *Physical Sciences Reviews*, 1(3), 20150008. DOI: 10.1515/psr-2015-0008.
- Lissere, A. M., Re, M. I., & Franko, D. G. M. (2007). Microencapsulation of *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* and evaluation of survival in simulated gastrointestinal conditions. *Food Biotechnology*, 21(1), 1–16. DOI: 10.1080/08905430701191064.
- Long, Y. (2010). Organic–inorganic double shell composite microcapsules. *Chemical Communacations*, 46, 1718–1720. DOI: 10.1039/B911266A.
- Martín, M. J., Lara-Villoslada, F., Ruiz, M. A., & Morales, M. E. (2015). Microencapsulation of bacteria: A review of different technologies and their impact on the probiotic effects. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 27, 15–25. DOI: 10.1016/j.ifset.2014.09.010.
- Marushko, Yu. V., & Asonov, A. O. (2018). Obgruntuvannya zastosuvannya synbiotyky optilakt Maliuk u pedi-atrychnii praktytsi. *Mizhnarodnyi zhurnal pediatrii, akusherstva ta hinekologhii*, 12(1), 43–50. URL: https://medkniga.com.ua/download/Optilact_Malyuk_Marushko_.pdf (in Ukrainian).
- Misra, S., Pandey, P., Dalbhagat, C. G. et al. (2022). Emerging Technologies and Coating Materials for Improved Probiotication in Food Products: a Review. *Food Bioprocess Technol*, 15, 998–1039. DOI: 10.1007/s11947-021-02753-5.
- Murata, Y., Toniwa, S., Miyamoto, E., & Kawashima, S. (1999). Preparation of alginate gel beads containing chitosan nicotinic acid salt and the functions. *European journal of pharmaceutics and biopharmaceutics*, 48(1), 49–52. DOI: 10.1016/s0939-6411(99)00026-0.
- Peris-Bondia, F., Latorre, A., Artacho, A., Moya, A., & D'Auria, G. (2011). The active human gut microbiota differs from the total microbiota. *PLoS One*, 6(7), e22448. DOI: 10.1371/journal.pone.0022448.
- Qin, X. S., Gao, Q. Y., & Luo, Z. G. (2021). Enhancing the Storage and Gastrointestinal Passage Viability of Probiotic Powder (*Lactobacillus plantarum*) through Encapsulation with Pickering High Internal Phase Emulsions Stabilized with WPI-EGCG Covalent Conjugate Nanoparticles. *Food Hydrocolloids*, 116, 106658. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2021.106658.
- Reque, P. M., & Brandelli, A. (2021). Encapsulation of Probiotics and Nutraceuticals: Applications in Functional Food Industry. *Trends in Food Scitnce & Technology*, 114, 1–10. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.05.022.
- Shishir, M. R. I., L. Xie, C., Sun, X., & Zheng, W. (2018). Chen Advances in micro and nano-encapsulation of bioactive compounds using biopolymer and lipid-based transporters. *Trends in Food Science & Technology*, 78, 34–60. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.05.018.
- Singh, P., Medronho, B., Miguel, M. G., & Esquena, J. (2018). On the Encapsulation and Viability of Probiotic Bacteria in Edible Carboxymethyl Cellulose-Gelatin Water-in-Water Emulsions. *Food Hydrocolloids*, 75, 41–50. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.09.014.
- Sun, Q., & Wicker, L. (2021). Hydrogel Encapsulation of *Lactobacillus casei* by Block Charge Modified Pectin and Improved Gastric and Storage Stability. *Foods*, 10(6), 1337. DOI: 10.3390/foods10061337.
- Šuput, D. Z., Lazić, V. L., Popović, S. Z., & Hromiš, N. M. (2015). Edible films and coatings: Sources, properties and application. *Food and Feed Research*, 42, 11–22. DOI: 10.5937/FFR1501011S.

- Tamaru, M., Suzuki, H., Hidema, R., Komoda, Y., & Suzuki, K. (2017). Fabrication of hard-shell microcapsules containing inorganic materials. *Fabrication de microcapsules à coque dure contenant des matériaux inorganiques. International Journal of Refrigeration*, 82, 97–105. DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2017.06.036.
- Vasconcelos, L. I. M., da Silva-Buzanello, R. A., Kalschne, D. L., Scremin, F. R., Bittencourt, P. R. S., Dias, J. T. G., Canan, C., & Corso, M. P. (2021). Functional fermented sausages incorporated with microencapsulated *Lactobacillus plantarum* BG 112 in Acrycoat S100. *LWT*, 148, 111596. DOI: 10.1016/j.lwt.2021.111596.
- Zhang, S., Zhu, Y., Zhang, H., Xu, F., Sun, L., Xia, Y., Lin, X., Peng, H., Ma, L., Li, B., Yan, E., & Huang, P. (2023). Cadmium Sulfide—Reinforced Double-Shell Microencapsulated Phase Change Materials for Advanced Thermal Energy Storage. *Polymers*, 15(1), 106. DOI: 10.3390/polym 15010106.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10117
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.64

Development of technology and research of properties of fermented milk product with celery

I. Masnyak¹, V. Salata^{2✉}, O. Gudym¹, O. Kokokvskyi¹, N. Boyko¹

¹Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

²Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

Article info

Received 05.02.2024

Received in revised form

06.03.2024

Accepted 07.03.2024

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.

Stepan Gzhyskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
50 Pekarska, 79010, Lviv, Ukraine.
Tel.: +38-067-728-89-33
E-mail: salatavolod@ukr.net

Masnyak, I., Salata, V., Gudym, O., Kokokvskyi, O., & Boyko, N. (2024). Development of technology and research of properties of fermented milk product with celery. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 114–120. doi: 10.32718/nvlvet-f10117

Fermented foods and beverages have nutritional and medicinal properties. Usually, the expansion of the range of fermented sour milk products is carried out in two directions: the first is the use in technology of new active leavening microorganisms, resistant to the factors of the gastric environment with a corrective effect on the intestinal microbiota; the second is the introduction of additives mainly of fruit and vegetable origin into the composition of the ready-made fermented milk product. Celery is a vegetable that can also be used to enrich a fermented milk product with necessary nutrients. After all, celery extracts have many nutraceutical properties, namely antioxidant, hypolipidemic, hypoglycemic, and antiaggregation properties. The work aimed to substantiate the need to introduce puree of celery leaves, stalks, and roots into yogurt and to develop a fermented product. During the research, generally accepted organoleptic, physicochemical, and microbiological methods were used. The scientific expediency of enriching a fermented milk product – yogurt with celery puree – has been substantiated. The addition of more than 20 % celery puree has a positive effect on the phenomenon of syneresis of the finished product since the amount of whey separated during filtration was 3–4 times less than in control. According to organoleptic indicators, the best samples were yogurts with a celery content of 25 to 30 %; besides, yogurt with celery (30 %) had a significant reserve of microbiological stability during storage at temperatures of +3 – +5 °C. In particular, this fermented milk product can be stored for 14 days without deterioration of quality and safety indicators. Therefore, it is proposed that puree from celery stalks, leaves, and roots be added to the yogurt production technology in the amount of 25–30 %. This will enrich this fermented milk product with biologically valuable dietary fibers.

Key words: yogurt, celery puree, fermented milk product, organoleptic properties of yogurt with celery.

Розробка технології й дослідження властивостей кисломолочного продукту з селерою

I. В. Масняк¹, В. З. Салата^{2✉}, О. В. Гудим¹, О. В. Кококвський¹, Н. Р. Бойко¹

¹Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

²Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Ферментовані харчові продукти та напої мають поживні та лікувальні властивості. Зазвичай розширення асортименту ферментованих кисломолочних продуктів ведеться в двох напрямках: перший – це використання у технології нових активних заквасочних мікроорганізмів, стійких до факторів шлункового середовища з корегуючою дією на мікробіоту кишечника; другий – введення у склад уже готового кисломолочного продукту добавок переважно фруктових-овочевих походження. Селера – це рослина, яка також може бути використана як джерело збагачення кисломолочного продукту необхідними поживними речовинами. Адже екстракти селери мають багато нутрицевтичних властивостей, а саме антиоксидантні, гіполіпідемічні, гіпоглікемічні та анти-

агрегаційні. Метою роботи було обґрунтувати необхідність введення у йогурт пюре з листя, стебел і кореня селери та розробити ферментований продукт. Під час проведення досліджень застосовано загальноприйняті органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні методики. Обґрунтовано наукову доцільність збагачення кисломолочного продукту – йогурту пюре селери. Додавання пюре з селери в кількості понад 20 % має позитивний ефект на явище синерезису готового продукту, оскільки кількість відділеної сироватки під час фільтрування була в 3–4 рази менша, ніж у контролі. За органолептичними показниками найкращими зразками були йогурти з вмістом селери від 25 до 30 %, до того ж йогурт з селерою (30 %) мав значний запас мікробіологічної стійкості під час зберігання за температур $+3 - +5$ °C. Зокрема, даний кисломолочний продукт можна витримувати протягом 14 діб за холодильного зберігання без погіршення показників якості та безпечності. Отже, запропоновано у технологію виробництва йогурту додавати пюре з стебел, листя і кореня селери у кількості 25–30 %. Це збагатить даний кисломолочний продукт біологічно-цінними харчовими волокнами.

Ключові слова: йогурт, пюре селери, кисломолочний продукт, органолептичні властивості йогурту з селерою.

Вступ

Ферментовані харчові продукти та напої мають поживні та лікувальні властивості (Kukhtyn, 2008; Horiuk et al., 2018; de Melo Pereira et al., 2022). *L. acidophilus* і *Bifidobacteria* spp. відомі своїм використанням у пробіотичних молочних продуктах (Hill et al., 2017; Savaiano & Hutkins, 2021). Ферментовані продукти, які продаються з будь-якою заявою про користь для здоров'я, повинні відповідати критеріям рекомендованої мінімальної кількості 10^7 КУО/г під час споживання (Marco et al., 2017; Gómez-Gallego et al., 2018). Такі харчові продукти, як кисломолочні напої та тверді сири дуже прийнятні для споживачів через їх смак і аромат й високу поживну цінність (Hobbs et al., 2019). Цим функціональним продуктам притаманна велика активність, пов'язана з клітинною стінкою бактерій-заквасок, тому активність не втрачається навіть після тривалого часу зберігання цих продуктів (Mater et al., 2005; Oozeer et al., 2006). Інші переваги ферментованих молочних продуктів для здоров'я включають профілактику шлунково-кишкових інфекцій, зниження рівня холестерину та антимутагенну дію (Corbo et al., 2014; Veiga et al., 2014; Kim & Kim, 2017). Ферментовані продукти рекомендовані до вживання людям з непереносимістю лактози та хворим на атеросклероз (Million et al., 2013; Babio et al., 2015; Bernini et al., 2016). Тому розробка ферментованих дієтичних препаратів і спеціальних продуктів є розширеною сферою досліджень науковців-технологів у багатьох країнах (Kasianchuk et al., 2006; Nagata et al., 2016; Siedler et al., 2020; Gruskiene et al., 2021). Зазвичай розширення асортименту ферментованих кисломолочних продуктів ведеться в двох напрямках: 1) використання у технології нових активних заквасочних мікроорганізмів, стійких до факторів шлункового середовища з корегуючою дією на мікробіоту кишечника; 2) введення у склад уже готового кисломолочного продукту добавок переважно фруктово-овочового походження (García-Burgos et al., 2020; Faccia et al., 2020; Moonga et al., 2021). Селера – це рослинна, яка також може бути використана як джерело збагачення кисломолочного продукту необхідними поживними речовинами. Адже екстракти селери мають багато нутрицевтичних властивостей, а саме антиоксидантні, гіполіпідемічні, гіпоглікемічні та антиагрегаційні властивості (Hassanen et al., 2015; Tsisaryk et al., 2022). Листя і трава селери – це дуже корисні в плані низької калорійності інгредієнти (близько 16 калорій на 100 г зе-

леної маси). Водночас багаті на складні вуглеводи – целюлоза, яка є їстівною для людини, хоча практично не всмоктується, тому стебла селери застосовуються у раціоні населення з надмірною вагою. До того ж споживання селери сприяє зниженню та регулюванню холестеринового та вуглеводного обміну в організмі (Tsisaryk et al., 2022). Тому субпродукти рослинного походження в основному можна використовувати як джерело харчових волокон і природних антиоксидантів при конструюванні рецептури молочних продуктів.

Таким чином, для збагачення кисломолочних продуктів селерою можна використовувати стебла, листя, корінь або екстракти з них. Низькомолекулярні вуглеводи селери (стебел і листя) містять однакову кількість сахарози (5,7–5,9 %), але різне співвідношення гексози (глюкози та фруктози) до маніту. Загальний вміст цукру та маніту були вищими в стеблах (45,5 % і 15,2 % відповідно), ніж у листях (33,9 % і 13,3 % відповідно). Маніт становив 33,5–39,3 % від загальної кількості вуглеводів у стеблах та листі селери (Ivanova et al., 2020). Враховуючи інформацію, наведену вище, збагачення йогурту селерою дозволить підвищити його поживні властивості та збагатити корисними речовинами.

Мета дослідження

Метою роботи було обґрунтувати необхідність введення у йогурт пюре з листя, стебел і кореня селери та розробити ферментований продукт.

Матеріал і методи досліджень

Приготування пюре із селери для збагачення йогурту. Пюре зі стебел, листя та кореня селери готували в лабораторних умовах таким чином. Спершу готували листки і стебла, які піддавалися огляду з подальшим миттям у проточній водопровідній воді. Потім їх нарізали ножом на невеликі кусочки, ставили у посудину та накривали її, заливали незначною кількістю води та доводили суміш до кипіння, витримували у кип'яченій воді протягом 15 хв. Після закінчення процесу стерилізації воду з суміші зливали, а листки і стебла піддавалися подрібненню за допомогою кухонного блендера до однорідної пюреподібної консистенції. Корінь селери готували таким чином: після огляду і миття у проточній водопровідній воді його нарізали невеликими шматочками (кубиками) 2–3 см, ставили у посудину, заливали водою та варили протя-

гом 25–30 хв. Після варіння воду зливали, залишаючи невелику кількість на дні посудини та збивали блендером до ніжної консистенції, яка нагадувала пюре. Приготовлені таким чином стебла, листя й коріння селери змішували у співвідношенні 1 : 1 та ще раз збивали блендером.

Технологія виробництва йогурту з селерою. Було застосовану класичну технологію виробництва збагаченого йогурту з пюре селери в лабораторних умовах. Для виробництва йогурту із селерою використовували зразки молока із вмістом жиру 2,5 %. При цьому молоко після типових процедур з приймання та очищення (Horiuk et al., 2018) піддавалося сепаруванню та нормалізації за вмістом жиру, потім до нормалізованої суміші додавали сахарозу (6 %) та пектин у кількості 0,2 %. Надалі отриману суміш піддавали пастеризації за температури 85 ± 2 °C протягом 3–5 хв. Після охолодження такої суміші до температури, яка оптимальна для життєдіяльності заквасочних культур – 40 ± 1 °C проводили ферментацію закваскою (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* й *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*) прямого внесення протягом 5–6 год до підкислення середовища 80 °T. Після цього періоду ферментації та отримання продукту заданої кислотності до нього додавали підготовлене пюре з селери й перемішували за допомогою побутового блендера. Зокрема було сформовано п'ять дослідних зразків йогурту з різною кількістю селери (зразок № 2 – 15 %, № 3 мав 20 %, № 4 – 25 %; № 5 – 30 % й № 6 – 35 % та контрольний зразок № 1 був без додавання селери).

Кількість відокремленої сироватки у зразках йогурту з різним вмістом пюре селери визначали методом фільтрування крізь паперовий фільтр і за кількістю

отриманої сироватки, яка відділилася від коагульому, оцінювали результат в мл.

Мікробіологічні, органолептичні та фізико-хімічні показники йогурту із селерою визначали за загальноприйнятими методиками (Tsisaryk et al., 2022; Kukhtyn & Kravcheniuk, 2023). Для обробки отриманих результатів використовували статистичні методи, які передбачають порівняння двох і більше величин за допомогою комп'ютерної програми Statistica 9. Результати вважали вірогідними за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Готові зразки йогурту з селерою були перевірені за реологічними та органолептичними показниками. Міра синерезису вважається важливим і головним показником кисломолочних продуктів, який характеризує реологічні властивості, а саме можливість згустка утримувати рідину, тобто даний показник має за мету встановити міцність утвореного коагульому. Отримані дані щодо впливу певних концентрацій пюре селери у рецептурному складі розробленого йогурту на показники синерезису дозволяють обрати готовий продукт, який максимально зберігає структуру та споживчі властивості. Адже під час транспортування найчастіше відбувається вплив механічної дії і виникнення явища синерезису кисломолочних продуктів. Такі продукти втрачають товарний вигляд і споживчу привабливість. Дослідження синерезису у зразках йогурту з селерою (рис. 1), виявило, що кількість доданого пюре селери вірогідно впливає на величину синерезису готових зразків йогурту.

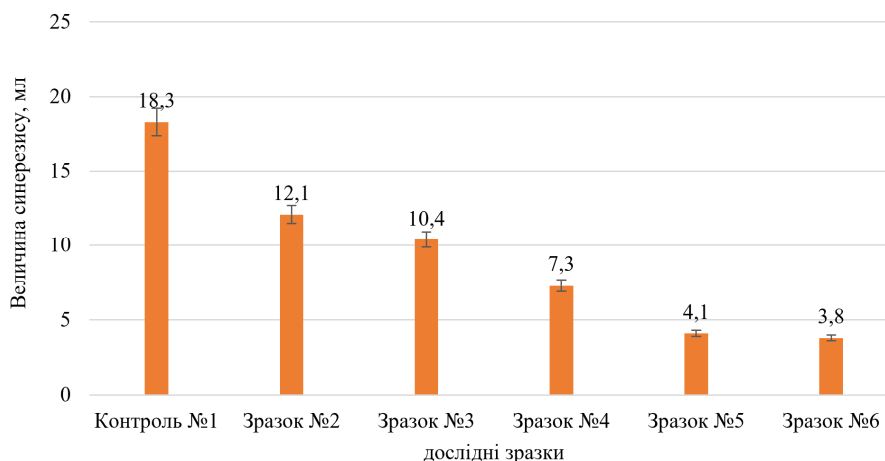


Рис. 1. Показники синерезису зразків йогурту з різною концентрацією пюре селери ($M \pm m$, $n = 6$)

Примітка: * – $P < 0,05$ порівнюючи з контролем

Зокрема, контрольний зразок йогурту продемонстрував найвище значення виділення сироватки ($18,3 \pm 0,3$ мл) під час фільтрування. Водночас кількість виділеної сироватки зменшувалася у дослідних зразках за рахунок додавання до їхнього складу розробленого пюре селери. Вірогідні зміни ($P < 0,05$), щодо зменшення відділення сироватки вже спостерігаються у зразку йогурту з 20 % доданого пюре селери. Тенден-

ція в цих результатах була пояснена (Vlaseva et al., 2016; Dabija et al., 2020) здатністю пектинових речовин поглинати необоротно вільну вологу, оскільки січаста структура пектинових речовин селери разом із міцелами казеїну адсорбують воду. Адсорбція пектину на міцелах казеїну сильно залежить від рН і починається з рН $\sim 5,0$. Саме додавання пюре селери у дослідні зразки йогурту сприяло зменшенню рН сере-

довища. Всі ці взаємопов'язані чинники впливають на явище синерезису у йогурті з пюре селери. Так, у зразку йогурту, який містив 30 % пюре селери, кількість виділеної сироватки була в 4,4 раза ($P < 0,01$) меншою, ніж кількість сироватки в йогурті без пюре селери. Найменша кількість сироватки, яка відділялася під час фільтрування дослідних йогуртів, була в зразку № 6 – 3,8 мл, що в 4,8 раза ($P < 0,01$) менше проти йогурту в контролі.

Отже, додавання пюре з селери у технологію виробництва йогурту у кількості понад 20 % справляє позитивний ефект на явище синерезису готового продукту.

Органолептичні властивості продукту – це такі, на які споживач насамперед звертає свій погляд і увагу.

У харчовій промисловості за розроблення нового продукту оцінка властивостей продукту за органолептикою посідає одне з важливих завдань наукового дослідження. Тому методологія дослідження розробленого харчового продукту за органолептичними властивостями має бути максимально такою, яка б характеризувала і виявляла найбільшу кількість сенсорних відчуттів. Розроблені готові дослідні зразки йогурту, до яких додавали різні концентрації пюре з стебел, листя і кореня селери, піддавалися дегустаційному дослідженню відповідно до загальноприйнятої методології. Для використання у подальших дослідженнях та у практику пропонується, щоб дослідний зразок йогурту з селерою мав не нижче ніж 13 балів за сумою усіх показників (табл. 1).

Таблиця 1

Дегустаційна оцінка зразків йогурту з пюре селери ($M \pm m$, $n = 6$)

Дослідні зразки	Концентрація пюре селери, %	Назва органолептичного показника				Заг. оцінка
		консистенція й зовнішній вигляд (5)	забарвлення (2)	запах (3)	Смак (5)	
1	контроль	3	2	2	3	10
2	15	3	2	2	4	11
3	20	3	2	3	4	12
4	25	4	2	3	5	14
5	30	5	2	3	5	15
6	35	5	2	2	3	12

За результатами дегустаційної комісії (табл. 1) виявлено, що найвищу кількість набраних балів (15) мав зразок йогурту під номером 5, до складу якого додано 30 % пюре зі стебел, листя та кореня селери. Даний зразок продукту мав однорідну, помірно в'язку консистенцію, був гелеподібної структури, при перевертанні посудини (стаканчика) йогурт повільно витікав. За зовнішнім виглядом і забарвленням даний зразок мав біло-зелений відтінок, який був притаманний всій масі. За запахом йогурт з 30 % пюре селери мав притаманний кисломолочний запах, який був значно менший, ніж у контрольному йогурті. Аромат і присмак селери був виражений, але настільки, що суттєво не змінював кисломолочного запаху. Смак продукту також був притаманний кисломолочному без наявності стороннього присмаку, проте з вираженим смаком стебел і кореня селери.

Зразок йогурту № 6 (із концентрацією селери 35 %) набрав меншу кількість дегустаційних балів, порівнюючи зі зразком № 5, через сильніше виражений запах та смак селери, що не сподобалося комісії, до того ж зникав кисломолочний запах, а проявлявся аромат селери.

Четвертий дослідний зразок йогурту зі селерою тільки на один бал поступався зразку номер п'ять, який набрав найбільшу кількість балів. Зниження органолептики у даному продукті комісія обрала через зміни у консистенції. Водночас загальна сума балів становила 14, що також дозволяє його застосовувати у виробничому процесі.

Зразки йогурту з пюре селери з вмістом останнього від 15 до 20 % відповідно мали нижчу кількість балів (11 та 12 балів), оскільки зниження бальної оці-

нки було пов'язано з недостатньо вираженою консистенцією та смаком.

Отже, результати дегустаційного оцінювання йогурту з концентрацією пюре селери від 15 до 35 % виявили, що для практики найперспективнішими вважаються дослідні зразки йогурту, які у рецептурному складі включають пюре селери у кількості 25–30 %, відповідно. Однак враховуючи результати щодо величини синерезису даних зразків йогурту, для подальших досліджень був взятий кисломолочний продукт з 30 % пюре селери як оптимальний.

Відповідність показникам мікробіологічної безпечності йогурту, який містить 30 % пюре селери, за зберігання протягом 12 діб при двох вибраних режимах: перший – за $t + 3$ °C; другий – за $t + 5$ °C наведено в таблиці 2.

Встановлено, що початкові мікробіологічні показники йогурту мали значний запас мікробіологічної стійкості до зберігання. Оскільки дріжджова і грибова мікробіота не перевищувала 5 КУО/г, а обсіменіння бактеріями групи кишкових паличок не виявляли навіть в 1 г продукту. Зберігання за $t + 3$ °C практично не вплинуло на зростання БГКП, грибів і дріжджів протягом 6 діб. Разом з тим кількість мікроорганізмів, таких як молочнокислі бактерії, збільшилася в 2,1 раза протягом 12 діб зберігання, тобто навіть за таких низьких температур холодильника дана група мікробіоти розвивалася. Гриби і дріжджі через 12 діб зберігання за $t + 3$ °C також збільшилися і становили 8–10 клітин в г, але така кількість майже в 5 разів менша проти норми, як рекомендує стандарт (50 клітин в грам). Тобто розроблений нами йогурт з 30 % селери

за таких умов зберігання не втрачає змін за мікробіологічними показниками.

Відомо, що основний фактор, який впливає на інтенсивність розвитку мікроорганізмів у харчових продуктах – це температура. Зберігання нашого йогурту з селерою за $t + 5^{\circ}\text{C}$ знижувало мікробіологічні показники упродовж 12 діб. Так грибова мікробіота на 12 добу зберігання кількісно становила $23,5 \pm 2$ КУО/г – дріжджів та $16,3 \pm 2$ КУО/г грибів, що практично в 2,1 раза та 3,0 раза менша кількість, ніж допустимо стандартом. За цього режиму і часу витримки титр БГКП був 1, тобто в 1 г вже реєструвалися дані

бактерії, хоча стандарт допускає їх наявність до 0,1 г. Тому в даному випадку йогурт з селерою цілком придатний до споживання.

Отже, йогурт з селерою (30 %) має значний запас мікробіологічної стійкості за зберігання ($+3 - +5^{\circ}\text{C}$) і його можна витримувати упродовж усього терміну до 14 діб, як допускає стандарт.

Зміни величини кислотності за зберігання, яка виникає внаслідок підкислення середовища через життєдіяльність молочнокислих бактерій, наведено на [рис. 2](#).

Таблиця 2

Показники, які забезпечують мікробіологічну стійкість молочного продукту у процесі зберігання ($M \pm m$, $n = 3$)

Показники	Початкові величини у свіжому продукті	Після зберігання, діб			
		6		12	
		за $t + 3^{\circ}\text{C}$	за $t + 5^{\circ}\text{C}$	за $t + 3^{\circ}\text{C}$	за $t + 5^{\circ}\text{C}$
Кількість молочнокислих бактерій, млн КУО/г	$11,7 \pm 0,2$	$15,4 \pm 0,2$	$27,8 \pm 0,3$	$24,5 \pm 0,3$	$63,7 \pm 0,5$
Уміст дріжджів, КУО/г	$4,1 \pm 1$	$5,2 \pm 1$	$9,7 \pm 2$	$11,3 \pm 2$	$23,5 \pm 2$
Плісєніві гриби, КУО/г	$2,3 \pm 1$	$4,1 \pm 1$	$6,7 \pm 1$	$8,5 \pm 1$	$16,3 \pm 2$
Титр БГКП	>1	>1	>1	>1	1
<i>S. aureus</i> , КУО/г	в 1 г не виявлено	не виявлено		не виявлено	

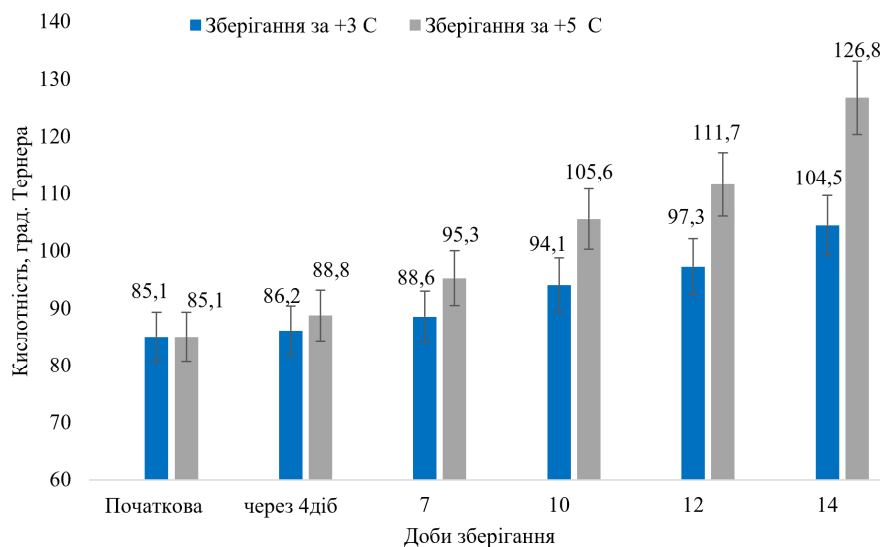


Рис. 2. Титрована кислотність у йогурті з пюре селери під час зберігання за температури $+3^{\circ}\text{C}$ та $+5^{\circ}\text{C}$

З [рисунку 2](#) спостерігається повільне зростання показника кислотності, водночас за режиму $t + 3^{\circ}\text{C}$ – 12 діб вона була нижча, ніж за $t + 5^{\circ}\text{C}$ – 12 діб. За першого режиму підкислення продукту відбулося до $97,3 \pm 0,2^{\circ}\text{T}$, а за другого до $111,7 \pm 0,4^{\circ}\text{T}$. Разом з тим у нормативних документах ([Kukhtyn & Kravcheniuk, 2023](#)) підкислення йогурту за зберігання може бути до 140°T , тобто наш продукт йогурт з селерою можна зберігати довше за визначений час.

Отже, підсумовуючи, зазначаємо, що в результаті додавання пюре селери в йогурт за його виробництва він збагачується харчовими волокнами (пектином). Виявлено, що доцільність збагачення йогурту пюре селери в концентрації 30 %, оскільки виникають кращі органолептичні характеристики та найнижчий синерезис порівняно з контрольним зразком ($P <$

0,05). Враховуючи це, використання селери може бути успішно застосоване для розробки рецептури функціонального харчування на основі молока з потенційною користю для здоров'я та поліпшеними реологічними й сенсорними характеристиками.

Висновки

Обґрунтовано наукову доцільність збагачення кисломолочного продукту – йогурту пюре селери. Додавання пюре з селери в кількості понад 20 % має позитивний ефект на явище синерезису готового продукту, оскільки кількість відділеної сироватки під час фільтрування була в 3–4 рази меншою, ніж у контролі. За органолептичними показниками найкращими зразками були йогурти з вмістом селери від 25 до

30 %, до того ж йогурт з селерою (30 %) має значний запас мікробіологічної стійкості під час зберігання за температур $+3 - +5^{\circ}\text{C}$.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Babio, N., Becerra-Tomás, N., Martínez-González, M. Á., Corella, D., Estruch, R., Ros, E., ... & Salas-Salvadó, J. (2015). Consumption of yogurt, low-fat milk, and other low-fat dairy products is associated with lower risk of metabolic syndrome incidence in an elderly Mediterranean population. *The Journal of nutrition*, 145(10), 2308–2316. DOI: 10.3945/jn.115.214593.
- Bernini, L. J., Simão, A. N. C., Alfieri, D. F., Lozovoy, M. A. B., Mari, N. L., de Souza, C. H. B., ... & Costa, G. N. (2016). Beneficial effects of *Bifidobacterium lactis* on lipid profile and cytokines in patients with metabolic syndrome: A randomized trial. *Effects of probiotics on metabolic syndrome*. *Nutrition*, 32(6), 716–719. DOI: 10.1016/j.nut.2015.11.001.
- Corbo, M. R., Bevilacqua, A., Petrucci, L., Casanova, F. P., & Sinigaglia, M. (2014). Functional beverages: the emerging side of functional foods: commercial trends, research, and health implications. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 13(6), 1192–1206. DOI: 10.1111/1541-4337.12109.
- Dabija, A., Oroian, M., Codină, G. G., & Rusu, L. (2020). Assessment the influence of the main technological factors on yogurt quality. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 21(1), 83–94. URL: <https://www.proquest.com/openview/741e9566df15a9e242a97db8760921be/1?pq-origsite=gscholar&cbl=716381>.
- de Melo Pereira, G. V., de Carvalho Neto, D. P., Maske, B. L., De Dea Lindner, J., Vale, A. S., Favero, G. R., ... & Soccol, C. R. (2022). An updated review on bacterial community composition of traditional fermented milk products: what next-generation sequencing has revealed so far? *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(7), 1870–1889. DOI: 10.1080/10408398.2020.1848787.
- Faccia, M., D'Alessandro, A. G., Summer, A., & Hailu, Y. (2020). Milk products from minor dairy species: A review. *Animals*, 10(8), 1260. DOI: 10.3390/ani10081260.
- García-Burgos, M., Moreno-Fernández, J., Alférez, M. J., Díaz-Castro, J., & López-Aliaga, I. (2020). New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*, 72, 104059. DOI: 10.1016/j.jff.2020.104059.
- Gómez-Gallego, C., Gueimonde, M., & Salminen, S. (2018). The role of yogurt in food-based dietary guidelines. *Nutrition reviews*, 76(S1), 29–39. DOI: 10.1093/nutrit/nuy059.
- Gruskiene, R., Bockuviene, A., & Sereikaite, J. (2021). Microencapsulation of bioactive ingredients for their delivery into fermented milk products: A review. *Molecules*, 26(15), 4601. DOI: 10.3390/molecules26154601.
- Hassanen, N. H., Eissa, A. M. F., Hafez, S. A. M., & Mosa, E. A. (2015). Antioxidant and antimicrobial activity of celery (*Apium graveolens*) and coriander (*Coriandrum sativum*) herb and seed essential oils. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 4(3), 284–296. URL: <https://www.ijcmas.com/vol-4-3/Naglaa%20H.%20M.%20Hassanen,%20et%20al.pdf>.
- Hill, D., Ross, R. P., Arendt, E., & Stanton, C. (2017). *Microbiology of yogurt and bio-yogurts containing probiotics and prebiotics. Yogurt in health and disease prevention*. Academic Press, 69–85. DOI: 10.1016/B978-0-12-805134-4.00004-3.
- Hobbs, D. A., Givens, D. I., & Lovegrove, J. A. (2019). Yogurt consumption is associated with higher nutrient intake, diet quality and favourable metabolic profile in children: a cross-sectional analysis using data from years 1–4 of the National diet and Nutrition Survey, UK. *European journal of nutrition*, 58, 409–422. DOI: 10.1007/s00394-017-1605-x.
- Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Perkiy, Y. B., & Horiuk, V. V. (2018). Distribution of main pathogens of mastitis in cows on dairy farms in the western region of Ukraine. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(83), 115–119. DOI: 10.15421/nvlvet8322.
- Horiuk, Y. V., Kukhtyn, M. D., Vergeles, K. M., Kovalenko, V. L., Verkholiuk, M. M., Peleno, R. A., & Horiuk, V. V. (2018). Characteristics of enterococci isolated from raw milk and hand-made cottage cheese in Ukraine. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 9(2), 1128–1133. URL: [https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9\(2\)/%5B139%5D.pdf](https://www.rjpbcs.com/pdf/2018_9(2)/%5B139%5D.pdf).
- Ivanova, M., Petkova, N., Todorova, M., Dobрева, V., Vlaseva, R., Denev, P., ... & Bouvard, V. (2020). Influence of citrus and celery pectins on physicochemical and sensory characteristics of fermented dairy products. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 21(4), 533–545. URL: https://www.researchgate.net/publication/346627913_INFLUENCE_OF_CITRUS_AND_CELERY_PECTINS_ON_PHYSICOCHEMICAL_AND_SENSORY_CHARACTERISTICS_OF_FERMENTED_DAIRY_PRODUCTS.
- Kasianchuk, V., Berhilevych, O., Kryzhanivskiy, Ya., & Kukhtyn, M. (2006). Orhanizatsiia veterynarno-sanitarnoho kontroliu vyrobnytstva moloka koroviyachoho na fermi vidpovidno do vymoh SOT. *Veterynarna medytsyna Ukrainy*, 7, 38–40 (in Ukrainian).
- Kim, D., & Kim, J. (2017). Dairy consumption is associated with a lower incidence of the metabolic syndrome in middle-aged and older Korean adults: the Korean Genome and Epidemiology Study (KoGES). *British journal of nutrition*, 117(1), 148–160. DOI: 10.1017/S000711451600444X.
- Kukhtyn, M. D. (2008). Dynamika mikrobiolohichnoho ta biokhimichnoho protsesu v molotsi syromu pry zberihanni za riznykh temperatur. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho*, 10(3(38)), 229–237 (in Ukrainian).
- Kukhtyn, M. D., & Kravcheniuk, Kh. Yu. (2023). Laboratornyi praktykum z mikrobiolohii moloka i molochnykh produktiv: navchalnyi posibnyk. TNTU (in Ukrainian).

- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., ... & Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current opinion in biotechnology*, 44, 94–102. DOI: 10.1016/j.copbio.2016.11.010.
- Mater, D. D., Bretigny, L., Firmesse, O., Flores, M. J., Mogenet, A., Bresson, J. L., & Corthier, G. (2005). *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* survive gastrointestinal transit of healthy volunteers consuming yogurt. *FEMS microbiology letters*, 250(2), 185–187. DOI: 10.1016/j.femsle.2005.07.006.
- Million, M., Lagier, J. C., Yahav, D., & Paul, M. (2013). Gut bacterial microbiota and obesity. *Clinical Microbiology and Infection*, 19(4), 305–313. DOI: 10.1111/1469-0691.12172.
- Moonga, H. B., Schoustra, S. E., Linnemann, A. R., van den Heuvel, J., Shindano, J., & Smid, E. J. (2021). Influence of fermentation temperature on microbial community composition and physicochemical properties of mabisi, a traditionally fermented milk. *LWT*, 136, 110350. DOI: 10.1016/j.lwt.2020.110350.
- Nagata, S., Asahara, T., Wang, C., Suyama, Y., Chonan, O., Takano, K., ... & Yamashiro, Y. (2016). The effectiveness of *Lactobacillus* beverages in controlling infections among the residents of an aged care facility: a randomized placebo-controlled double-blind trial. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 68(1), 51–59. DOI: 10.1159/000442305.
- Oozeer, R., Leplingard, A., Mater, D. D., Mogenet, A., Michelin, R., Seksek, I., ... & Corthier, G. (2006). Survival of *Lactobacillus casei* in the human digestive tract after consumption of fermented milk. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(8), 5615–5617. DOI: 10.1128/AEM.00722-06.
- Savaiano, D. A., & Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. *Nutrition reviews*, 79(5), 599–614. DOI: 10.1093/nutrit/nuaa013.
- Siedler, S., Rau, M. H., Bidstrup, S., Vento, J. M., Aunsbjerg, S. D., Bosma, E. F., ... & Neves, A. R. (2020). Competitive exclusion is a major bioprotective mechanism of lactobacilli against fungal spoilage in fermented milk products. *Applied and environmental microbiology*, 86(7), e02312-19. DOI: 10.1128/AEM.02312-19.
- Tsaryk, O., Musii, L., Dronyk, G., Drach, M., & Slyvka, I. (2022). Development of kefir technology with celery pure. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(98), 57–64. DOI: 10.32718/nvlvet-f9811.
- Veiga, P., Pons, N., Agrawal, A., Oozeer, R., Guyonnet, D., Brazeilles, R., ... & Kennedy, S. P. (2014). Changes of the human gut microbiome induced by a fermented milk product. *Scientific reports*, 4(1), 6328. DOI: 10.1038/srep06328.
- Vlaseva, R., Ivanova, M., Hadjikinova, M., Hadjikinov, D., Dobрева, V., Petkova, N., ... & Dimitrov, D. (2016). Comparative characterization of possibilities of using low-esterified and amidated pectin in fermented dairy products. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 6(1), 649–651. DOI: 10.15414/jmbfs.2016.6.1.649-651.



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10118
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.64.022.39

Characteristics of the production technology of wheat bread with organic acids

A. Sidorov, P. Protsak, M. Kukhtyn[✉], K. Voytko

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 09.02.2024
Received in revised form
11.03.2024
Accepted 12.03.2024

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska Str., 56, Ternopil,
46001, Ukraine.
Tel.: +38-097-239-20-57
E-mail: kuchtynnic@gmail.com

Sidorov, A., Protsak, P., Kukhtyn, M., & Voytko, K. (2024). Characteristics of the production technology of wheat bread with organic acids. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 121–126. doi: 10.32718/nvlvet-f10118

Bread is one of the most important and basic food products consumed by people all over the world. The aging of wheat bread is a natural process that shortens its storage and sale periods and occurs under the influence of several factors, in particular due to the development of technically harmful microorganisms. Therefore, in the bakery industry, safe chemical preparations are widely used, which can inhibit the occurrence of microbiological defects and thus prolong the freshness of bread throughout the entire storage period. The aim of the work was to investigate the influence of organic acids on the microbiological, physicochemical and technological indicators of wheat bread. For the study, generally recognized microbiological and physicochemical methods were used to determine the quality indicators of raw materials and finished bakery products. It was found that flour of the highest and first grades, as the main raw material for the production of bread, always contains spore-forming bacteria, which, if the production technology and the temperature-humidity regime of storage are not followed, can be the cause of potato disease of bread. It was established that the addition of organic acids to flour during the production of wheat bread, on average, increases the titrated acidity of the finished product by 1 degree. According to physico-chemical parameters (moisture, porosity), the test samples of bread did not differ significantly, compared to the control sample, and these values were within the normative value. At the same time, the fragility of the test samples was, on average, 1.4 times lower than in the control bread. This indicates that products containing organic acids will be less likely to go rancid and have better organoleptic properties during storage. During the organoleptic evaluation of the test samples of bread, it was established that all of them met the satisfactory requirements for the main parameters, such as appearance, color and consistency, that is, they did not differ from the control sample. Therefore, the combination of organic acids and the creation of acidifying preparations for wheat dough will improve the quality of finished products and their shelf life.

Key words: wheat bread, organic acids, brittleness, porosity, bread moisture.

Характеристика технології виробництва пшеничного хліба з органічними кислотами

A. М. Сідоров, П. В. Процак, М. Д. Кухтин[✉], Х. В. Войтко

Тернопільський національний технічний університет імені І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

Хліб – один з найважливіших і основних продуктів харчування, які споживають люди в усьому світі. Черствіння пшеничного хліба – природний процес, який зменшує терміни його зберігання й реалізацію та відбувається під впливом декількох чинників, зокрема через розвиток технічно-шкідливих мікроорганізмів. Тому у хлібопекарській промисловості широкого застосування набувають хімічні безпечні препарати, які дозволяють пригальмувати виникнення мікробіологічних вад і тим самим забезпечити свіжість хліба протягом усього терміну зберігання. Метою роботи було дослідити вплив органічних кислот на мікробіологічні, фізико-хімічні та технологічні показники пшеничного хліба. Для дослідження використано загально визнані мікробіологічні та фізико-хімічні методи для визначення показників якості сировини й готових хлібопекарських виробів. Виявлено, що борошно вищого і першого ґатунків як основна сировина для виготовлення хліба завжди містить спороутворюючі бактерії, які при недотриманні технології виробництва і температурно-вологісного режиму зберігання можуть бути причиною картопляної хвороби хліба.

Встановлено, що додавання органічних кислот до борошна під час виробництва пшеничного хліба в середньому підвищує титровану кислотність готового виробу на 1 град. За фізико-хімічними показниками (вологість, пористість) дослідні зразки хліба суттєво не відрізнялися проти контрольного зразка і дані величини були в межах нормативного значення. Водночас крихкуватість дослідних зразків була в середньому на 1,4 раза менша, ніж у хлібі-контролі. Це вказує на те, що вироби з вмістом органічних кислот менше будуть піддаватися черствінню та матимуть кращі органолептичні властивості під час зберігання. Під час проведення органолептичної оцінки дослідних зразків хліба встановлено, що всі вони відповідали вимогам за основними параметрами, такими як зовнішній вигляд, колір і консистенція, тобто не відрізнялися від контрольного зразка. Отже, поєднання органічних кислот між собою та створення препаратів-підкислювачів для пшеничного тіста дозволить підвищити якість готових виробів та термін їх зберігання.

Ключові слова: пшеничний хліб, органічні кислоти, крихкуватість, пористість, вологість хліба.

Вступ

Хліб – один з найважливіших і основних продуктів харчування, які споживають люди в усьому світі. Це важлива частина повсякденного раціону, і тому пошук шляхів поліпшення його якості та збільшення терміну зберігання хлібобулочних виробів є надзвичайно важливим (Karpyk et al., 2021; Lialyk et al., 2024). Черствіння пшеничного хліба може відбуватися під впливом кількох факторів, один із них – через розвиток технічно-шкідливих мікроорганізмів (Ryan et al., 2008; Kukhtyn et al., 2022). Розвиток грибів спричиняє значні економічні втрати для хлібопекарської промисловості, зокрема збільшують утилізацію продуктів, викликають неприємні запахи, відомі як “неприємні ароматизатори”, і навіть утворюють шкідливі речовини, такі як мікотоксини (Dalić et al., 2010; Samapundo et al., 2017; Cardoso et al., 2019).

Незважаючи на те, що під час процесу випікання температура в печі сягає понад 200 °C, температура у середині м'якуша коливається в межах 90 °C. Дана температура недостатня для знищення спороутворюючої групи бактерій роду *Bacillus*, які є збудниками псування хліба під час його зберігання (Oliveira et al., 2014; Silva & Lidon, 2016; Voitko & Kukhtyn, 2021). Тому для запобігання розвитку даної групи мікроорганізмів застосовують різні добавки до пшеничного хліба.

Крім інгредієнтів, які впливають на смакові та ароматичні властивості свіжоспеченого хліба, у сучасній промисловості широко почали застосовувати речовини, які подовжують його термін зберігання (знижують процес черствіння) без видимого псування (Iorgacheva & Lebedenko, 2014; Cheliabieva & Sosedova, 2018). Насамперед до технології виготовлення хліба, стійкого до псування мікроорганізмами, входить застосування заквасочних молочнокислих бактерій, які вважаються антагоністами гнильної, спороутворюючої і плісеневої мікрофлори (Crowley et al., 2013; Kukhtyn et al., 2018; Garcia et al., 2019). Тому хліб, виготовлений на заквасках молочнокислих бактерій, вважається найбільш якісним, має відповідний смак і запобігає виникненню картопляної хвороби (Alfonzo et al., 2013; Pétel et al., 2017; Sanmartín et al., 2024). Проте для випікання хліба із застосуванням заквасок молочнокислих мікроорганізмів на хлібопекарському виробництві необхідно створювати відповідні умови щодо їх пересівання та зберігання, чого не завжди дотримуються, особливо на невеликих пекарнях. Тому в сучасній хлібопекарській промисловості досить широкого застосування набувають хімічні безпечні препарати, які дозволяють пригальмувати

виникнення мікробіологічних вад і тим самим продовжити його свіжість протягом усього терміну зберігання (Lebedenko et al., 2014; Dahiya et al., 2020; Boukid et al., 2023). До основних консервантів належать харчові органічні кислоти та їх солі, так звані підкислювачі середовища тіста. Однак застосування даних речовин на практиці повинно базуватися на ґрунтовному експериментальному матеріалі щодо конкретного виду хлібобулочного виробу. Тому дослідження, які спрямовані на встановлення мінімальної концентрації, що інгібує збудників псування, водночас не впливає негативно на технологічні процеси виробництва та органолептичні й фізико-хімічні властивості готових виробів є актуальними і перспективними.

Мета дослідження

Метою роботи було дослідити вплив органічних кислот на мікробіологічні, фізико-хімічні та технологічні показники пшеничного хліба.

Матеріал і методи досліджень

Технологія виробництва хліба пшеничного із додаванням органічних кислот включала використання стандартних технологічних операцій, за винятком додаткового внесення відповідних органічних харчових кислот у певній концентрації (від 0,1 до 0,5 % від маси борошна) на стадії замішування тіста. У подальшому застосовували класичні температурні й часові режими випікання хліба та контроль тіста й готових виробів за фізико-хімічними показниками (Drobot et al., 2006). Мікробіологічні показники борошна визначали за загальноприйнятими методами (Kukhtyn & Kravcheniuk, 2023).

Статистичну обробку експериментальних результатів проводили на комп'ютері із застосуванням загальновідомої ліцензійної програми Statistica 10. Результати вважали достовірними за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Першочергово нами було проведено дослідження з кількісного визначення мікробіоти борошна різного ґатунку від трьох виробників (табл. 1).

З даних таблиці 1 зауважуємо, що кількісний вміст мікробіоти борошна залежить від ґатунку. Чим нижчий ґатунок, тим більша кількість виділяється мікроорганізмів порівняно з борошном вищого ґатунку. Так, виявлено, що кількість мезофільних мікрорганізмів у

борошні вищого гатунку становила від $5,6 \pm 0,2 \times 10^4$ до $8,1 \pm 0,3 \times 10^4$ КУО/г, водночас у борошні першого гатунку кількість МАФАНМ була на один порядок більша і становила від $4,9 \pm 0,2 \times 10^5$ до $8,7 \pm 0,3 \times 10^5$ КУО/г. Дану тенденцію можна пояснити тим, що борошно вищого гатунку виробляють із ендосперму зерна, практично без оболонки зерна. У борошні пер-

шого гатунку наявні до 4 % периферійних оболонок зерна. В оболонках зерна міститься більша кількість мікроорганізмів, ніж у внутрішній частині (Ryan et al., 2008). Саме завдяки більшій кількості зовнішньої оболонки у борошні першого гатунку пояснюється різноманітніший мікробний пейзаж (Sanmartín et al., 2024).

Таблиця 1

Забруднення борошна різного гатунку мікроорганізмами ($M \pm m$, $n = 6$)

Гатунки борошна, що досліджу-валися	Кількість МАФАНМ, КУО/г	Кількість споро-утворюючих бактерій (<i>Bacillus spp.</i>), КУО/г	Кількість міцелярних грибів, КУО/г
Вищий			
Виробник № 1	$6,8 \pm 0,2 \times 10^4$	$22,5 \pm 2,3$	$423,5 \pm 21,6$
Виробник № 2	$5,6 \pm 0,2 \times 10^4$	$19,6 \pm 1,7$	$378,2 \pm 19,8$
Виробник № 3	$8,1 \pm 0,3 \times 10^4$	$23,5 \pm 2,1$	$405 \pm 24,7$
Перший			
Виробник № 1	$4,9 \pm 0,2 \times 10^5^*$	$37,1 \pm 3,2^*$	$896,1 \pm 74,4^*$
Виробник № 2	$8,7 \pm 0,3 \times 10^5^*$	$129,3 \pm 8,7^*$	$1457,2 \pm 92,5^*$
Виробник № 3	$6,4 \pm 0,3 \times 10^5^*$	$76,5 \pm 5,4^*$	$1351,5 \pm 78,2^*$

Примітка: * $P < 0,05$ – порівнюючи з борошном вищого гатунку

Кількість спороутворюючих бактерій також виявляли більше у борошні першого гатунку порівняно з вищим. Зокрема у борошні вищого гатунку в середньому виділяли аеробних бацил $21,7 \pm 2,3$ КУО/г, водночас у борошні першого гатунку кількість бацил була в 2–6 разів ($P \leq 0,05$) більшою. Проте загалом у всіх гатунках борошна від різних виробників кількість аеробних бацил не перевищувала допустиму межу в 200 клітин/г, за якої борошно вважається стандартним (Kapelants et al., 2016).

Вміст грибів у борошні також не регламентують, однак у борошні свіжого помелу переважають мікроміцети родів: *Cladosporium*, *Trichoderma* та *Alternaria*. У борошні, яке тривалий час зберігалось, змінюється родовий склад грибів із переважанням родів аксиноміцетів (*Penicillium*, *Aspergillus*), зигоміцетів роду *Mucor* (Samapundo et al., 2017; Cardoso et al., 2019). Виявили таку саму тенденцію щодо збільшення кількості клітин грибів у борошні першого гатунку порівняно з вищим. Так, у борошні першого гатунку кількість грибів становила від $896,1 \pm 74,4$ до $1351,5 \pm 78,2$ КУО/г, що в середньому в 3 рази більше, ніж у борошні вищого гатунку.

Отже, з даних мікробіологічних досліджень мікробіоти борошна вищого і першого гатунків впливає, що борошно – основна сировина для виготовлення хліба і завжди містить спороутворюючі бактерії, які при недотриманні технології виробництва і температурно-вологісного режиму зберігання можуть бути причиною картопляної хвороби хліба.

Під час наступного етапу роботи нами було вироблено дослідні зразки тіста із пшеничного борошна вищого гатунку для випікання хліба. До рецептурного складу тіста також входили такі інгредієнти; цукор-пісок, хлібопекарські дріжджі пресовані та розчини відповідних органічних кислот для підкислення і надання відповідних структурно-механічних властивостей. Було виготовлено чотири дослідні зразки хліба з такими органічними кислотами: зразок № 1 із молочною кислотою; зразок № 2 із оцтовою кисло-

тою; зразок № 3 – з пропіоновою кислотою; зразок № 4 – з лимонною та зразок № 5 без додаванням кислоти був використаний як контроль.

Одним із важливих показників якості, які характеризують технологію виготовлення хліба, вважають кислотність тіста і відповідно хліба. Цей показник характеризує мікробіологічні та біохімічні зміни, які відбуваються в тісті під час бродіння під впливом мікрофлори закваски. Результати дослідження змін у зразках тіста з різними кислотами величини кислотності наведено на [рисунку 1](#).

З даних рис. 1 видно, що в дослідних зразках тіста з органічними кислотами величина кислотності більша, порівнюючи з контрольним зразком без кислоти. Зокрема кислотність тіста з додаванням лимонної кислоти виявилася найвищою серед досліджених взірців і становила $4,8 \pm 0,1$ град., тобто була в 1,6 раза ($P \leq 0,05$) більша, ніж контрольного тіста. Тісто з додаванням молочної, оцтової та пропіонової кислот мало приблизно однакову кислотність, яка становила $4,6 \pm 0,1$ град., і була в середньому в 1,5 раза ($P \leq 0,05$) більша проти контрольного зразка тіста.

Отже, з отриманих результатів випливає, що додавання до борошна під час технологічного процесу виробництва хліба органічних кислот суттєво підвищує кислотність тіста під час бродіння. При цьому за видимими органолептичними властивостями дослідні взірці тіста не відрізнялися від контрольного тіста.

Також виявлено, що у тісті з додаванням органічних кислот газоутворювальна здатність з виділенням діоксиду вуглецю, яка відбувається під дією дріжджової мікрофлори, проходила інтенсивніше. Дане явище, очевидно, пояснюється тим, що підкислення тіста сприяє інтенсивнішому розвитку дріжджів, оскільки вони є більш кислотофільні мікроорганізми (Crowley et al., 2013; Kukhtyn et al., 2018; Garcia et al., 2019).

Враховуючи вищенаведені дані щодо величини кислотності тіста, нами було визначено кислотність м'якушки у свіжовипечених зразках хліба з вмістом органічних кислот ([рис. 2](#)).

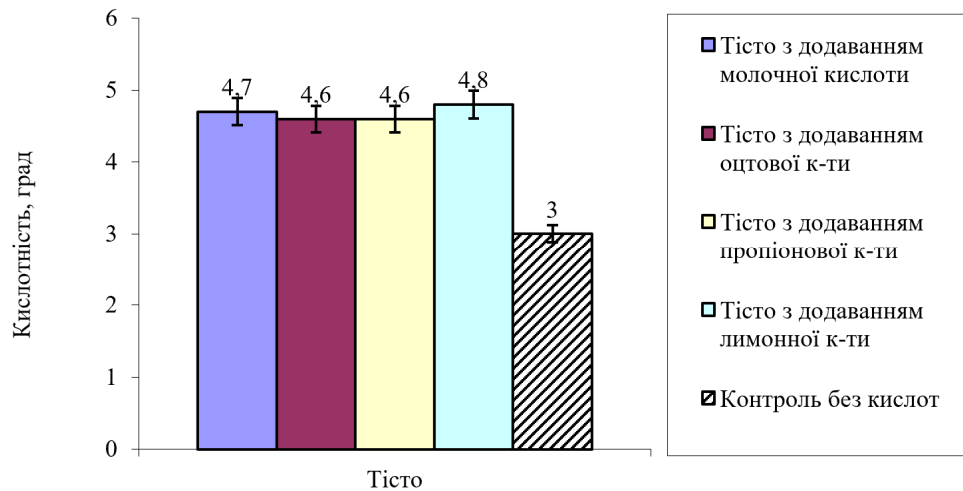


Рис.1. Показники величини кислотності дослідних зразків тіста з органічними кислотами

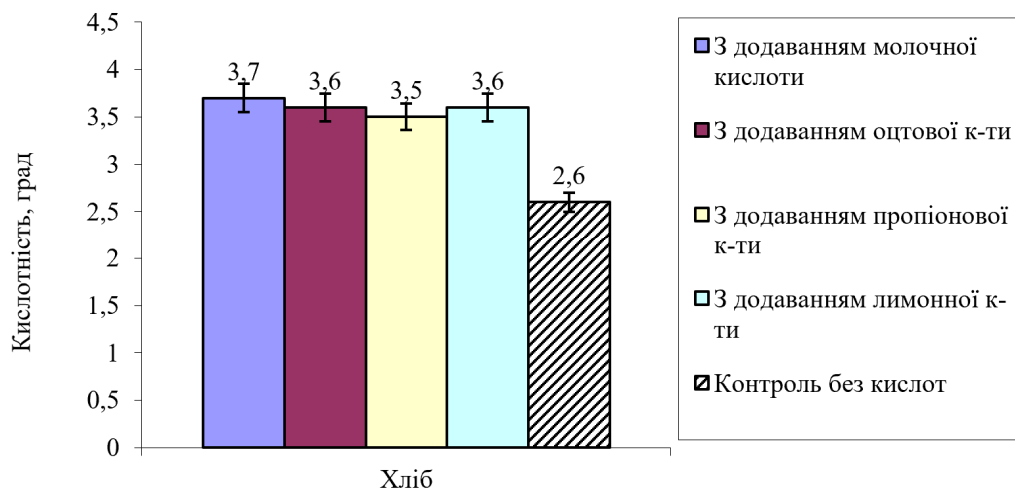


Рис. 2. Показники величини кислотності дослідних зразків свіжовипеченого хліба

Виявлено (рис. 2), що кислотність м'якушки дослідних зразків хліба була більша, ніж у контрольного зразка, що пояснюється додаванням у рецептурний склад органічних кислот. Зокрема, у дослідних зразках хліба величина кислотності коливалася у межах від $3,5 \pm 0,1$ град. (для хліба з пропіоновою кислотою) до $3,7 \pm 0,1$ град. (для хліба з молочною кислотою), тобто була в 1,3 та 1,4 раза ($P \leq 0,05$) більша кислотність, порівнюючи з контрольним хлібом, виготовленим без додавання кислот.

Отже, додавання органічних кислот до борошна під час виробництва пшеничного хліба в середньому підвищує його титровану кислотність на 1 град.

Якість виробленого хліба і придатність його до зберігання характеризується за фізико-хімічними показниками. Результати дослідження хліба з органічними кислотами за фізико-хімічних показниками наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Визначення фізико-хімічних показників якості зразків хліба з різними кислотами-підкислювачами ($M \pm m$, $n = 5$)

Зразки хліба з кислотами-підкислювачами	Вологість, %	Пористість, %	Крихкуватість, %	Кислотність, град.
Контроль	$44,2 \pm 0,2$	$71,3 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,2^*$	$2,6 \pm 0,1$
№ 1 (з молочною кислотою)	$43,9 \pm 0,2$	$71,8 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,1^*$	$3,7 \pm 0,1$
№ 2 (з оцтовою кислотою)	$44,0 \pm 0,2$	$71,5 \pm 0,3$	$1,5 \pm 0,1$	$3,6 \pm 0,1^*$
№ 3 (з пропіоновою кислотою)	$44,4 \pm 0,2$	$71,9 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,1^*$	$3,5 \pm 0,1^*$
№ 4 (з лимонною кислотою)	$44,1 \pm 0,2$	$72,1 \pm 0,3$	$1,5 \pm 0,1^*$	$3,6 \pm 0,1^*$
Нормативні значення	39 – 50	63 – 72	–	2,5 – 3,5

Примітка: $*P < 0,05$ – порівняно з контрольним зразком

Виявлено, що показник вологості хліба у зразках з органічними кислотами суттєво не відрізнявся проти контрольного зразка хліба і був у межах нормативних значень для даного виду хліба – 39–50 %. Це дає підставу вважати, що енергетична цінність хліба не зміниться. Величина пористості також суттєвих змін не зазнавала у дослідних зразках, порівняно з контрольним зразком хліба і не перевищувала нормативного значення 63–72 %. Це вказує, що додавання органічних кислот не гальмувало процесу бродіння, що своєю чергою не змінювало його структури та не буде впливати на засвоюваність. За показником крихкуватості дослідні зразки хліба відрізнялися порівняно з контрольним. Зокрема, крихкуватість дослідних зразків була в середньому на 1,4 раза ($P \leq 0,05$) менша, ніж у хлібі-контролі. Це вказує на те, що вироби з вмістом органічних кислот менше будуть піддаватися черствінню та матимуть кращі органолептичні властивості під час зберігання (Karpuk et al., 2021; Lialyk et al., 2024). Найбільш помітно відрізнялася величина кислотності у дослідних зразках хліба, порівнюючи з контрольним хлібом. Зокрема кислотність у дослідних зразках була на верхній межі нормативного значення і становила в середньому 3,5 град., що практично на 1 град. більше, ніж у хліба у контролі. Саме із кислотністю м'якушки хліба пов'язана його стійкість до збудників картопляної хвороби (Ryan et al., 2008).

Під час проведення органолептичної оцінки дослідних зразків хліба встановлено, що всі вони відповідали задовільним вимогам за основними параметрами, такими як зовнішній вигляд, колір і консистенція, тобто не відрізнялися від контрольного зразка.

Отже, отримані нами експериментальні дані щодо впливу органічних кислот на технологічні властивості хліба виявили їх позитивний ефект, що дає підставу для можливого їх застосування у хлібопекарському виробництві.

Висновки

Додавання органічних кислот до борошна під час виробництва пшеничного хліба в середньому підвищує титровану кислотність готового виробу на 1 град. За фізико-хімічними показниками (вологість, пористість) дослідні зразки хліба суттєво не відрізнялися проти контрольного зразка і дані величини були в межах нормативного значення. Водночас крихкуватість дослідних зразків була в середньому на 1,4 раза менша, ніж у хлібі-контролі. Це вказує на те, що вироби з вмістом органічних кислот менше будуть піддаватися черствінню та матимуть кращі органолептичні властивості під час зберігання.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Alfonzo, A., Ventimiglia, G., Corona, O., Di Gerlando, R., Gaglio, R., Francesca, N., ... & Settanni, L. (2013). Diversity and technological potential of lactic acid bacteria of wheat flours. *Food Microbiology*, 36(2), 343–354. DOI: 10.1016/j.fm.2013.07.003.
- Boukid, F., Ganeshan, S., Wang, Y., Tülbek, M. Ç., & Nickerson, M. T. (2023). Bioengineered Enzymes and Precision Fermentation in the Food Industry. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(12), 10156. DOI: 10.3390/ijms241210156.
- Cardoso, R. V., Fernandes, Â., Heleno, S. A., Rodrigues, P., González-Paramás, A. M., Barros, L., & Ferreira, I. C. (2019). Physicochemical characterization and microbiology of wheat and rye flours. *Food Chemistry*, 280, 123–129. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.12.063.
- Cheliabieva, V., & Sosodova, E. (2018). Using of leave n of spontaneous fermentation and of flour leguminous in bread production. *Technical sciences and technologies*, 3(13), 251–257. DOI: 10.25140/2411-5363-2018-3(13)-251-257.
- Crowley, S., Mahony, J., & van Sinderen, D. (2013). Current perspectives on antifungal lactic acid bacteria as natural bio-preservatives. *Trends in food science & technology*, 33(2), 93–109. DOI: 10.1016/j.tifs.2013.07.004.
- Dahiya, S., Bajaj, B. K., Kumar, A., Tiwari, S. K., & Singh, B. (2020). A review on biotechnological potential of multifarious enzymes in bread making. *Process Biochemistry*, 99, 290–306. DOI: 10.1016/j.procbio.2020.09.002.
- Dalić, D. K. D., Deschamps, A. M., & Richard-Forget, F. (2010). Lactic acid bacteria–Potential for control of mould growth and mycotoxins: A review. *Food control*, 21(4), 370–380. DOI: 10.1016/j.foodcont.2009.07.011.
- Drobot, V. I., Arsenieva, L. Yu., & Bilyk, L. Iu. (2006). Laboratornyi praktykum z tekhnolohii khlibopekarnoho ta makaronnoho vyrobnytstva: navchalnyi. Tsentr navchalnoi literatury (in Ukrainian).
- Garcia, M. V., Da Pia, A. K. R., Freire, L., Copetti, M. V., & Sant'ana, A. S. (2019). Effect of the baking temperature on the kinetics of inactivation of *Penicillium paneum* and *P. roqueforti* during the production of loaf bread. *Food Control*, 96, 456–462. DOI: 10.1016/j.foodcont.2018.10.002.
- Iorgacheva, E. G., & Lebedenko, T. E. (2014). Potential of medicinal and aromatic plants to increase the quality of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(12(68)), 101–108. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.23672.
- Kaprelants, L. V., Pylypenko, L. M., Yehorova, A. V., Paulina, Ya. B., Trufkati, L. V., Kananykhina, O. M., ... & Okhotska, M. I. (2016). Mikrobiolohiia kharchovykh vyrobnytstv. Kherson: Vydavets FOP Hrin D.S. (in Ukrainian).
- Karpuk, H., Kukhtyn, M., Selskyi, V., Nazarko, I., Pokotylo, O., & Haidamaka, M. (2021). Research of technological properties of bread made with the addition of beet kvass. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 3–7. DOI: 10.32718/nvvet-f9601.
- Kukhtyn, M. D., & Kravcheniuk, Kh. Yu. (2023). Laboratornyi praktykum z mikrobiolohii moloka i molochnykh produktiv: navchalnyi posibnyk. TNTU (in Ukrainian).
- Kukhtyn, M., Horiuk, Y., Yaroshenko, T., Laiter-Moskaliuk, S., Levytska, V., & Reshetnyk, A. (2018). Effect of lactic acid microorganisms on the content of

- nitrate in tomato in process of pickling. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 89(1/11), 69–75. DOI: 10.101587/1729-4061.2018.120548.
- Kukhtyn, M., Kravchenyuk, K., Selskyi, V., Pokotylo, O., Vichko, O., Kopchak, N., & Hmelar, A. (2022). Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 24(97), 14–19. DOI: 10.32718/nvlvet-f9703.
- Lebedenko, T. E., Kozhevnikova, V. O., & Novichkova, T. P. (2014). Prospects of improvement of accelerated bread technologies by usage of dogrose and hawthorn. *Technology Audit and Production Reserves*, 3(5(17), 8–11. DOI: 10.15587/2312-8372.2014.25351.
- Lialyk, A., Kravcheniuk, K., & Kukhtyn, M. (2024). Characteristics of fermentation changes in the dough for rye-wheat bread with the addition of propionic and lactic acid bacteria. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 26(101), 35–40. DOI: 10.32718/nvlvet-fl0106.
- Oliveira, P. M., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2014). Cereal fungal infection, mycotoxins, and lactic acid bacteria mediated bioprotection: From crop farming to cereal products. *Food microbiology*, 37, 78–95. DOI: 10.1016/j.fm.2013.06.003.
- Pétel, C., Onno, B., & Prost, C. (2017). Sourdough volatile compounds and their contribution to bread: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 105–123. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.10.015.
- Ryan, L. A. M., Dal Bello, F., & Arendt, E. K. (2008). The use of sourdough fermented by antifungal LAB to reduce the amount of calcium propionate in bread. *International Journal of Food Microbiology*, 125(3), 274–278. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.04.013.
- Samapundo, S., Devlieghere, F., Vroman, A., & Eeckhout, M. (2017). Antifungal activity of fermentates and their potential to replace propionate in bread. *LWT-Food Science and Technology*, 76, 101–107. DOI: 10.1016/j.lwt.2016.10.043.
- Sanmartín, G., Sánchez-Adriá, I. E., Prieto, J. A., Estruch, F., & Randez-Gil, F. (2024). Bioprospecting of sourdough microbial species from artisan bakeries in the city of Valencia. *Food Microbiology*, 120, 104474. DOI: 10.1016/j.fm.2024.104474.
- Silva, M. M., & Lidon, F. (2016). Food preservatives—An overview on applications and side effects. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 366–373. DOI: 10.9755/ejfa.2016-04-351.
- Voitko, Kh., & Kukhtyn, M. D. (2021). Vplyv khimichnykh zasobiv na zbudnykiv khvorob khliba. Tezy dopovidei I Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii “Yakist vody: biomedychni, tekhnolohichni, ahropromyslovi i ekolohichni aspekty”, 48–48 (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10119
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664. 8.022:664.144

Use of juice production waste in food technology

G. P. Khomych, Yu. G. Nakonechna✉, L. B. Oliynyk, Z. M. Gaivoronska, K. R. Nakonechnyy

Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine

Article info

Received 12.02.2024
Received in revised form
14.03.2024
Accepted 15.03.2024

Poltava University of Economics
and Trade, Kovalya Str., 3,
Poltava, 36014, Ukraine.
Tel.: +38-067-968-45-54
E-mail: nakonechna4554@gmail.com

Khomych G. P., Nakonechna Yu. G., Oliynyk L. B., Gaivoronska Z. M., Nakonechnyy K. R. (2024). Use of juice production waste in food technology. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 127–134. doi: 10.32718/nvlvet-f10119

Studies related to waste from the juice production of *Chaenomeles* fruits in food technologies as a natural food additive (source of organic acids, pectin and phenolic substances, and vitamins) are relevant. The research aims to improve food technologies by implementing the Zero-waste concept, which involves the use of secondary products of fruit processing as a source of valuable biologically active substances in the technologies of various food products. For the research, we used a variety mix of Vitamin, Citrine, and Orange *Chaenomeles* fruits, *Chaenomeles* pomace after juice extraction, *Chaenomeles* pomace processing products (water extracts, powder, mashed potatoes), food products (pickled mushrooms, meat pate, yeast products). Standard methods of analysis were used in the course of experimental studies. The qualitative indicators of raw materials and processed products of *Chaenomeles* were evaluated by organoleptic and physicochemical parameters. As a result of the research, it was found that the waste generated in the production of juice products from the fruits of the *Chaenomeles* is characterized by a significant content of organic acids, pectin, and phenolic substances, as well as L-ascorbic acid. The rational conditions for obtaining various secondary products of *Chaenomeles* processing: extract, powder, and puree were determined and experimentally tested. It was proved that the use of secondary products of *Chaenomeles* processing (mashed potatoes – 7.5 % by weight of flour, powder – 1.5 % by weight of flour, water extract – 40 % by weight of water) in the recipe composition of yeast flour products would reduce the duration of dough fermentation and increase its biological value. The feasibility of using aqueous extracts of *Coleoptera* in making pickled mushroom snacks as a substitute for citric acid solution for the pretreatment of mushroom raw materials to inactivate mushroom polyphenol oxidase was confirmed. It was determined that in the technologies of meat pates, the combination of meat raw materials (pork) and 8 % hydrated powder obtained from *Chaenomeles* pomace provides high organoleptic characteristics of the paste, reduces the content of animal fats and minimizes the caloric content of the paste; positively affects the moisture retention capacity and stability of the minced emulsion; increases the biological value of the product due to plant components.

Key words: *Chaenomeles*, pomace, puree, extract, paste, mushrooms, yeast flour products.

Використання відходів сокового виробництва у технології харчових продуктів

Г. П. Хомич, Ю. Г. Наконечна✉, Л. Б. Олійник, З. М. Гайворонська, К. Р. Наконечний

Полтавський університет економіки і торгівлі, Полтава, Україна

Актуальними є дослідження, пов'язані з використанням відходів сокового виробництва плодів хеномелесу в технологіях харчових продуктів як природної харчової добавки (джерела органічних кислот, пектинових та фенольних речовин, вітамінів). Метою досліджень є удосконалення технологій харчових продуктів шляхом реалізації концепції Zero-waste, яка передбачає використання вторинних продуктів перероблення фруктових сировини як джерела цінних біологічно активних речовин в технологіях різних харчових продуктів. Для досліджень використовували сортосуміш плодів хеномелесу Вітамінний, Цитриновий і Помаранчевий, вичавки з хеномелесу після вилучення соку, продукти переробки вичавків хеномелесу (водні екстракти, порошок, пюре), харчові продукти (гриби мариновані, пасти м'ясні, дріжджові вироби). В процесі проведення експериментальних досліджень використовували

стандартні методи аналізу. Якісні показники сировини та продуктів переробки хеномелесу оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками. В результаті проведених досліджень встановлено, що відходи, які утворюються при виробництві сокової продукції з плодів хеномелесу, характеризуються значним вмістом органічних кислот, пектинових та фенольних речовин, а також L-аскорбінової кислоти. Визначено і експериментально перевірено раціональні умови отримання різних вторинних продуктів переробки хеномелесу: екстракту, порошку та пюре. Доведено, що використання у рецептурному складі дріжджових борошняних виробів вторинних продуктів переробки хеномелесу (пюре – 7,5 % від маси борошна, порошок – 1,5 % від маси борошна, водного екстракту – 40 % від маси води) дозволить скоротити тривалість бродіння тіста та підвищити його біологічну цінність. Підтверджено доцільність використання водних екстрактів хеномелесу в технології виготовлення маринованих закусок з грибів як замінича розчину лимонної кислоти для попередньої обробки грибної сировини з метою інактивації поліфенолоксидази грибів. Визначено, що у технологіях м'ясних паштетів комбінація м'ясної сировини (свинина) та 8 % гідратованого порошку, отриманого з вичавків хеномелесу, забезпечує високі органолептичні характеристики паштету, дозволяє зменшити вміст тваринних жирів та мінімізувати калорійність паштету; позитивно впливає на вологоутримуючу здатність та стабільність фаршевої емульсії; підвищує біологічну цінність продукту за рахунок рослинних компонентів.

Ключові слова: хеномелес, вичавки, пюре, екстракт, паштет, гриби, дріжджові борошняні вироби.

Вступ

Актуальною проблемою сьогодення для харчової промисловості є максимальне використання ресурсного потенціалу сировини для вирішення продовольчої проблеми, пов'язаної зі збільшенням чисельності населення планети, зменшенням антропогенного навантаження на навколишнє середовище (Ukaogo et al., 2020), зокрема пошук та впровадження енерго-, ресурсоефективних, мало- та безвідходних технологій, концепції Zero-waste, передбачених національною стратегією управління відходами до 2030 року (Natsionalna stratchiia..., 2017; Bogusz et al., 2021).

Харчова промисловість належить до найбільш матеріалоемних галузей, і раціональне використання сировини з запровадженням концепції Zero-waste має особливо важливе значення. Відходи, що утворюються при переробці харчової сировини, містять значний вміст біологічно активних речовин, таких як: білки, харчові кислоти, ефірні олії, вітаміни та інші корисні речовини (Zaman, 2022).

Проблема харчових відходів в Україні вирізняється особливою масштабністю і значущістю внаслідок домінування в національній економіці ресурсоемних багатовідходних технологій та відсутності протягом тривалого часу адекватного реагування на її виклики (Kotyko et al., 2020).

Використання відходів харчової та переробної промисловості у вигляді вторинної сировини – важлива і надзвичайно гостра проблема, тому що дозволяє зменшити обсяги використання первинної сировини та використати відходи, які характеризуються харчовою та біологічною цінністю, у технологіях харчових продуктів (Mikheenko et al., 2021). Такий підхід дає можливість не тільки максимально використати ресурсний потенціал сировини, а й підвищити ефективність виробництва та провести його екологізацію, що підтверджує перспективність обраного напрямку наукових досліджень.

Актуальними є дослідження, пов'язані з використанням відходів сокового виробництва плодів хеномелесу в технологіях харчових продуктів як природної харчової добавки (джерела органічних кислот, пектинових та фенольних речовин, вітамінів).

Мета дослідження

Метою досліджень, наведених у статті, є удосконалення технологій харчових продуктів шляхом реалізації концепції Zero-waste, яка передбачає використання вторинних продуктів перероблення фруктових сировини як джерела цінних біологічно активних речовин у технологіях різних харчових продуктів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання: дослідити хімічний склад сировини та вичавків з плодів хеномелесу; дослідити властивості отриманих екстрактів, порошоків, та пюре із вичавків досліджуваної сировини; розробити напрямки використання вторинних продуктів переробки хеномелесу; розробити нові рецептури і удосконалити технології виготовлення різних видів харчових продуктів з використанням вторинних продуктів – вичавків хеномелесу.

Матеріал і методи досліджень

При проведенні досліджень використовували сортосуміш плодів хеномелесу Вітамінний, Цитриновий і Помаранчевий, вичавки з хеномелесу після вилучення соку, продукти переробки вичавків хеномелесу (водні екстракти, порошок, пюре), харчові продукти (гриби мариновані, паштет м'ясний, дріжджові вироби).

В процесі проведення експериментальних досліджень використовували стандартні методи аналізу. Якісні показники сировини та продуктів переробки хеномелесу оцінювали за органолептичними та фізико-хімічними показниками.

Під час визначення результатів експериментальних досліджень застосовували методи статистичної обробки з використанням стандартних пакетів програм Microsoft Office.

Екстрагування вичавок проводили за такими параметрами: температура екстрагування – 20 °С, гідромодуль – 1:1,5, тривалість екстрагування – 120 хв.

Для отримання порошоків із вичавків хеномелесу використовували спосіб сушіння у пароконвектоматі за рекомендованими параметрами: температура сушіння – 60 °С, тривалість сушіння – 2 години і товщина шару сировини – 1,5 – 2,0 см. Висушування вичавків проводили до 7 % вологості. Після висушування охолоджені вичавки тонко подрібнювали і просіювали через сита. Відбирали фракцію з розмірами часток до 160 мкм. Частка порошку з такими розмірами часток становила

до 80 %. Частки з розмірами понад 160 мкм рекомендують у подальшому використовувати для екстрагування.

Для отримання низькосортного пюре від подрібненої фруктової маси відокремлювали сік-самоплин, отримані вичавки зволожували водою, додаючи до маси вичавків 50 % води від їх кількості. Зволожені вичавки бланшували впродовж 15–20 хв гострою парою і протирали через сито.

Результати та їх обговорення

Досліджували плоди хеномелесу для отримання соку у стадії споживчої стиглості. За органолептичними показниками плоди хеномелесу: кислі на смак, жовтого кольору, з приємним фруктовим ароматом, характерним для плодів хеномелесу.

Результати проведених досліджень хімічного складу сировини та відходів перероблення хеномелесу на сік свідчать, що вичавки хеномелесу мають багатий хімічний склад, містять значну кількість органічних кислот (яблучної, хінної, лимонної, янтарної), пектинових (1,78 %) та фенольних речовин (765 мг/100 г), L-аскорбінову кислоту (125,0 мг/100 г). Наявність у складі вичавків значного вмісту пектинових речовин доводять їх високі функціонально-технологічні властивості у харчових системах, високий вміст фенольних речовин та L-аскорбінової кис-

лоти свідчить про антиоксидантні властивості вичавків, а значний показник титрованої кислотності передбачає доцільність використання вичавків хеномелесу як джерела органічних кислот (Khomych et al., 2023).

Отримані відходи сокового виробництва при переробці плодів хеномелесу (вичавки) піддавали різним технологічним прийомам переробки: екстрагуванню, сушінню, протиранню.

За результатами проведених експериментальних досліджень різних способів переробки відходів хеномелесу (табл. 1) визначено, що продукти переробки вичавків хеномелесу (екстракт, порошок, пюре) доцільно використовувати в технологіях харчових продуктів як натуральних добавок, що здатні регулювати технологічні здатності та підвищувати біологічну цінність харчових виробів у рамках впровадження ресурсозберігаючих технологій та забезпечення екологізації виробництва.

В результаті проведених досліджень для подальшого впровадження у виробництво обрали оптимальний варіант вилучення екстракту з вичавок хеномелесу. Найкращі показники з вилучення масової частки сухих речовин із вичавок фруктової сировини водою було виявлено при гідромодулі 1,0:1,5 умови екстрагування: температура – 20 °С, тривалість – 120 хв. Фізико-хімічні показники отриманого екстракту наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Вміст окремих речовин у продуктах переробки вичавків хеномелесу

Найменування продуктів переробки	Масова частка, %			Вміст, мг/100 г	
	сухих речовин	титрованих кислот	пектинових речовин	вітаміну С	фенольних речовин
Екстракт водний	5,10	1,70	0,20	17,80	120,00
Порошок	93,00	4,55	7,10	105,50	660,00
Пюре	12,50	3,20	0,90	55,00	420,00

Визначені напрямки досліджень щодо перспектив використання вторинних продуктів переробки хеномелесу в технологіях харчових продуктів передбачають розроблення нових рецептурних композицій виробів, рекомендацій щодо удосконалення технологій борошняних, м'ясних виробів, грибів маринованих.

Для розроблення нових рецептур дріжджових виробів і удосконалення їхньої технології вносили зміни до їх рецептурного складу з використанням продуктів переробки вичавків хеномелесу: у випадку використання водного екстракту з вичавків хеномелесу частково замінювали воду на екстракт, а під час додавання порошку або пюре частково замінювали пшеничне борошно для підвищення біологічної цінності виробів та оптимізації технологічних процесів виготовлення дріжджових виробів.

Під час розроблення нових рецептур грибів маринованих і удосконалення їх технології вносили зміни до технології їх переробки, а саме: використали екстракт з вичавок хеномелесу як замітника розчинів лимонної та оцтової кислоти при попередній обробці сировини з метою запобігання ферментативному потемнінню грибів.

У випадку розроблення нових рецептур паштетів і удосконалення їх технології проводили часткову заміну тваринної сировини (м'яса та жиру) на добавки із вичавків хеномелесу (гідратованого порошку або пюре із відходів сокового виробництва) з метою моделювання технологічних показників паштетів, підвищення вмісту есенціальних та біологічно активних речовин у продукті із збереженням оптимальних органолептичних характеристик.

Використання вторинних продуктів переробки хеномелесу (порошку, пюре, екстракту), для яких притаманні антиоксидантні властивості, які впливають на ферментативну систему борошна, пригнічують роботу мікроорганізмів, були проведені дослідження з визначення впливу виду добавки на біохімічні процеси, які відбуваються у тісті в процесі бродіння (дозрівання), та визначення найбільш ефективної добавки.

Процес бродіння тіста пов'язаний з сукупністю процесів, які впливають на властивості тіста, надаючи йому відповідного стану, оптимального для проходження наступних стадій технологічного процесу (розроблення, випікання) і формування

готових виробів високої якості. В процесі бродіння тіста відбуваються основні процеси, що пов'язані з життєдіяльністю мікроорганізмів, активацією ферментативної діяльності, взаємодією полімерів тіста з водою. Під час бродіння розпушується тісто, набуває певних структурно-механічних властивостей, накопичуються речовини, що впливають на смак, аромат, колір виробу (Lebedenko et al., 2014).

Показником, який свідчить про ступінь готовності дріжджового тіста, є титрована кислотність. Зміна показника титрованої кислотності тіста впливає на процеси набухання та пептизації білкових речовин, що в результаті має вплив на формування структури тіста, формування смаку та аромату готових виробів (Horobets et al., 2017).

Досліджували показники титрованої кислотності у зразках тіста, що містять визначені оптимальні частки продуктів вторинної переробки вичавок з хеномелесу: порошку – 1,5 % від маси пшеничного борошна; пюре – 7,5 % від маси борошна і екстракту зі свіжих вичавок – 40 % від маси води.

Добавки продуктів переробки вичавок хеномелесу додавали на стадії замішування. За контрольний зразок було обрано рецептуру безопарного дріжджового тіста (Horobets, 2017). Накопичення кислотності досліджували впродовж 3 годин бродіння тіста: через 30, 60, 90, 90, 120, 150 і 180 хвилин. Результати отриманих експериментальних даних наведені на [рисунку 1](#).

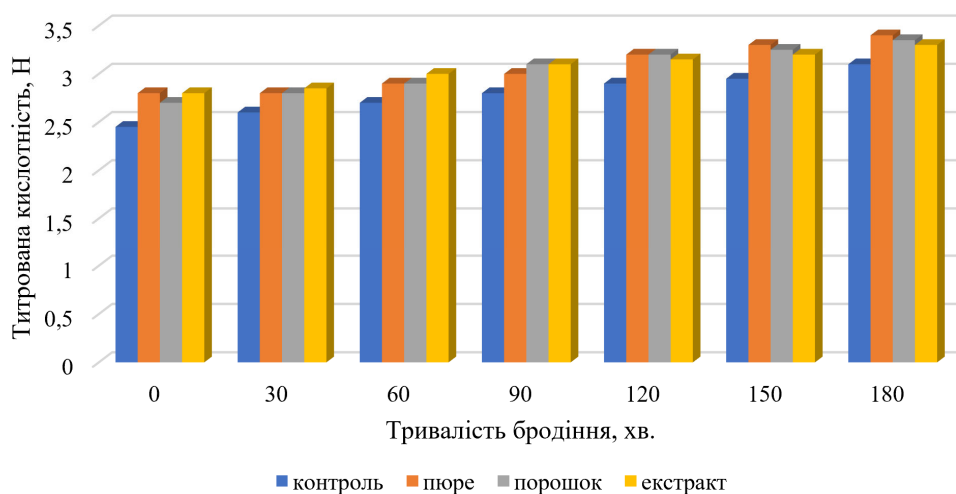


Рис. 1. Динаміка зміни показника титрованої кислотності в процесі бродіння тіста з додаванням різного роду добавок з хеномелесу: зразок 1 – контроль; зразок 2 – з додаванням 7,5 % пюре хеномелесу від маси борошна; зразок 3 – з додаванням 1,5 % порошку з хеномелесу від маси борошна; зразок 4 – з додаванням 40 % водного екстракту з хеномелесу від маси води

Дані, наведені на [рисунку 1](#), показують, що введення до рецептурного складу фруктових добавок у вигляді вторинних продуктів переробки вичавок з хеномелесу, провокують інтенсифікацію процесу бродіння тіста. Найефективніше зростання титрованої кислотності відбувається у випадку введення у рецептуру пюре та порошку з вичавків хеномелесу. Через 3 години бродіння показник титрованої кислотності у контрольному зразку становить

3,10 °Н, а у дослідних зразках це значення досягається через 2,0...2,5 години залежно від виду фруктової добавки, що і є передумовою скорочення тривалості бродіння тіста.

Провели дослідження інтенсивності газоутворення тіста із додаванням різних добавок з вичавків хеномелесу, тому що утворення вуглекислого газу визначає технологічну роль дріжджів як біологічного розпушувача тіста. При накопиченні у тісті утворені кульки газу розтягують клейковинний каркас, що призводить до збільшення об'єму тіста, надає йому пористої структури, відбувається підвищення кислотності тіста, формуються смако-ароматичні

показники готових виробів із дріжджового тіста (Simakova et al., 2018).

Зміна показника газоутворювальної здатності в процесі бродіння тіста з додаванням різного роду добавок з хеномелесу наведена на [рисунку 2](#).

Результати проведених досліджень ([рис. 2](#)) підтверджують, що введення до рецептури фруктових добавок з вторинних продуктів переробки хеномелесу інтенсифікують процес газоутворення і через 2 години бродіння показник газоутворювальної здатності у дослідних зразках вищий порівняно з контрольним на 40...43 % відсотки – залежно від виду внесеної фруктової добавки. Під час подальшого бродіння тенденція зберігається і щодо газоутворення, яке досягається у контрольному зразку через 3,5 години бродіння (1000 мл CO₂/100 г), у дослідних зразках через 2,0 години бродіння – у випадку використання фруктового пюре та порошку і через 2,5 години – у випадку використання водного екстракту з вичавків. Отримані результати свідчать про скорочення тривалості бродіння тіста у випадку використання фруктових добавок з вичавків хеномелесу.

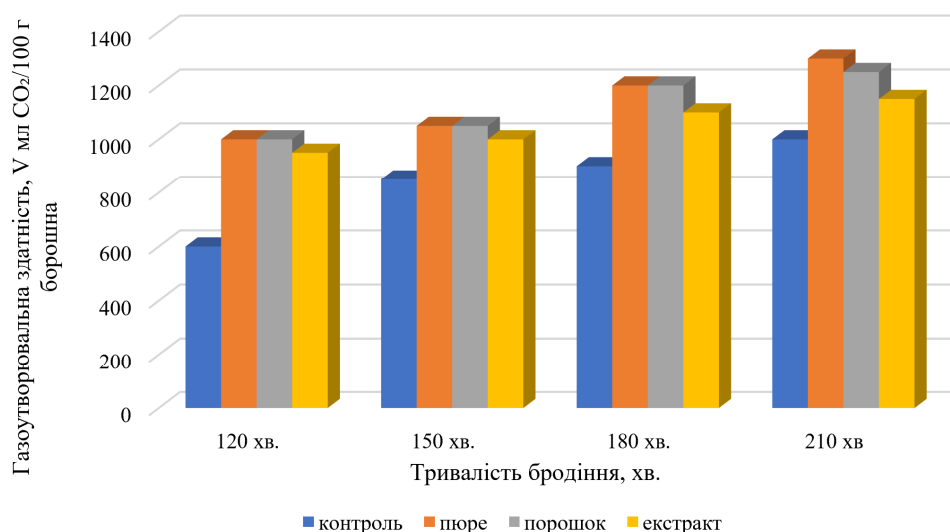


Рис. 2. Динаміка зміни показника газотворювальної здатності в процесі бродіння тіста з додаванням різного роду добавок з хеномелесу: зразок 1 – контроль; зразок 2 – з додаванням 7,5 % поре хеномелесу від маси борошна; зразок 3 – з додаванням 1,5 % порошку з хеномелесу від маси борошна; зразок 4 – з додаванням 40 % водного екстракту з хеномелесу від маси води

Отримані водні екстракти з вичавків хеномелесу використовували в технології маринованих закусок з грибів. Водний екстракт з вичавків хеномелесу багатий вітаміном С, показник його активної кислотності перебуває на рівні рН – 3,5, що дає можливість використовувати цей екстракт як заміник розчину лимонної кислоти для попередньої обробки грибної сировини з метою інактивації поліфенолоксидази грибів.

Оптимальна активність ферменту поліфенолоксидази перебуває в інтервалі рН від 5 до 7. При більш низьких величинах рН, особливо при рН нижче ніж 3 активність поліфенолоксидази не проявляється і подальше підвищення величини рН не відновлює її активності (Zhou et al., 2020). Досліджена можливість використання екстракту з вичавків хеномелесу для бланшування грибів в технології приготування маринованих закусок з грибів (рис. 3).

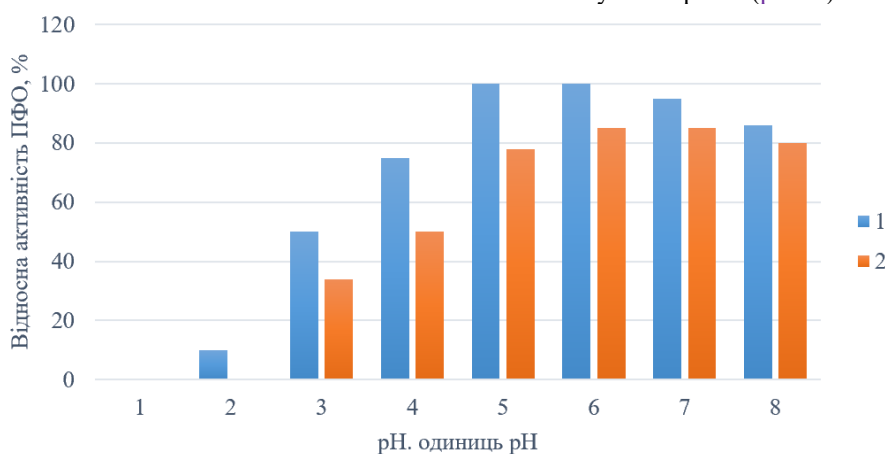


Рис. 3. Динаміка активності поліфенолоксидази залежно від значення рН та природи буферного розчину (1 – буферні розчини, приготовлені на основі лимонної кислоти; 2 – буферні розчини, приготовлені на основі екстракту вичавок хеномелесу)

Встановлено (рис. 3), що на активність ферменту поліфенолоксидази впливає не тільки значення рН буферного розчину, а й природи буферного розчину. Так, при експозиції грибів у буферних розчинах на основі екстракту хеномелесу активність поліфенолоксидази в середньому на 16...22 % нижча порівняно з експозицією при тих же значеннях рН, але в буферних розчинах на основі лимонної кислоти. Це пов'язано з наявністю фенольних сполук, які відіграють роль пригнічувача процесу окиснення біологічно активних речовин. Враховуючи, що екстракт з вичавків хеномелесу володіє потужними антиоксидантними влас-

тивостями, можна стверджувати про високу біологічну цінність продуктів харчування виготовлених з його використанням.

Проведені дослідження доводять, що екстракт з вичавків хеномелесу з відповідним значенням рН – 3,0–3,5 можна використати як заміник лимонної кислоти під час попередньої обробки грибів в технології виробництва холодних закусок.

У технологіях м'ясних паштетів введення у рецептуру продуктів вторинної переробки хеномелесу спрямовано на вирішення комплексу питань: зменшення вмісту тваринних жирів та мінімізацію кало-

рійності паштету; моделювання технологічних здатностей, зокрема вологоутримуючої здатності та стабільності фаршевої емульсії; підвищення біологічної цінності продукту за рахунок рослинних компонентів; оптимізації органолептичних характеристик – смаку, соковитості, ніжності паштетів.

Для досліджень використовували гідратований порошок із вичавків хеномелесу із вмістом води 86,3 %. Заміну тваринної сировини (свинини котлетної та жиру-сирцю) на гідратований порошок із вичавків хеномелесу проводили в рівних пропорціях у кількості від 2 до 10 %. Підготовлену рослинну добавку із вичавків хеномелесу вводили на стадії приготу-

вання фаршу із попередньо відвареного м'яса, компоненти додатково гомогенізували за допомогою блендера до отримання однорідної пастоподібної маси та проводили визначення складових (масової частки води, білку та жиру), технологічних показників (вологоутримуюча здатність та стійкість фаршевої емульсії), стандартних органолептичних показників.

Оскільки формування технологічних характеристик та органолептичних якостей паштетів суттєво залежать від хімічного складу, варто зазначити, що додавання гідратованого рослинного порошку впливає на хімічний склад дослідних зразків (рис. 4).

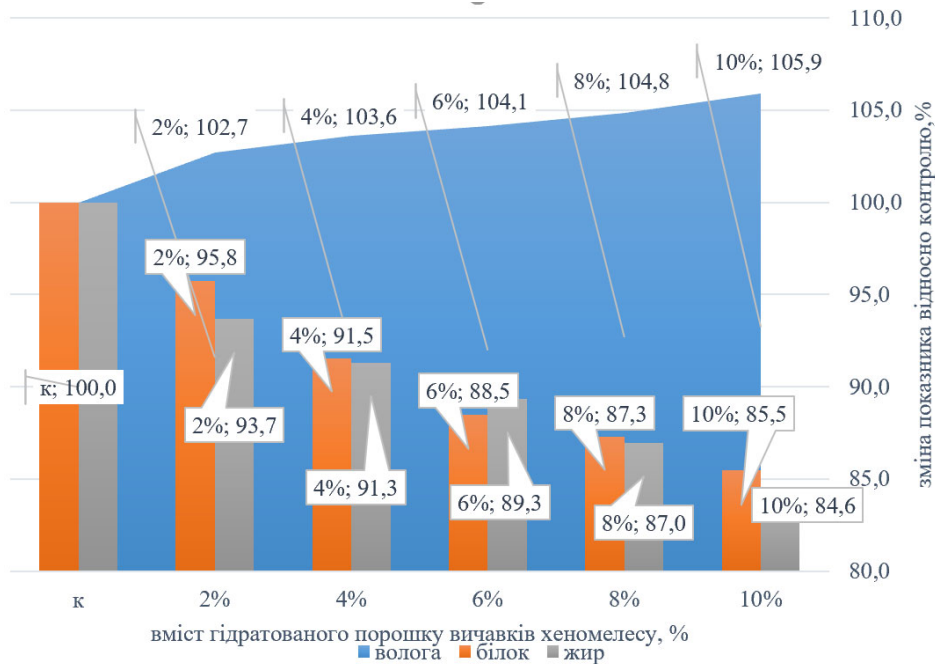


Рис. 4. Залежність хімічного складу паштетів від кількості гідратованого порошку із вичавків хеномелесу, контроль взято за точку відліку – 100 %

Результати проведених досліджень (рис. 4) показують, що у дослідному зразку збільшується вміст води на 2,7–5,9 % порівняно з контролем, що позитивно впливатиме на технологічні якості та потенційно покращить соковитість та ніжність готового продукту. За рахунок заміни м'ясної сировини на рослинну зменшується вміст білків на 4,2–14,5 % – до 14,1 % (що прийнятно для паштетних виробів, бо за стандартами вміст білків може бути в межах 10,0–16,0 %), а також жирів на 6,3–15,4 % – до 21,4 % (що суттєво поліпшує співвідношення білки–жири та зменшить калорійність паштетів).

За допомогою складових компонентів продукту (гідратованого порошку із вичавків хеномелесу) можна корегувати: вологоутримуючу здатність, від якої залежить вміст води у готовому продукті, його органолептичні показники (ніжність та соковитість); стійкість фаршевої емульсії, яка впливає на однорідність та стабільність структури, консистенцію. Результати дослідження вологоутримуючої здатності та

стійкості фаршевої емульсії дослідних зразків паштетів показано на рис. 5 у вигляді залежності технологічних характеристик від вмісту добавок гідратованого порошку із вичавків хеномелесу.

Клітковина та пектинові речовини, що містяться у вичавках хеномелесу, виконують функцію пасивних вологозв'язуючих агентів, які у системі з денатурованих після теплового оброблення білків, жирових компонентів та вільної води набухають та створюють структурну матрицю (Khaytmetova et al., 2022). При цьому вологоутримуюча здатність збільшується від 46,3 % у контрольному зразку до 58,1 % у зразку з максимальним вмістом гідратованого порошку із вичавків хеномелесу.

Стійкість фаршевої емульсії, яка визначає стабільність структури та монолітність паштетних виробів, залежить від дії стабілізаторів, якими у дослідних зразках паштетів є колаген із м'ясної сировини та пектинові речовини із вичавків хеномелесу.

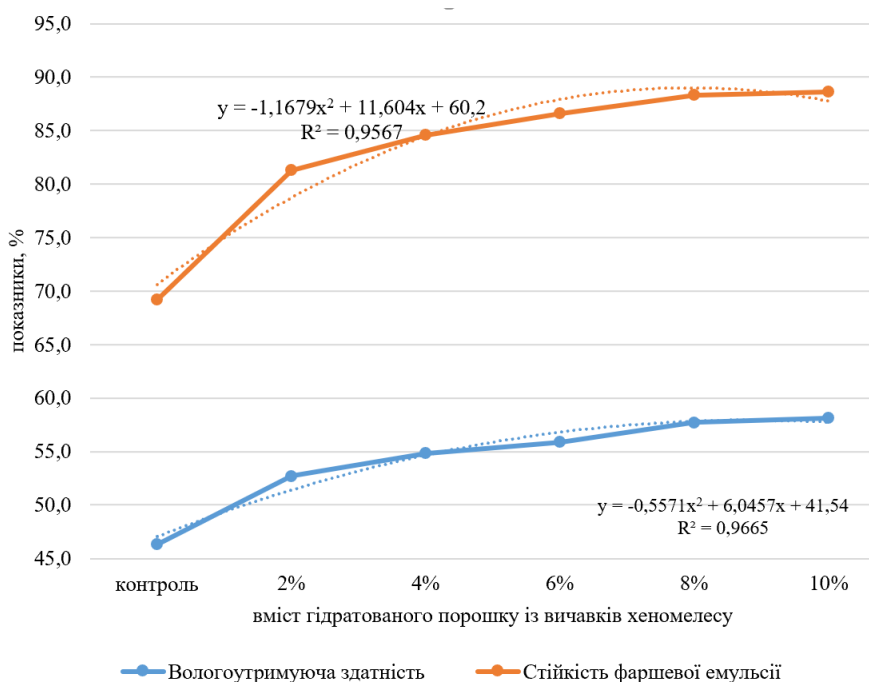


Рис. 5. Залежність технологічних показників паштетів від вмісту гідратованого порошку із вичавків хеномелесу, %

Досліджуючи вплив добавки із вичавків хеномелесу на м'ясну систему, визначили, що у дослідних зразках збільшується вологоутримуюча здатність та стійкість фаршевої емульсії пропорційно до кількості гідратованого порошку із вичавків хеномелесу (рис. 5). При додаванні рослинного інгредієнту у кількості 2–10 % досягається збільшення вологоутримуючої здатності у межах 6,4–12,1 %, а стійкості фаршевої емульсії – на 7,8–13,1 %.

Загальновизнано, що харчові волокна (клітковина та пектинові волокна) володіють здатністю зв'язувати та утримувати вільну вологу, виконувати функції загущувача та стабілізатора консистенції, мають виражену антиоксидантну дію, збільшуючи термін зберігання та забезпечуючи свіжість продуктів, покращують поживну цінність завдяки баластній дії харчових волокон (Manessis et al., 2020; Xu et al., 2022).

Результати проведених експериментальних досліджень доводять ефективність використання продуктів вторинної переробки плодів хеномелесу – порошку із вичавків у технології м'ясного паштету.

Проведена органолептична оцінка дослідних зразків паштетів підтвердила, що комбінація м'ясної сировини (свинина) та 8 % гідратованого порошку, отриманого із вичавків хеномелесу, забезпечує високі органолептичні характеристики паштету. Паштет із добавкою порошку із вичавків хеномелесу має більш збалансований склад білки–жири–вуглеводи, збагачений на біологічно активні та есенціальні речовини (вітаміни, макро- та мікроелементи, органічні кислоти, антиоксиданти, харчові волокна, пектинові речовини тощо).

Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що відходи, які утворюються при виробництві сокової

продукції з плодів хеномелесу, характеризуються значним вмістом органічних кислот, пектинових та фенольних речовин, а також L-аскорбінової кислоти. Визначено і експериментально перевірено раціональні умови отримання різних вторинних продуктів переробки хеномелесу: екстракту, порошку та пюре. Підтверджено за показниками якості отриманих вторинних продуктів переробки хеномелесу їх доцільність для подальшого використання в харчових технологіях як натуральної добавки, що здатна поліпшити технологічні та органолептичні властивості, підвищити біологічну цінність харчових продуктів.

Доведено, що використання у рецептурному складі дріжджових борошняних виробів вторинних продуктів переробки хеномелесу (пюре – 7,5 % від маси борошна, порошок – 1,5 % від маси борошна, водного екстракту – 40 % від маси води) дозволить скоротити тривалість бродіння тіста та підвищити його біологічну цінність.

Підтверджено доцільність використання водних екстрактів хеномелесу в технології виготовлення маринованих закусок з грибів як заміниacza розчину лимонної кислоти для попередньої обробки грибної сировини з метою інактивації поліфенолоксидази грибів.

Визначено, що у технологіях м'ясних паштетів комбінація м'ясної сировини (свинина) та 8 % гідратованого порошку, отриманого із вичавків хеномелесу, забезпечує високі органолептичні характеристики паштету, дозволяє зменшити вміст тваринних жирів та мінімізувати калорійність паштету; позитивно впливає на вологоутримуючу здатність та стабільність фаршевої емульсії; підвищує біологічну цінність продукту за рахунок рослинних компонентів.

Перспективи подальших досліджень. Зважаючи на виявлену антиоксидантну активність фенольних речовин вторинної сировини переробки хеномелесу, вміст у їхньому складі значної частки органічних

кислот, очевидною є потреба у проведенні подальших досліджень з метою визначення їх ефективності у стабілізації якості продуктів (у т. ч. мікробіологічних показників, активності та глибини) окиснення складових) та пролонгації термінів їх зберігання.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bogusz, M., Matysik-Pejas, R., Krasnodębski, A., & Dziekański, P. (2021). The concept of zero waste in the context of supporting environmental protection by consumers. *Energies*, 14(18), 5964. DOI: 10.3390/en14185964.
- Horobets, O. M. (2017). Udoskonalennia tekhnolohii vyrobiv z drizhdzhovoho tista z vykorystanniam khenomelesu: avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk : spets. 05.18.16 "Tekhnolohiia kharchovykh produktiv". Odesa (in Ukrainian).
- Horobets, O., Khomych, H., & Tkach, N. (2017). Vykorystannia ekstraktiv z vychavok khenomelesu v tekhnolohii vyrobiv z drizhdzhovoho tista. *Scientific Works*, 80(2). DOI: 10.15673/swonaft.v80i2.326 (in Ukrainian).
- Khaytmetova, S. B., Turaev, A. S., & Khalilova, G. A. (2022). Isolation and Physicochemical Characteristics of Pectin from *Inonotus Hispidus*. *Polymer Science, Series B*, 64(4), 500–505. DOI: 10.1134/S1560090422700221.
- Khomych, G. P., Nakonechna, Yu. H., Choni, Ch. V., Molchanova, N. Yu., & Lytvyn, M. A. (2023). Vykorystannia ekstraktiv z vychavok sokovoho vyrobnytstva v tekhnolohii napoiv. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriya "Tekhnichni nauky"*, 1, 10–18. DOI: 10.37734/2518-7171-2023-1-2 (in Ukrainian).
- Kotykova, O., Babych, M., & Oliinyk, T. (2020). Measures to reduce food loss and food waste in Ukraine. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 6(4), 144–167. DOI: 10.22004/ag.econ.308590.
- Lebedenko, T. Ye., Sokolova, N. Yu., Kozhevnikova, V. O., & Hardaushenko, H. M. (2014). Efektyvnist vykorystannia pektynovmisnoi dykorosloi syrovyny u khlibopechenni. *Naukovi pratsi ONAKHT*, 46(1), 121–127. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2014_46%281%29_31 (in Ukrainian).
- Manassis, G., Kalogianni, A. I., Lazou, T., Moschovas, M., Bossis, I., & Gelasakis, A. I. (2020). Plant-derived natural antioxidants in meat and meat products. *Antioxidants*, 9(12), 1215. DOI: 10.3390/antiox9121215.
- Mikheenko, V. M., Hevlych, I. G., & Hevlych, T. I. (2021). Rehuliuвання povodzhennia z kharchovymy vidkhodamy v Ukraini ta za kordonom. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia*, 39(3), 51–68. DOI: 10.32347/2411-4049.2021.3.51-68
- Natsionalna stratehiia upravlinnia vidkhodamy v Ukraini do 2030 roku. Skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 8 lystopada 2017 r. № 820-r. URL: <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-p> (in Ukrainian).
- Simakova, O. O., Korenets, Yu. M., Yudina, T. I., Nazarenko, I. A., & Horiainova, Yu. A. (2018). Doslidzhennia mozhlyvosti zastosuvannia amarantu bahriianoho v tekhnolohii vyrobiv iz drizhdzhovoho tista. *Skhidno-Yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohii*, 11(92), 57–64. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.127173 (in Ukrainian).
- Ukaogo, P. O., Ewuzie, U., & Onwuka, C. V. (2020). Environmental pollution: causes, effects, and the remedies. In *Microorganisms for sustainable environment and health* (pp. 419-429). Elsevier. DOI: 10.1016/B978-0-12-819001-2.00021-8.
- Xu, Y., Yan, H., Xu, W., Jia, C., Peng, Y., Zhuang, X., ... & Xu, X. (2022). The effect of water-insoluble dietary fiber from star anise on water retention of minced meat gels. *Food Research International*, 157, 111425. DOI: 10.1016/j.foodres.2022.111425.
- Zaman, A. (2022). Zero-waste: a new sustainability paradigm for addressing the global waste problem. In *The Vision Zero Handbook: Theory, Technology and Management for a Zero Casualty Policy* (pp. 1195-1218). Cham: Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-030-76505-7_46.
- Zhou, L., Liao, T., Liu, W., Zou, L., Liu, C., & Terefe, N. S. (2020). Inhibitory effects of organic acids on polyphenol oxidase: From model systems to food systems. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(21), 3594–3621. DOI: 10.1080/10408398.2019.1702500.



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10120
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.354.8:637.05

Evaluation of the quality of brynza cheese from a mixture of dairy raw materials

S. M. Ovsienko[✉], I. M. Bernyk, N. V. Novgorodska, O. V. Novhorodskyi

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 15.02.2024
Received in revised form
18.03.2024
Accepted 19.03.2024

Vinnitsia National Agrarian
University, Soniachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-097-349-98-97
E-mail: ovsienko@gmail.com

Ovsienko, S. M., Bernyk, I. M., Novgorodska, N. V., & Novhorodskyi, O. V. (2024). Evaluation of the quality of brynza cheese from a mixture of dairy raw materials. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 135–142. doi: 10.32718/nvlvet-f10120

Natural cheeses are especially important for providing a person with complete nutrition. Cheeses are characterized by high nutritional value, since all the nutrients and biologically active substances of milk are contained in them in a concentrated form. Brynza is the most popular salted cheese in Ukraine. The quality of cheeses depends on many factors, but first of all, on the quality of raw materials. Milk from different types of farm and animals is used in cheese making. Salted cheeses are the high-quality protein food product with high organoleptic indicators, nutritional and biological value. The article substantiates the use of cow's and goat's milk and their mixtures in the production of cheese in order to improve its quality and expand the assortment of cheeses. The organoleptic and physicochemical parameters of raw milk were studied. Samples of cow's and goat's milk according to organic indicators meets to the current regulatory documentation. When preparing mixed compositions from milk, their chemical composition and physicochemical parameters were determined. The results showed that with increasing the amount of cow's milk in the mixture, the content of fat, protein, and dry skimmed milk decreases. According to the rennet sample, the raw material belongs to the 1st class and meets the requirements of syrupiness. It was established that all samples of cheese according to organoleptic indicators meet the requirements of DSTU and have high points according to the point system for evaluating cheeses. It was determined that cheese made from cow's milk has a more pleasant smell and taste, and cheese made from goat's milk has a better consistency. Brynza made from a mixture of cow's and goat's milk in a ratio of 50:50 had the best organoleptic indicators – a white color with a creamy shade, a slightly piquant taste of goat's milk and a salty taste without excessive odors and aromas. It was established that with an increase in the percentage of goat milk to 70 %, the aftertaste and aroma of goat milk was expressed too strongly.

Key words: cheese, cow's milk, goat's milk, quality.

Оцінка якості бринзи із суміші молочної сировини

С. М. Овсієнко[✉], І. М. Берник, Н. В. Новгородська, О. В. Новгородський

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Натуральні сири є особливо важливими для забезпечення людини повноцінним харчуванням. Сири характеризуються високою харчовою цінністю, оскільки всі поживні та біологічно активні речовини молока містяться в них у концентрованому вигляді. Бринза є найпопулярнішим розсільним сиrom в Україні. Якість сирів залежить від багатьох факторів, але насамперед – від якості сировини. У сироробстві використовується молоко різних видів сільськогосподарських тварин. Розсільні сири є високоякісним білковим харчовим продуктом, що мають високі органолептичні показники, харчову та біологічну цінність. У статті обґрунтовується використання коров'ячого і козиного молока та їх сумішей при виробництві бринзи з метою поліпшення її якості та розширення асортименту розсільних сирів. Вивчено органолептичні та фізико-хімічні показники молока-сировини. Зразки коров'ячого і козиного молока за органічними показниками відповідають діючій нормативній документації. При складанні сумішевих композицій з молока визначали їх хімічний склад та фізико-хімічні показники. Результати показали, що зі збільшенням кількості коров'ячого молока у суміші зменшується вміст жиру, білка, сухого знежиреного молочного залишку. Сировина за сичужною пробою належить до I класу і відповідає вимогам сиропридатності. Встановлено, що всі зразки бринзи за органолептичними показниками відповідають вимогам ДСТУ та мають високі бали за бальною системою оцінки сирів. Було визначено, що бринза, виготовлена з

коров'ячого молока, має приємніший запах та присмак, а бринза з козиного молока має кращу консистенцію. Бринза, виготовлена з суміші коров'ячого та козиного молока в співвідношенні 50:50, мала найкращі органолептичні показники – білий колір з кремовим відтінком, слабо виражений пікантний присмак козиного молока та солонуватий смак без зайвих запахів та ароматів. Встановлено, що зі збільшенням відсоткової складової козиного молока до 70 % присмак та аромат козиного молока був виражений значно сильніше.

Ключові слова: бринза, молоко коров'яче, молоко козине, якість.

Вступ

Молочні продукти є важливою складовою харчування людини, оскільки вони є поживними та доступними для споживачів будь-якого віку, статі та виду діяльності. Молоко містить всі необхідні компоненти для життєдіяльності організму і є одним з найбільш повноцінних продуктів харчування, який містить білки, жири, вуглеводи, вітаміни, мінерали, антитіла, бактеріальні культури та інші корисні речовини.

Формування асортименту молочних продуктів значною мірою визначається попитом споживачів. Одним із найпопулярніших продуктів у світі та й в Україні є сир. Цей продукт з-поміж інших молочних продуктів вирізняється своїми органолептичними показниками, поживними властивостями і популярністю з боку споживачів. Останнім часом у споживачів спостерігається зацікавленість до розсілних сирів, хоча їх частка в Україні серед загального обсягу сирів досить незначна і асортимент порівняно обмежений. Одним з таких продуктів є розсільний сир бринза, який належить до розсілних сичужних сирів з низькою температурою другого нагрівання.

Виробництво розсілних сирів займає особливу нішу в сироробній галузі й належить до сегментів, які найдинамічніше розвиваються (Tkachenko et al., 2016). Бринза є найпопулярнішим розсілним сиrom в Україні, а для мешканців Карпат – щоденним продуктом. Традиційно вона виготовляється з овечого молока, є джерелом повноцінних білків, Кальцію, Магнію, вітамінів, однак вирізняється високим вмістом кухонної солі – від 4 до 7 %.

Традиційно для виробництва бринзи використовують овече молоко, виробництво якого в нашій країні є обмеженим і досить дорогим. Саме тому поєднання цього молока з коров'ячим та козином дасть змогу розширити обсяги виробництва. Це призведе до здешевлення вартості сировини і поліпшення якості бринзи, розширить її асортимент із можливістю раціонального використання власне регіональних ресурсів сировини. Проте використання комбінованої сировини зумовлює певні технологічні особливості виробництва бринзи та потребує досліджень (Halukh, 2012).

Одним зі шляхів вирішення проблеми забезпечення населення високоякісними молочними продуктами є використання нового виду молочної сировини – козиного молока. Поряд з коров'ячим молоком більша його частина в домашніх умовах приватними господарями переробляється на тверді, м'які сири, кисломолочні напої, сметану та масло. Утім, лише незначна його частина відправляється для переробки на виробництво молочних продуктів в умовах молокопереробних підприємств (Ryzhkova et al., 2019).

З козиного молока виготовляють сири (рокфор, швейцарський, курт, бринзу та інші), масло, молочно-

кислі продукти (айран, мацоні, кисле молоко тощо). Молоко кози за складом дещо відрізняється від коров'ячого. У козиному молоці (у всі пори року, окрім літнього періоду), порівняно з аналогічними показниками коров'ячого молока, більш високий вміст масової частки жиру, білка, сухих речовин і сухого знежиреного залишку, за винятком показника кислотності та вмісту молочного цукру (Shkoropad, 2014).

Тривалий досвід використання козиного молока показав певні його переваги над коров'ячим, зокрема кращу засвоюваність, гіпоалергенність, регулювання обміну речовин в організмі споживачів, що своєю чергою зумовлено певними відмінностями складових цих видів молока. Встановлено, що козине молоко є не тільки відмінним джерелом харчування, а й енергії, що використовується у метаболічних процесах (Park & Haenlein, 2007; Park et al., 2007).

З кисломолочних продуктів найбільш широке використання одержали молоді розсільні сири, які є високоякісним білковим харчовим продуктом, що стимулюють секрецію травних соків та підсилюють виділення жовчі. Зокрема, розсільний сир типу “Бринза” відрізняється й іншими перевагами, серед яких ефективне використання сировини, можливість реалізації сиру без визрівання або з коротким терміном визрівання (не більше ніж 14 діб). Високі органолептичні показники, харчова та біологічна цінність молодих розсілних сирів свідчать про актуальність та перспективність їх виробництва не тільки в промислових масштабах, а й в умовах невеличких крафтових виробництв із непастеризованого фермерського сиропридатного молока. Враховуючи умови виготовлення, витривалості та реалізації, молоді сири піддаються додатковій інтенсивній консервації, що впливає на органолептичні властивості сиру (Neposhyvailenko et al., 2022).

Таким чином, оптимізація рецептури та підбір сировини для виготовлення розсілних сирів є перспективним напрямом для розширення їх асортименту.

Бринза – це розсільний сир з коров'ячого, овечого молока або їх суміші. Має насичений кисломолочний запах і середньосолоний смак. Консистенція однорідна, без малюнка. При виробництві допускається наявність невеличких пустот і дірочок неправильної форми. Кірочка відсутня, зовні може проглядатися малюнок серп'янки, льняного полотна, використовуюваного для відділення сирної маси від розсолу.

Розсільний сир бринза виготовляється згідно з ДСТУ 7065:2009 “Бринза. Загальні технічні умови” (DSTU 7065:2009, 2010).

Відповідно до стандарту розсільний сир бринза має відповідати вимогам за основними показниками – органолептичними, мікробіологічними, фізико-хімічними (масова частка жиру, вологи, кухонної солі, %) залежно від вихідної сировини, у готовому

продукті регламентується титр токсичних елементів мікотоксинів, антибіотиків, гормональних препаратів, пестицидів; висуваються вимоги до термінів реалізації, маркування, пакування та транспортування готової продукції.

В науковій літературі висвітлюється доцільність використання комбінованих молочних сумішей у різних співвідношеннях, що дозволяє розширити асортимент молодих сичужних сирів, забезпечити їх виготовлення з високими якісними та органолептичними показниками (McMahon et al., 2009).

Сир характеризується складним і постійно змінним складом за хімічними речовинами, що переходять у нього з молока, що використовується. Сири, що є на ринку, відрізняються за органолептичними, фізико-хімічними показниками та поживними властивостями, які залежать, зокрема, і від виду молока, з якого їх виробляють. Сири з козиного молока або з його додаванням відрізняються за смаком від сирів з коров'ячого молока завдяки високій концентрації жирних кислот у козиному молоці, мають особливий смак і аромат, характеризуються гіпоалергенними та біологічними властивостями, до того ж характеризуються низьким вмістом насичених жирів.

Розсільні сири об'єднують в одну групу за органолептичними ознаками, технологією і хімічним складом. Виробляють їх із пастеризованого або сирого коров'ячого, овечого, козиного молока, а також їх суміші, з додаванням бактеріальних заквасок та ферментів для згортання молока. Ці сири після формування і пресування розташовують в сольовий розчин 16...20 % для їх дозрівання і зберігання. Виготовляють їх за технологією м'яких, напівтвердих або твердих сирів. Традиційно розсільні сири виготовляють там, де є молоко-сировина та немає умов для визрівання сиру в повітряному середовищі (Slavov et al., 2017).

Козине і коров'яче молоко належить до сировини казеїнового типу – вміст казеїну у їх складі досягає 78–85 %. Є дані щодо відмінностей у співвідношенні різних фракцій казеїну: якщо для коров'ячого молока основним компонентом є s1-казеїн, то для козиного – лактоглобулін, а тим часом у козиному молоці – лактоальбумін. Казеїн козиного молока містить 10–15 % s1-фракції, тому під час сичужного зсідання утворюється нещільний згусток. Завдяки цьому згусток з козиного молока засвоюється легше. Згідно з науковими дослідженнями – у шлунку трипсином розщеплюється 96 % казеїну козиного молока і лише 76–90 % казеїну коров'ячого молока. Специфічний “козиний смак” та аромат більш притаманний молоку нормальної лактації та молозиву, а у стародійному він менш виражений. Молоко кіз нормального періоду лактації придатне до технологічного оброблення. Воно витримує режими пастеризації від тривалої 65 ± 2 °C з експозицією 30 хв до короткочасної за температури 95 ± 2 °C з експозицією 20 секунд. Виявлена можливість маскування специфічного “козиного смаку” в процесі сквашування (Ryzhkova et al., 2018; Pandya & Ghodke, 2007).

Хімічний склад сирів залежить не тільки від виду продукту, способу його вироблення, а й значною мі-

рою – від періоду року. Кількість вітамінів значно менше у сирі осінньо-зимового виробництва, відповідно нижчі його біологічна цінність і ефект фізіологічного впливу (Slavov et al., 2017).

Для пастеризації молока використовують короткотривалу високотемпературну чи миттєву низькотемпературну пастеризацію нормалізованого молока. Після цього відбувається охолодження молока до температури сичужного згортання 31–33 °C. Правильний вибір культур для закваски певного виду сиру забезпечує отримання продукту відповідно до технологічних умов з правильними фізико-хімічними та органолептичними показниками (Lu & McMahon, 2015).

Розрізання та обробку згустку здійснюють для відділення сироватки від сирного згустку. Після відділення сирний згусток подрібнюють кубиками розміром 2–3 см і залишають для ущільнення на 10–15 хв. Відділення сироватки відбувається шляхом розміщення сирної маси в форми. На наступний день сир перегортають і за потребою подрібнюють на бруски та залишають для подальшого стікання сироватки. Кінцева кількість вологи в сирній масі визначає інтенсивність всіх процесів, які відбуваються під час визрівання сиру.

Соління сиру – це один із найважливіших технологічних процесів, який має суттєвий вплив на розсільний сир, а саме на його якість та ступінь його засолювання. Соління триває 2 доби. Сіль регулює мікробіологічні та біохімічні процеси, які відбуваються під час дозрівання та зберігання також має вплив на смакові властивості продукту та колоїдно-фізичні властивості сирної маси. Домішки кухонної солі впливають на органолептичні властивості готового сиру. Солі Кальцію можуть надавати грубого лужного присмаку. Кухонна сіль, проникаючи в сирну масу, пригнічує розвиток мікрофлори, внаслідок чого молочнокислий процес протікає недостатньо активно. Молочний цукор зброджується повільно, його залишки можуть міститися у готовому розсільному сирові навіть через 2–3 місяці. Параказеїн сирної маси набухає у розчині кухонної солі та частково переходить у розчинний стан.

Факторами, які визначають подальше визрівання розсільного сиру, є активна кислотність і інтенсивність соління. Кухонна сіль допомагає сповільнити розвиток протеолітично активних мікроорганізмів, які можуть завдавати шкоди поверхні розсільного сиру. Збільшення терміну соління призводить до накопичення вмісту солі у розсільному сирі, до зменшення вмісту оцтової та пропіонової кислот і погіршення смаку, запаху та консистенції розсільного сиру внаслідок ослаблення протеолізу. Тривале зберігання сиру в розсолі, яке перевищує термін визрівання, негативно впливає на смакові якості розсільного сиру внаслідок часткового вимивання розчинних речовин із сиру в розсіл. Розсіл зменшує набухання білків, знижує вміст вологи у розсільному сирі, внаслідок чого еластичність сиру знижується, він стає крихким і твердим.

За результатами дослідження – збільшення солі у зразках розсільного сиру призводить до зниження

величин фізико-хімічних показників та затримки розщеплення білків та амінокислот.

Визрівання сиру може відбуватися на дренажі протягом 8–15 діб або 1–2 доби, після чого його укладають в бочки, металеві контейнери (заповнюють проміжки шматками сирної маси) або розміщують сир у шкурі тварин (овець). Всередині сирної маси збирається розсіл та газ, тому бочки, контейнери чи шкури пересувають для рівномірного розподілу рідини і вивільнення газу. Визрівання ведуть близько 30 діб за температури 9...10 °С. Зберігання сиру відбувається у контейнерах централізовано за температури 2...5 °С.

Структура сиру залежить від технології його виробництва. Її формування розпочинається від розрізання згустку, його обробки, способів формування, пресування та соління і завершується у процесі визрівання (Karami et al., 2008; McMahon et al., 2009). Крім того, структурні особливості продукту головним чином обумовлені його фізико-хімічним складом. При цьому істотну роль у формуванні структури відіграє вміст білків, солі, води, жиру і їхній взаємозв'язок може бути представлений в такій послідовності у вигляді регресії: склад – структура – механічні властивості (реологія) – консистенція – органолептичні характеристики (Khosrowshahi et al., 2006).

Козине молоко – цінний харчовий продукт, популярність якого зростає з кожним роком, хімічний склад і властивості козиного молока близькі до складу і властивостей коров'ячого. Але вигідно відрізняється більш високою кількістю білка, жиру і Кальцію; містить мало каротину, тому має блідо-жовте забарвлення, продукт виготовлений із суміші на основі козиного молока буде збагачений Кальцієм, Калієм, Фосфором, Натрієм, Магнієм та антиоксидантами. Козине молоко містить холестерин у збалансованому стані та запобігає будь-якому ризику несприятливого впливу холестерину на організм людини.

Порівняно з коров'ячим, перевагами козиного молока такі: має легше засвоюваний жир і білок; підвищений вміст легкозасвоюваного білка; має тенденцію до кращого перетравлення; може успішно замінити коров'яче молоко в харчуванні тих людей, які мають алергію на коров'яче молоко (Nazarenko & Treitjak, 2018).

Мета дослідження

Мета дослідження – оцінка якості сировини та готового продукту бринзи, виготовленої із суміші коров'ячого і козиного молока.

Матеріал і методи досліджень

Робота виконувалась в лабораторії кафедри біоінженерії, біо- та харчових технологій Вінницького національного аграрного університету. При виконанні завдань експерименту використовували стандартні методи визначення органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних показників молока-сировини та розсільного сиру бринзи.

Результати та їх обговорення

Виробництво якісного продукту залежить від багатьох факторів, серед яких найважливішим є якість сировини. При виробництві бринзи особливо важливу роль відіграють такі параметри, як дотримання технології сироваріння, сиропридатність сировини, правильно підібрані бактеріальні препарати та умови виробництва.

Відповідно до нормативної документації молоко-сировина повинна бути отримана від здорових сільськогосподарських тварин на території, яка чиста щодо інфекційних та інших спільних для людини і тварин захворювань.

Для виготовлення бринзи було використано ферментний препарат мікробіальний ренін Мейто японського виробництва – натуральна закваска для виготовлення сиру, яка містить молокозгортаючі ферменти. Ці ферменти являють собою специфічні протеази, які за амінокислотним складом ідентичні телячому сичужному ферменту. Але Мейто при цьому не містить тваринних і хімічних компонентів, що позитивно впливає на терміни зберігання і смакові якості сиру. Даний фермент рослинного походження виробляється з харчового гриба, потім ферментується на ячмені та висушується шляхом екструзії (вакуумна сушка).

Для приготування дослідних зразків бринзи використовували коров'яче і козине молоко.

Таблиця 1

Органолептичні показники молока-сировини

Показник	Характеристика молока	
	коров'ячого	козиного
Смак та запах	Чистий, притаманний свіжому молоку, без сторонніх присмаків і запахів	Чистий, вершковий, без сторонніх присмаків та запахів, нехарактерних для свіжого молока
Зовнішній вигляд та консистенція	Однорідна рідина, без осаду та пластівців	Однорідна рідина, без осаду та пластівців
Колір	Від білого до світло-кремового, однорідний за всією масою	Від білого до світло-жовтого, однорідний за всією масою

Зразки коров'ячого і козиного молока за органічними показниками відповідають діючій нормативній документації, що дозволяє нам використовувати його

в подальших дослідженнях (DSTU 7006:2009, 2010; DSTU 3662:2018, 2019).

У виробництві сирів хімічний склад, фізичні властивості та мікробіологічні показники молока, що переробляється, є вирішальним фактором.

Хімічний склад молока кіз близький за складом до коров'ячого молока, проте кількісний склад молока істотно відрізняється. В козиному молоці порівняно з коров'ячим міститься більше білка, жиру, сухого знежиреного молочного залишку.

Одним із завдань досліджень було складання сумішевих композицій молочної сировини для виробництва бринзи. У зв'язку з цим створювали різні сумішеві композиції коров'ячого і козиного молока та

проводили дослідження їх органолептичних і фізико-хімічних показників.

Суміші молока для досліджень готували шляхом змішування коров'ячого і козиного молока в певному співвідношенні. Таким чином було отримано три види сумішей: зразок № 3 зі співвідношенням молока коров'ячого і козиного молока 30/70, зразок № 4 – співвідношення 50/50, зразок № 5 – співвідношення коров'ячого молока до козиного 70/30.

Суміші були однорідними, без осадів та сторонніх запахів і присмаків. Варто зазначити, що у сумішах № 3 та 4 відчувався запах та присмак, властивий козиному молоку.

Таблиця 2

Хімічний склад та фізико-хімічні показники молока-сировини

Показник	Коров'яче молоко	Козине молоко
Масова частка білка, %	3,20 ± 0,06	4,1 ± 0,03
Масова частка жиру, %	3,80 ± 0,25	5,20 ± 0,03
Масова частка лактози, %	4,52 ± 0,03	4,18 ± 0,03
СЗМЗ, %	8,50 ± 0,10	9,40 ± 0,10
Густина, кг / м ³	1027,2 ± 0,02	1028,3 ± 0,03
Кислотність, °Т	19	17

Таблиця 3

Сумішеві композиції молока для виробництва бринзи

Показник	Зразок				
	1	2	3	4	5
Молоко, % (коров'яче/козине)	100/0	0/100	30/70	50/50	70/30

Таблиця 4

Хімічний склад та фізико-хімічні показники сумішей молока

Показник	Суміш молока (коров'яче/козине), %		
	30/70	50/50	70/30
Масова частка білка, %	3,80 ± 0,01	3,60 ± 0,03	3,50 ± 0,01
Масова частка жиру, %	4,80 ± 0,07	4,60 ± 0,05	4,35 ± 0,02
Масова частка лактози, %	4,4 ± 0,03	4,43 ± 0,03	4,39 ± 0,03
СЗМЗ, %	9,12 ± 0,01	9,02 ± 0,10	8,80 ± 0,01
Густина, кг / м ³	1027,9 ± 0,02	1028,5 ± 0,02	1028,5 ± 0,01
Кислотність, °Т	18	18	19

Результати дослідження складу та фізико-хімічних показників сумішей коров'ячого та козиного молока показали, що із збільшенням кількості коров'ячого молока у суміші зменшується вміст жиру, білка, сухого знежиреного молочного залишку.

Сиропридатність – комплекс показників хімічного складу, фізико-хімічних, технологічних та гігієнічних властивостей.

Сиропридатність визначається шляхом проведення проби на тривалість згортання сичужним ферментом, а також проведенням додаткових проб, таких як сичужна проба, що характеризує здатність молока до зсідання, редуцтазна проба, що служить для визначення загальної кількості мікроорганізмів.

При виробництві продукту приділяють особливу увагу здатності молока утворювати міцний згусток під дією сичужного ферменту. На практиці таку здатність молока перевіряють за сичужною пробю. Метод заснований на здатності молока, підданого попе-

редній температурній обробці (пастеризації), згортатися під впливом сичужного ферменту. За характером згустку, що утворився, оцінюють якість сирого молока на його придатність для виробництва сиру.

За результатами досліджень зразкам коров'ячого та козиного молока, а також їх сумішевим композиціям можна поставити оцінку “Добре” і зрахувати до 1 класу – згусток, що утворився, мав гладку поверхню, був пружним на дотик, без вічок на поздовжньому розрізі.

За результатами визначення рівня бактеріального обсіменіння козине, коров'яче молоко, а також їх суміші можна зрахувати до 1 класу.

Грунтуючись на результатах проведених досліджень, можна зробити висновок про те, що коров'яче, козине молоко, а також їх суміші відповідають вимогам сиропридатності та можуть використовуватись при подальших дослідженнях розробки дослідних зразків бринзи.

Органолептичні показники бринзи, виготовленої з коров'ячого та козиного молока, наведені в таблиці 5.

За результатами органолептичного дослідження сиру, виготовленого з коров'ячого та козиного молока, було визначено, що бринза, виготовлена з коров'ячого молока, має приємніший запах та присмак, а бринза з козиного молока має кращу консистенцію. Всі показники були в межах норми і відповідали вимогам державних стандартів (DSTU 7065:2009, 2010).

За результатами досліджень фізико-хімічних показників бринза відповідає вимогам державного стандарту.

Дослідження органолептичних показників бринзи, виготовленої з суміші коров'ячого та козиного молока, показали, що всі зразки відповідають вимогам стандарту. Бринза, виготовлена з суміші коров'ячого та козиного молока в рівному співвідношенні, мала найкращі органолептичні показники.

Таблиця 5

Органолептичні показники бринзи, виготовленої з коров'ячого та козиного молока

Показник	Характеристика показника
Бринза з коров'ячого молока	
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів, в міру солоний
Консистенція	Однорідна, ламка, не крихка
Рисунок	З поодинокими вічками неправильної форми, рівномірно розповсюджений за всією поверхнею сиру
Колір сирного тіста	Білий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Чиста поверхня з відбитками форми. Без кірки. Головка форми низького циліндра зі злегка опуклими боковими поверхнями
Бринза з козиного молока	
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, в міру солоний, відчувається присмак та запах козиного молока
Консистенція	Однорідна, ламка, в міру щільна, не крихка
Рисунок	З поодинокими вічками неправильної форми, рівномірно розповсюджений за всією поверхнею сиру
Колір сирного тіста	Білий з кремовим відтінком
Зовнішній вигляд	Чиста поверхня з відбитками форми. Без кірки. Головка форми низького циліндра зі злегка опуклими боковими поверхнями

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники бринзи

Показник	Бринза	
	з коров'ячого молока	з козиного молока
Масова частка жиру в сухій речовині, %	45,7 ± 0,3	48,2 ± 0,3
Масова частка води, %	51,3 ± 0,2	51,1 ± 0,2
Масова частка NaCl, %	4,45 ± 0,1	4,4 ± 0,1
Активна кислотність, pH	4,25 ± 0,03	4,35 ± 0,03

Таблиця 7

Органолептичні показники бринзи, виготовленої з суміші коров'ячого та козиного молока

Показник	Характеристика показника
Бринза із суміші коров'ячого і козиного молока у співвідношенні 30/70	
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, відчувається присмак та запах, властивий козиному молоку, в міру солоний
Консистенція	Однорідна, щільна, ламка, не крихка
Рисунок	З поодинокими вічками неправильної форми, рівномірно розповсюджений за всією поверхнею сиру
Колір сирного тіста	Від білого до світло-жовтого, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Чиста поверхня з відбитками форми. Без кірки. Головка форми низького циліндра зі злегка опуклими боковими поверхнями
Бринза із суміші коров'ячого і козиного молока у співвідношенні 50/50	
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх запахів, в міру солоний, злегка відчувається присмак козиного молока
Консистенція	Однорідна, ламка, не крихка
Рисунок	З поодинокими вічками неправильної форми, рівномірно розповсюджений за всією поверхнею сиру
Колір сирного тіста	Білий з кремовим відтінком, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Чиста поверхня з відбитками форми. Без кірки. Головка форми низького циліндра із злегка опуклими боковими поверхнями
Бринза із суміші коров'ячого і козиного молока у співвідношенні 70/30	
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів, в міру солоний
Консистенція	Однорідна, ламка, не крихка
Рисунок	З поодинокими вічками неправильної форми, рівномірно розповсюджений за всією поверхнею сиру
Колір сирного тіста	Білий, однорідний за всією масою
Зовнішній вигляд	Чиста поверхня з відбитками форми. Без кірки. Головка форми низького циліндра зі злегка опуклими боковими поверхнями

Бринза з суміші коров'ячого і козиного молока в різному відсотковому співвідношенні досліджувалася за фізико-хімічними показниками.

Результати бальної оцінки якості бринзи наведено у [таблиці 9](#). Якість пакування та маркування, яка складає 5 балів, ми не оцінювали.

Таблиця 8

Фізико-хімічні показники бринзи виготовленої з суміші козиного та коров'ячого молока

Показник	Бринза із суміші коров'ячого і козиного молока у співвідношенні, %		
	30/70	50/50	70/30
Масова частка жиру в сухій речовині, %	46,9 ± 0,3	46,9 ± 0,3	45,8 ± 0,3
Масова частка вологи, %	50,1 ± 0,2	50,3 ± 0,2	50,2 ± 0,2
Масова частка NaCl, %	4,5 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,5 ± 0,1
Активна кислотність, pH	4,3 ± 0,03	4,3 ± 0,03	4,20 ± 0,03

Таблиця 9

Балова оцінка бринзи з різних видів молока та їх сумішей

Показник	Максимальна кількість балів	Зразок				
		1	2	3	4	5
Смак і запах	45	44	39	40	44	42
Консистенція	25	22	23	24	24	24
Рисунок	10	10	10	10	10	10
Колір сирного тіста	5	5	5	5	5	5
Зовнішній вигляд	10	10	10	10	10	10
Сума балів	95	90	87	89	93	91

Отримані результати свідчать, що за смаком, запахом і консистенцією найкращим виявився зразок № 4 з суміші коров'ячого та козиного молока в рівному співвідношенні. Він мав білий колір з кремовим відтінком, слабо вираженим пікантним присмаком козиного молока та солонуватим смаком без зайвих запахів та ароматів. Встановлено, що зі збільшенням відсоткової складової козиного молока до 70 % присмак та аромат козиного молока був виражений занадто сильно.

Висновки

Вивчено хімічний склад і технологічні властивості коров'ячого й козиного молока та їх сумішевих композицій. Коров'яче, козине молоко, а також їх суміші відповідають вимогам сиропридатності та можуть використовуватись для виробництва бринзи.

Згідно з результатами органолептичної оцінки – раціональне співвідношення коров'ячого і козиного молока в суміші молочної сировини для виробництва бринзи становить 50 : 50.

Встановлено, що зі збільшенням частки коров'ячого молока у суміші зменшується вміст жиру, білка, сухого знежиреного молочного залишку.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

DSTU 3662–2018. (2019). Moloko korov'iache – syrovyna. Tekhnichni umovy: [Chynnyi vid 01.01.2018]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).

DSTU 7006:2009. (2010). Moloko kozyne – syrovyna. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid. 01.01.2010]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).

DSTU 7065:2009 (2010). Brynza. Zahalni tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 01.04.2010]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).

Halukh, B. I. (2010). Doslidzhennia strukturno-mekhanichnykh pokaznykiv brynzy vyhotovlenoi z moloka riznykh vydiv tvariny. Naukovyi visnyk LNUVMBT imeni S. Z. Gzhytskoho, 3(45), 14–18 (in Ukrainian).

Karami, M., Ehsani, M., & Mousavi, M. E. (2008). Microstructural Changes in fat during the ripening of Iranian ultrafiltered feta cheese. Journal of Dairy Science, 91(11), 4147–4154. DOI: 10.3168/jds.2008-1249.

Khosrowshahi, A., Madadlou, A., Mousavi, E. M., & Emam-Djomeh, Z. (2006). Monitoring the Chemical and Textural Changes During Ripening of Iranian White Cheese Made with Different Concentration of Starter. Journal of Dairy Science, 89(9), 3318–3325. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72368-2.

Lu, Y., & McMahon, D. J. (2015). Effects of sodium chloride salting and substitution with potassium chloride on whey expulsion of Cheddar cheese. Journal of Dairy Science, 98(1), 78–88. DOI: 10.3168/jds.2014-8600.

McMahon, D. J., Motawee, M. M., & McManus, W. R. (2009). Influence of brine concentration and temperature on composition, microstructure, and yield of feta cheese. Journal of Dairy Science, 92(9), 4169–4179. DOI: 10.3168/jds.2009-2183.

Nazarenko, Yu. V., & Treitak, Yu. A. (2018). Vykorystannia kozynoho moloka u kharchuvanni suchasnoi liudyny. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho, 29(68), 116–122 (in Ukrainian).

Neposhyvailenko, N. O., Korniienko, I. M., & Anatskyi, A. S. (2022). Udoskonalennia retseptury pryhotovan-

- nia rozsilnogo syru typu “brynza” z pidvyshchenym tytrom molochnokyslykh bakterii. Zbirnyk naukovykh prats DDTU, 1(40), 164–174. DOI: 10.31319/2519-2884.40.2022.20 (in Ukrainian).
- Pandya, A. J., & Ghodke, K. M. (2007). Goat and sheep milk products other than cheeses and yoghurt. *Small Ruminant Research*, 68(1–2), 193–206. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.007.
- Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (2007). Goat Milk, Its Products and Nutrition. In Y.H. Hui, Ed. *John Wiley & Sons, Inc. Handbook of Food Products Manufacturing* (447–486). New York, NY. DOI: 10.1002/9780470113554.ch69.
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68(1–2), 88–113. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.09.013.
- Ryzhkova, T. M., Diukareva, H. I., Heida, I. M., & Honcharova, I. I. (2019). Porivnialna kharakterystyka fizyko-khimichnykh pokaznykiv kozynoho i koroviachoho moloka promysloвого pryznachennia. *Veterynariia, tekhnologii tvarynnytstva ta pryrodokorystuvannia*, 3, 213–224. DOI: 10.31890/vttp.2019.03.29 (in Ukrainian).
- Ryzhkova, T. M., Diukareva, H. I., Livoshchenko, I. M., Perekrest, N. H., & Pasieka, R. P. (2018). Efektyvnist vykorystannia yodkazeinu v tekhnologii kozynoho syru suluhuni. *Obladnannia ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv*, 2(37), 5–15. DOI: 10.33274-2079-4827-2018 -37-2-5-15 (in Ukrainian).
- Ryzhkova, T., Danylenko, S., & Kopylova, K. (2019). Otsinka fizyko-khimichnykh pokaznykiv kozynoho ta koroviachoho moloka-syrovyny. *Prodovolchi resursy*, 7(12), 142–151. DOI: 10.31073/foodresources2019-12-16 (in Ukrainian).
- Shkoropad, L. (2014). Analiz vyrobnytstva kozynoho moloka v Ukraini. *Tekhniko-tekhnolohichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannia novoi tekhniki i tekhnologii dlia silskoho hospodarstva Ukrainy*, 18(2), 327–334 (in Ukrainian).
- Slavov, V. P., Shubenko, O. I., & Kovalchuk, T. I. (2017). *Biokhimiia moloka ta molochnykh produktiv*. Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka (in Ukrainian).
- Tkachenko, N. A., Chaharovskiy, O. P., Dets, N. O., Lanzhenko, L. O., & Kruchek, O. A. (2018). *Veterynarno-sanitarna ta tekhnolohichna ekspertyza moloka*. Rivne: “Ovid” (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10121
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 378.147.4:004.738.5.084.3

The influence of distance learning on the success of mastering the basic disciplines of students in technical areas of training

L. R. Strutyńska[✉], S. E. Boikivska

National University “Lviv Polytechnic”, Lviv, Ukraine

Article info

Received 19.02.2024
Received in revised form
21.03.2024
Accepted 22.03.2024

National University
“Lviv Polytechnic”,
S. Bandera Str., 12, Lviv,
79013, Ukraine.
Tel.: +38-066-229-50-87
E-mail: lesia.r.strutyńska@lpnu.ua

Strutyńska, L. R., & Boikivska, S. E. (2024). The influence of distance learning on the success of mastering the basic disciplines of students in technical areas of training. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 143–149. doi: 10.32718/nvlvet-f10121

Based on the analysis of the level of residual knowledge of students of junior bachelor level training in mechanical specialties from the disciplines of natural sciences, the effect of distance learning of graduates of secondary education on the success of first-year students in basic disciplines was investigated. Higher mathematics, physics, chemistry and descriptive geometry as a section of mathematics are included in the cohort of basic disciplines of the fundamental training of specialists in mechanical specialties. The research was carried out on the basis of analyzes of slices of knowledge from basic disciplines in the form of test tasks of first-year students at the initial stage of their studies at a higher education institution. The results of these data are compared with the results of students passing the exam and credit session in these academic disciplines. The study was conducted on the basis of analyzes of the success of full-time students of the Institute of Mechanical Engineering and Transport (IMT) of the Lviv Polytechnic. National University (LU). For the years of comparative analysis of success, the years 2019–2020 were chosen, which preceded the introduction of distance learning due to the coronavirus pandemic, and 2023–2024 with a combined scheme for conducting the educational process, which alternates face-to-face classroom and distance learning depending on the security situation caused by the conduct of intensive combat actions on the territory of Ukraine. The results of the comparative analysis established that the remote form of conducting the educational process both in secondary education institutions and in the educational process of a higher school ensures the continuity of the educational process. However, the level of success and the amount of residual knowledge of both secondary and higher education students is rapidly decreasing. It is proposed to eliminate the shortcomings of distance learning in institutions of the higher for students of technical fields of training to revise the curricula and training programs with the aim of increasing hours and credits for the basic disciplines, aimed at eliminating the shortcomings of distance learning at the previous stages of their education. Taking into account the peculiarities of the educational process in the conditions of martial law, it is proposed to supplement traditional educational classes in basic disciplines with their dubbing in the form of video films and educational videos, which will be held on working days of the week in the evening, and on weekends – at times agreed with the students. Attendance by students of these additional educational and counseling classes should be recorded, but voluntary. The research was conducted based on the analysis of the academic performance of full-time students at the Institute of Mechanical Engineering and Transport (IMET) of the National University “Lviv Polytechnic” (NU “LP”). It has been established that the distance learning format, both in secondary education institutions and in the higher education process, ensures the continuity of the educational process. However, there is a sharp decline in the level of academic performance and the volume of residual knowledge among both secondary and higher education students. To address the shortcomings of distance learning, it is proposed to review the curricula and training programs to increase the hours and credits for basic disciplines aimed at addressing the shortcomings of distance learning at previous stages of their education. In the conditions of martial law, it is suggested to supplement traditional classes in basic disciplines with their duplication in the form of video films and educational video clips. These additional consulting and educational sessions are proposed to be conducted on weekdays in the evening, and on weekends at times agreed upon with the students. Attendance at these additional educational consulting sessions should be recorded but voluntary.

Key words: technical directions of training, education, distance learning, educational disciplines, knowledge section, basic disciplines.

Вплив дистанційного навчання на успішність засвоєння базових дисциплін студентів технічних напрямків підготовки

Л. Р. Струтинська[✉], С. Є. Бойківська

Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

На підставі аналізу рівня залишкових знань студентів молодших курсів бакалаврського рівня підготовки із механічних спеціальностей з дисциплін природничих наук досліджено вплив дистанційного навчання випускників середнього рівня освіти на успішність студентів першого курсу із базових дисциплін. До когорти базових дисциплін фундаментальної підготовки фахівців з механічних спеціальностей тут віднесено вищу математику, фізику, хімію та нарисну геометрію як розділ математики. Дослідження проведено на основі аналізів зрізів знань з базових дисциплін у вигляді тестових завдань студентів-першокурсників на початковому етапі їх навчання у закладі вищої освіти. Результати цих даних співставлено із результатами здачі студентами іспитово-залікової сесії з цих навчальних дисциплін. Дослідження проведено на основі аналізів успішності студентів денної форми навчання Інститут механічної інженерії та транспорту (ІМІТ) Національного університету “Львівська політехніка” (НУ”ЛП”). За роки порівняльного аналізу успішності було обрано 2019–2020 роки, що передували запровадженню дистанційного навчання, обумовленого коронавірусною пандемією, та 2023–2024 роки із комбінованою схемою провадження навчального процесу, що перемижує очне аудиторне та дистанційне навчання залежно від безпекової ситуації, обумовленої проведенням інтенсивних бойових дій на території України. Результатами порівняльного аналізу встановлено, що дистанційна форма провадження навчального процесу як у закладах середньої освіти, так і у навчальному процесі вищої школи забезпечує неперервність провадження навчального процесу. Проте стрімко знижується рівень успішності та обсяги залишкових знань як здобувачів середньої, так і вищої освіти. Запропоновано для усунення недоліків дистанційного навчання у закладах вищої освіти для студентів технічних напрямів підготовки здійснити перегляд навчальних планів та програм підготовки з метою збільшення для базових дисциплін годин та кредитів, спрямованих на усунення недопрацювань дистанційного навчання на попередніх етапах набуття ними освіти. Із урахуванням особливостей провадження навчального процесу в умовах воєнного стану запропоновано доповнити традиційні навчальні заняття із базових дисциплін їх дубляжем у вигляді відеофільмів та навчальних відеороликів, що проводитимуться у робочі дні тижня у вечірній час, а у вихідні дні – у погоджені із студентами години. Відвідування студентами цих додаткових навчально-консультаційних занять повинні бути облікованим, але добровільним. Дослідження проведено на основі аналізів успішності студентів денної форми навчання Інститут механічної інженерії та транспорту (ІМІТ) Національного університету “Львівська політехніка” (НУ “ЛП”). Встановлено, що дистанційна форма провадження навчального процесу як у закладах середньої освіти, так і у навчальному процесі вищої школи забезпечує неперервність провадження навчального процесу. Проте стрімко знижується рівень успішності та обсяги залишкових знань як здобувачів середньої, так і вищої освіти. Для усунення недоліків дистанційного навчання запропоновано здійснити перегляд навчальних планів та програм підготовки з метою збільшення для базових дисциплін годин та кредитів, спрямованих на усунення недопрацювань дистанційного навчання на попередніх етапах набуття ними освіти. В умовах воєнного стану запропоновано доповнити традиційні навчальні заняття із базових дисциплін їх дубляжем у вигляді відеофільмів та навчальних відеороликів. Ці додаткові консультаційно-навчальні заняття запропоновано. Ці додаткові консультаційно-навчальні заняття запропоновано проводити у робочі дні тижня у вечірній час, а у вихідні дні – у погоджені із студентами години. Відвідування студентами цих додаткових навчально-консультаційних занять повинні бути облікованим, але добровільним.

Ключові слова: технічні напрями підготовки, освіта, дистанційне навчання, навчальні дисципліни, зріз знань, базові дисципліни

Вступ

Враховуючи особливості воєнного стану закладам освіти необхідні не лише першочергові заходи по забезпеченню безпеки провадження навчального процесу, а і вдумливі корективи по його смислового наповненню. Приймаючи до уваги, що сучасні старшокласники і студенти – це основні робочі руки та “розумні голови” у майбутній відбудові як економіки, так і соціального устрою нашої знедоленої і зруйнованої війною держави, освіченості сучасної молоді слід приділяти підвищені турботу та увагу.

Органам управління держави доречно усвідомлювати, що ніхто окрім високо професійного, а головне, сумлінного професорсько-викладацького складу вищих навчальних закладів, їх колег на рівні шкіл, ліцеїв і коледжів, вирішити цю надважливу соціальну проблему не спроможний. Адже у воєнний час, навіть за більш-менш налагодженого стаціонарного очного провадження навчального процесу, регулярні оголошення тривоги не тільки переривають провадження навчальних занять, а і вносять відчуття страху за особисті здоров'я, життя і безпеку всіх учасників навчального процесу. Саме тому, зважаючи на лихоліття воєнного стану в Україні, її вища школа не має права і

не повинна знижувати якісний рівень набутих її студентами та випускниками знань і вмінь.

Із дещо незвичною для себе ситуацією зіштовхнувся професорсько-викладацький склад вищих навчальних закладів у першому осінньому семестрі 2023/2024 навчального року. Ця особливість невпинно проявляла себе впродовж усього навчального семестру. І полягала вона у незвичній інертності студентської аудиторії як на практичних, так і на лекційних заняттях. На заліково-іспитовій сесії постала очевидною першопричина також незвичної поведінки студентської аудиторії. Вона у фактично трирічному дистанційному навчанні теперішніх першокурсників впродовж останніх випускових класів школи. Запроваджене під час коронавірусної пандемії дистанційне навчання в домашніх умовах фактично відвічило колишніх школярів, а тепер студентів від колективної аудиторної роботи. Більше того – обмежень для учнів при дистанційному навчанні в можливостях очних консультацій та спілкування із викладачами проявилася у катастрофічно-низькому рівні залишкових знань.

Найбільше це проявилось в засвоєнні учнями природничих дисциплін, зокрема математики, фізики та хімії. А ці навчальні дисципліни постають у подаль-

шому основою фундаментальної базової підготовки бакалаврів технічних спеціальностей та спеціалізацій. Напрошується висновок, що дистанційна форма навчання як тимчасовий засіб забезпечення безперервності навчального процесу як школярів, так і студентів лише частково виправдала покладені на неї надії та сподівання. Безперервність навчального процесу вона частково забезпечила, а от його якості не те що сумнівні, а слід визнати, незадовільні. Цей висновок підтверджують результати опитування викладачів кафедр, що проводять навчання студентів першого курсу на загальноосвітніх кафедрах Національного університету “Львівська політехніка”. Більшість з них сходяться на думці та висновках, що роки дистанційного навчання у випускових класах середньої школи виявилися неспроможними забезпечити належну для старту базової освіти у Вищій школі якість знань та вмінь своїх випускників.

Дистанційна форма навчання, як один із методів провадження навчального процесу, не є вигадкою останніх років, а існувала доволі давно у вигляді так званого заочного навчання. Саме до цієї хоч і недосконалої форми провадження навчального процесу довелося звернутися в кінці 2019 р. та на початку 2020 року, коли коронавірусна пандемія набула всесвітнього масштабу і появилась гостра необхідність у стрімкому обмеженні переміщень громадян. Саме ця форма провадження навчального процесу виявилась єдиною спроможною забезпечити неперервність навчального процесу у всіх різновидах закладів освіти. Відповідними наказами уряду країни та її Міністерства освіти дистанційна форма провадження навчального процесу як єдино можлива була запроваджена по усій без винятку території України ([Kontseptsiiia rozvytku..., 2000](#)).

Закономірно, що відсутність на той час належного методичного забезпечення викладачів та матеріального забезпечення переважної більшості учнів та студентів комп'ютерною технікою неминуче призвели до стрімкого пониження якісних показників засвоєння ними знань фактично у всіх без винятку навчальних дисциплінах ([Fridanian, 2020](#)). У подальшому вже навіть після першого семестру провадження дистанційного навчального процесу ситуація значно покращилась завдяки створенню викладацьким персоналом закладів освіти навчальних демонстраційних відеороликів та відеофільмів.

Із початком активних воєнних дій на території України знову довелося запроваджувати дистанційну або комбіновану форми провадження навчального процесу. До проблем складностей забезпечення дистанційним навчанням належної якості знань школярів та студентів додалася ще і набагато вагоміша проблема забезпечення безпеки усіх учасників навчального процесу. Не маючи власного досвіду провадження навчання під час війни закономірно довелося звернутися за досвідом до країн, що неодноразово потрапляли у схожу ситуацію.

Ізраїль є яскравим прикладом такої країни. Його територія вже понад 70 років перебуває під небезпечною скоєння у будь-яких місцях її території терористичних актів, а також і під обстрілами ворогуючих з

цією країною сусідів. Основою безпеки сучасного Ізраїлю є Закон про цивільну оборону від 1951 року. Цей закон зобов'язує облаштовувати усі типи будівель, включно із житловими, освітніми та виробничими, укрітнями та бомбосховищами. Безпека і створення усіх можливих та доступних засобів захисту учасників навчального процесу є основним пріоритетом цієї держави. На цьому наголошує психологиня С. Ройз ([Roiz, 2022](#)), акцентуючи увагу на належних заходах для забезпечення досяжності належної продуктивності та якості навчання. Паралельно з тим, починаючи із шкільних років, усю молодь вчать надавати першу медичну допомогу ([Shkola v nebezpechnykh umovakh: dosvid Izrailiu, 2022](#)).

Враховуючи невизначеність із тривалістю воєнних протистоянь на території України можна стверджувати, що українська система освіти має бути пристосована до будь-яких надзвичайних ситуацій, певною мірою “мілітаризованою” та готовою до стрімких трансформацій. Колишній міністр освіти Сергій Шкарлет відзначив, що “Наше завдання – не лише відновлювати систему, а створювати якісно нову модель української освіти для нової країни” ([Shkarlet, 2022](#)). І не менш вагомим тут постає психологічний стан та здатність до самоконтролю як учасників навчального процесу, так і довколишніх громад ([Tykhonova, 2022; Iurenko, 2022](#)).

Важливою тут є і спроможність світової спільноти прийти на допомогу нашій державі не лише озброєнням, а і фахівцями для проведення тренінгів та навчання учасників навчального процесу під час бойових протистоянь ([Helyi, 2022](#)). Приклад цьому продемонструвала громадянка Ізраїлю психолог-педагог Шимона Гродзін-Чесарі, котра є офіційно ліцензованим психологом Міністерства охорони здоров'я та Міністерства освіти цієї країни. Зокрема вона надала рекомендації щодо організації діяльності закладів освіти в умовах бойових дій ([MON..., 2022](#)). Про потребу організаційних заходів стосовно проведення навчальних курсів, спрямованих на забезпечення належного ступеня якості засвоєння знань, ведуть мову не лише українські ([Onlain-kurs dlia osvitiian..., 2022](#)), а і зарубіжні фахівці. Зокрема і автор дослідницької наукової праці McClary J. ([McClary, 2013](#)).

Складається враження, що наростаюча в період останніх десятиліть загальносвітова політична та соціальна напруженість спонукатиме до більш чи менш активних воєнних протистоянь. Отже, слід бути готовими до стрімких видозмін форм провадження навчального процесу. До того ж як на етапах набуття початкової чи загальної середньої освіти, так і під час провадження навчальних процесів і у вищих навчальних закладах. Проте у жодному випадку не повинен знижуватися основний показник якості освітнього процесу, яким був, є та залишається рівень набутих слухачами залишкових знань.

Мета дослідження

Метою дослідження є аналіз рівня якості залишкових знань середньої освіти в контингенті першокурсників ВНЗ та розробка на його основі рекомендацій

щодо вдосконалення навчального процесу підготовки бакалаврів технічного спрямування в умовах воєнного стану України.

Основна задача дослідження – розробка рекомендацій щодо вдосконалення навчального процесу підготовки бакалаврів в умовах воєнного стану.

Результати та їх обговорення

Враховуючи недоліки попереднього дистанційного навчання доречно визнати, що через недостатній рівень знань та вмінь колишніх абітурієнтів слід критично і осмислено переглянути навчальні плани та програми підготовки студентів на першому (бакалаврському) рівні освіти. Особливою мірою це стосується технічних напрямів підготовки, що базується на так званих “точних” науках. Переглянути з метою нарощування кількості аудиторних годин начального процесу для ліквідації на перших курсах навчання студентами недопрацювань та прогалин шкільного дистанційного навчання.

До базових дисциплін фундаментальної підготовки у даному дослідженні віднесено групу освітніх дисциплін загально-освітнього блоку, що формують основу фахової підготовки бакалаврів технічних спеціальностей та спеціалізацій. Для групи механічних спеціальностей такими базовими дисциплінами являються вища математика, фізика, хімія та нарисна геометрія із елементами машинобудівного креслення. Дослідження проводились на базі аналізу успішності студентів Інституту механічної інженерії та транспорту транспорту національного університету “Львівська політехніка” (НУ “ЛП”). Зрізи залишкових знань про-

водилися на початку першого семестру навчання студентів у вигляді тестових завдань із базових дисциплін, а саме математики, фізики та хімії, а також супутньої їм нарисної геометрії, що за своєю суттю, базується на стереометрії як розділі математики.

Результати тестування залишкових знань студентів першого курсу ІМІТ із базових дисциплін відображено у таблиці 1. Для об'єктивності результатів аналізу успішності були залучені результати здачі іспитів з базових дисциплін студентами ІМІТ різноманітних спеціальностей та галузей знань. Зокрема:

- галузь знань 27 “Транспорт”:

1) спеціальність 274 “Автомобільний транспорт”, освітньо-професійна програма (ОПП) “Автомобільний транспорт», аббревіатура академічної групи “АТ”;

2) спеціальність 275 “Транспортні технології за видами», освітньо-професійна програма (ОПП) “Транспортні технології (на автомобільному транспорті)”, аббревіатура академічної групи “ТТ”.

- галузь знань 13 “Механічна інженерія”:

1) спеціальність 131 “Прикладна механіка”, освітньо-професійна програма (ОПП) “Робототехніка та промисловий інжиніринг”, аббревіатура академічної групи “РП”;

2) спеціальність 133 “Галузеве машинобудування”, освітньо-професійна програма (ОПП) “Галузеве машинобудування”, аббревіатура академічної групи “МБ”;

3) спеціальність 134 “Авіаційна та ракетна космічна техніка”, освітньо-професійна програма (ОПП) “Безпілотні літальні апарати”, аббревіатура академічної групи “ЛА”;

Таблиця 1

Рівень залишкових знань студентів І курсу механічних напрямів підготовки ІМІТ НУ “ЛП” з базових дисциплін

№ з/п	Основні напрями підготовки бакалаврів ІМІТ НУ “ЛП”	Кількість учасників зрізу залишкових знань	Середній бал залишкових знань з природничих дисциплін середньої (шкільної) освіти			Середній іспитовий бал студентів з базових дисциплін бакалаврської підготовки		
			Математика	Фізика	Хімія	Математика	Фізика	Хімія
1	Галузеве машинобудування (МБ)	23	2,9	2,7	3,0	3,13	3,0	3,2
2	Робототехніка (РП)	21	2,75	2,5	3,1	3,0	2,8	3,1
3	Безпілотні літальні апарати (ЛА)	18	3,0	2,9	3,25	3,0	2,7	3,15
4	Транспортні технології (ТТ)	20	3,1	3,0	3,15	3,3	3,1	3,3
5	Автомобільний транспорт (АТ)	22	3,15	3,1	3,2	3,25	3,0	3,4

Примітки:

1. Зріз залишкових знань проведено у вигляді тестових завдань на одному із перших занять того семестру, в якому передбачено вивчення даної дисципліни.

2. Середній бал успішності студентів з предметів бакалаврської підготовки розраховано за результатами здачі іспиту з цієї дисципліни студентами випадково обраної академічної групи.

Аналіз залишкових знань “вчорашніх” абітурієнтів станом на осінь 2023 року засвідчив катастрофічно низький рівень їх шкільної базової підготовки. Упосередкований рівень їх знань понизився у середньому від 3,75–4,1 балів у “докоронавірусний” період до 2,85–3,15 балів на теперішній часовий проміжок 2023–2024 навчального року. За шкалу відліку тут обрано 5-ти бальну систему оцінювання. Напрошу-

ється висновок, що першопричиною цьому низькому рівню знань є недостатній рівень підготовки колишніх абітурієнтів середньою школою із вимушеним дистанційним навчанням.

Порівняно з 2019 та 2020 роками перед коронавірусною пандемією, коли школярі та студенти-першокурсники востаннє навчалися по традиційній схемі очного аудиторного провадження навчального

процесу, результати успішності студентів із базових дисциплін понизились в середньому на 20 %. Зокрема, із фізики – на 25 %, із вищої математики – на 20 %, із хімії – на 15 % – із нарисної геометрії – на 20 %.

Дана ситуація із низьким рівнем знань колишніх абітурієнтів з базових дисциплін є несподіваною і такою, що потребує невідкладних коректив у навчальних планах підготовки бакалаврів. Адже дистанційне навчання в закладах середньої освіти на сході України та її центральних і південних регіонах через часті оголошення стану воєнних тривог триває і нині. Закономірно очікувати, що і в наступні роки наборів студентів вищим навчальним закладам доведеться мати справу із недостатньо якісно підготовленими вступниками із точних природничих предметів. Це неодмінно негативно відчується на якості фахової підготовки випускників вишів, а відповідно і на конкурентоспроможності як безпосередньо вищих навчальних закладів, так і їх основного продукту – високо кваліфікованих випускників.

Тому на початковому етапі навчання бакалаврів необхідно вдумливо і критично переглянути навчальні програми базових дисциплін. Потрібно запровадити до них додатково недостатньо якісно подані дистанційним навчанням підрозділи базових дисциплін. І починати такі відкориговані навчальні курси, можливо, доведеться не із “накатаних” роками навчальних програм вищої школи, а із ґрунтового аналізу та оптимізації його даних щодо прогалів у дистанційному вивченні шкільної програми з тих, чи інших базових дисциплін.

Для бакалаврів механічних напрямів підготовки, чи, наприклад, майбутніх фахівців у галузях комп’ютерної інженерії, теле- та радіокомунікацій, електрофізики тощо такими навчальними дисциплінами повинні бути математика та фізика. Для майбутніх фахівців у галузі хімічної інженерії такою контрольованою шкільною навчальною дисципліною повинні бути математика та хімія. Шляхом усунення недоліків у засвоєнні першокурсниками природничих дисциплін на рівні набуття ними середньої освіти, було б запровадження до навчальних програм цих дисциплін додаткових підрозділів навчального курсу, спрямованих на усунення виявлених недоліків.

На це знадобиться від чверті до третини обсягу годин, передбачених навчальним планом в першому чи другому семестрі на вивчення фундаментальних базових дисциплін. Ці додаткові години можна було б забезпечити, наприклад, за рахунок ущільнення годин, відведених навчальним планом на вивчення окремих розділів цієї дисципліни, якщо ця дисципліна вивчається впродовж декількох семестрів. Прикладом може бути вища математика для студентів механічних напрямів підготовки, яку під тою чи іншою назвою проводять впродовж двох чи трьох семестрів, залежно від напрямів підготовки.

Таким чином доречно відзначити, що вимушено запроваджене у часи пандемії коронавірусу дистанційне навчання у вищих навчальних закладах виявилось неспроможним забезпечити необхідну для здобуття вищої освіти громадянами якість знань. Виправити цю ситуацію можливо лише у закладах освіти

вищої школи, запровадивши для студентів додаткові заняття, або корегуючи наявні навчальні програми та плани підготовки бакалаврів.

Аналіз рівня залишкових знань із природничих дисциплін засвідчує стрімке пониження рівня знань студентів першого року навчання із таких дисциплін як вища математика, фізика, хімія та нарисна геометрія. Причина цього полягає у недостатньому рівні набутих знань з цих навчальних дисциплін на етапах навчання теперішніх першокурсників у закладах середньої освіти. Переважно це стосується років дистанційного навчання у середній школі чи споріднених їй закладах освіти під час вимушеного дистанційного навчання, яке було обумовлено коронавірусною пандемією та воєнним станом по всій території України.

Зі схожою ситуацією стикались доволі багато інших країн під час воєнних дій на їх території. І рішення урядів цих країн щодо провадження навчального процесу тут приймалися інколи кардинально протилежні – від тимчасової повної зупинки всіх навчальних процесів до переведення навчального процесу на комбінований режим поєднання дистанційного навчання із традиційним очним навчанням залежно від активності воєнних дій на тій, чи іншій частині території держави. Таким чином побудовано на теперішній час початкову та середню освіту в Ізраїлі. І досвід організації у цій країні провадження навчального процесу буде надзвичайно корисним для ось уже понад два роки воюючої України.

Воєнні події на території України явно затягуються в часі. Тому необхідно вдосконалювати та прилаштовувати до специфіки ведення державою затяжної війни як дистанційну, так і традиційну очну форми провадження навчального процесу як у середній школі, так і закладах вищої освіти. Для учнів випускових та старших класів шкіл із дистанційним навчанням доречними видаються очні консультації викладачів, проведені хоча б раз-два на тиждень. Наприклад, із обраних учнями випускових класів навчальних дисциплін, що входять до зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО). Чи тих, що становитимуть у подальшому основу базової освіти у блоку навчальних дисциплін підготовки бакалаврів. Прийнятними є і зворотній варіант, коли через брак достатньої кількості місць у бомбосховищах закладів освіти, один чи два навчальних дні для старшокласників чи старшокурсників переводять або на дистанційну форму навчання, або на навчання в другу зміну. Саме так на початок 2024 року за рішеннями обласного відділу освіти було зроблено у Львівській області.

Специфікою провадження навчальних процесів в Україні, що охоплена війною, є неоднорідність умов їх проведення. Так для здобувачів освіти на окупованих загарбником територіях можливе лише дистанційне україномовне провадження навчального процесу. Для прифронтових областей доцільною видається комбінована схема провадження навчального процесу, що залежно від активності воєнних протистоянь легко видозмінюється із очної на дистанційну форму провадження навчального процесу. Для центральних та західних регіонів держави на даний час превалюючою мала б залишатися традиційна очна форма про-

вадження навчального процесу. Та тут необхідно враховувати спроможності забезпечення навчальним закладом необхідної кількості місць та належних умов перебування у бомбосховищах учасників навчального процесу. Отже, підводячи підсумки слід відзначати наступне: навчальні процеси набуття молоддю середньої та вищої освіти повинні залишатися неперервними не зважаючи на лихоліття воєнного стану та активних військових протистоянь на території України; якість провадження навчального процесу та рівень забезпечування ним залишкових знань здобувачів освіти повинні залишатися достатньо високими, спроможними відповідати потребам продовження набуття подальших щаблів освіти чи виробничої діяльності здобувачів, не залежно від обраної навчальним закладом форми провадження навчального процесу, тобто очна це освіта чи дистанційна,

Висновки

Аналіз залишкових знань випускників середньої освіти із природничих наук, які вони вивчали в умовах дистанційного провадження навчального процесу в роки коронавірусної пандемії та перших воєнних років на теренах України, засвідчив доволі низький рівень знань по всіх основних дисциплінах базової підготовки бакалаврів механічних спеціальностей та спеціалізацій. Усне опитування студентів-учасників тестування щодо причин такої низької успішності засвідчило, що причина, на їх думку, полягає у дистанційній формі провадження попереднього навчального процесу.

Порівняно із 2019 та 2020 роками перед коронавірусною пандемією, коли школярі та студенти-першокурсники востаннє навчалися за традиційною схемою очного аудиторного провадження навчального процесу, результати успішності студентів із базових дисциплін понизились в середньому на 20 %. Зокрема, з вищої математики – на 20 %, фізики – на 25 %, хімії – на 15 %, із нарисної геометрії – на 20 %;

Опитані викладачі НУ “ЛП”, що провадили навчальний процес для студентів із базових дисциплін, основну причину низької успішності вбачають у недостатньому рівні знань із цих дисциплін, одержаних теперішніми студентами в минулому під час набуття ними середньої освіти.

Для студентів початкових курсів пропонуються критичний перегляд випусковими кафедрами навчальних програм та планів підготовки бакалаврів з механічних спеціальностей з метою збільшення кількості годин та кредитів для провадження базових дисциплін, спрямованих на усунення недоліків вивчення цих дисциплін при набутті середньої освіти в умовах воєнного стану.

Перспективи подальших досліджень. Аналіз здійснених досліджень переконливо свідчить про неспроможність дистанційного навчання як у випускових класах середньої школи, так і на молодших курсах навчання в закладах вищої освіти забезпечити належну якість знань. Особливою мірою це стосується базових дисциплін, які, незаперечно, є основою подальшої фахової підготовки здобувачів вищої освіти на

механічних освітньо-професійних програмах. Активні воєнні протистояння на території України відбувались як впродовж двох останніх років навчання, так і можливі під час майбутнього 2024/2025 року. Тому ґрунтуючись на результатах даного дослідження, у подальшому пропонується запровадити у навчальний процес дві взаємозамінні схеми його здійснення та корегування навчальних програм із базових дисциплін. Схеми провадження навчального процесу повинні передбачати можливість стрімкого переходу від звичного режиму очного навчання до дистанційного у випадку загострення воєнних протистоянь та застосувань противником ракетно-бомбових ударів. І навпаки, у випадках більш-менш тривалого затишшя на фронті, без зволікань відновити звичну традиційну форму очного навчання. І, що слідує із даних досліджень – пропозиція видозмінити усталені традиційні навчальні програми та плани підготовки із базових дисциплін на молодших курсах навчання у ЗВО, доповнивши їх повторно поданими у стислій формі розділами та матеріалами дисциплін середньої освіти, які є найвагомішими для окремих напрямів підготовки майбутніх фахівців. Дані для корегування навчальних планів по окремих освітньо-професійних програмах підготовки можна отримати із результатів зрізів залишкових знань.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Fridanian, O. H. (2020). Modeli realizatsii dystantsiinoho navchannia u zakladyakh zahalnoi serednoi osvity. Mizhrehionalna akademiia upravlinnia personalom. Vcheni zapysky universytetu “Krok”, 3(59), 191–198. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzuk_2020_3_24 (in Ukrainian).
- Helyi, N. (2022). Navchannia pid zvuky povitrianykh tryvoh. Chy zmozhe Ukraina skorystatsia z dosvidu Izrailiu [Elektronnyi resurs]. Ekspreso. URL: <https://zahid.espreso.tv/navchannya-pid-zvuki-povitrianykh-trivog-chi-zmozhe-ukraina-skoristatsia-z-dosvidu-izrailiu> (in Ukrainian).
- Iurenko, O. (2022). Raketni obstrily pid chas navchannia: dosvid Izrailiu [Elektronnyi resurs]. Mediia Osvitorii. URL: <https://osvitoria.media/experience/raketni-obstrily-pid-chas-navchannya-dosvid-izrayilyu> (in Ukrainian).
- Kontseptsiiia rozvytku dystantsiinoi osvity v Ukraini (2000). Zatverdzheno Postanovoiu MON Ukrainy 20 hrudnia 2000 r.) URL: https://vnmu.edu.ua/downloads/other/konc_rov_dystan_osv.pdf (in Ukrainian).
- McClary, J. (2013). Factors in High Quality Distance Learning Courses. Online Journal of Distance Learning Administration, Volume XVI, Number II, Summer 2013 University of West Georgia, Distance Education Center. URL: <https://ojdla.com/archive/summer162/mcclary162.pdf>.
- MON zaluchaie izrailykykh fakhivtsiv do provedennia treninhiv shchodo orhanizatsii navalnoho protsesu pid

- as boiovykh dii (2022). Elektronnyi resurs. URL: <https://mon.gov.ua/news/mon-zaluchae-izraelskikh-fakhivtsiv-do-provedennya-treningiv-shchodo-organizatsii-navchalnogo-protsesu-pid-chas-boyovikh-diy> (in Ukrainian).
- Onlain-kurs dlia osvitan "Psykhologichna bezpeka doroslykh ta ditei pid chas povitrianoi tryvohy u shkoli" (2022). [Elektronnyi resurs]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. URL: <https://mon.gov.ua/news/onlayn-kurs-dlya-osvityan-psikhologichna-bezpeka-doroslikhta-ditey-pid-chas-povitrianoi-trivogi-u-shkoli> (in Ukrainian).
- Roiz, S. (2022). Svitlana Roiz dala porady batkam i vchyteliyam, yak dopomohty ditiam prodovzhyty navchannia v umovakh viiny [Elektronnyi resurs]. Portal Nova osvita. URL: <https://osvitanova.com.ua/posts/5651-skoro-v-shkolu> (in Ukrainian).
- Shkarlet, S. (2022). Nashe zavdannia – ne lyshe vidnovliuvaty systemu, a stvoryty yakisno novu model ukrainskoi osvity dlia novoi krainy [Elektronnyi resurs]. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/nashe-zavdannia-nelyshe-vidnovlyuvati-sistemu-stvoriti-yakisno-novu-model-ukrayinskoyi-osviti-dlya-novoyi-krayini-sergij-shkarlet> (in Ukrainian).
- Shkola v nebezpechnykh umovakh: dosvid Izrailiu (2022). Redaktsiia zhurnalu "Na urok". Osvitnii proekt "Na urok". [Elektronnyi resurs]. URL: <https://naurok.com.ua/post/shkola-v-nebezpechnih-umovah-dosvid-izra-lyu> (in Ukrainian).
- Tykhonova, Ye. (2022). Yak orhanizuvaty navchannia pid chas viiny: dosvid izraelskykh shkil [Elektronnyi resurs]. URL: <https://zn.ua/ukr/EDUCATION/jak-orhanizuvati-navchannja-pid-chas-vijni-dosvid-izrajskikh-shkil.html> (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10122
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 620.193/199:615.243.3:669.017.16

Corrosion resistance of amorphous cobalt alloys in acetic acid solutions

O. Hertsyk¹, M. Tashak², N. Pandiak³, A. Shalko^{4✉}, V. Slobodnyj¹

¹Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

²Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

³Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

⁴Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

Article info

Received 22.02.2024

Received in revised form
25.03.2024

Accepted 26.03.2024

Hertsyk, O., Tashak, M., Pandiak, N., Shalko, A., & Slobodnyj, V. (2024). Corrosion resistance of amorphous cobalt alloys in acetic acid solutions. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 150–155. doi: 10.32718/nvlvet-f10122

Ivan Franko National
University of Lviv,
University Str., 1, Lviv,
79000, Ukraine.

Lviv Polytechnic National
University, Stepan Bandera str., 12,
Lviv, 79013, Ukraine.

Ukrainian National
Forestry University,
Gen. Chuprynka Str., 103,
Lviv, 79057, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-912-20-82
E-mail: Shalko_av@ukr.net

Corrosion resistance of ribbon amorphous alloys based on cobalt in acetic acid solutions of different concentrations was investigated by various physicochemical methods. An increase in corrosion resistance with an increase in acid concentration due to the formation of dense passivation layers on the surfaces was established. Most amorphous cobalt-based alloys are characterized by high strength and impact toughness, corrosion resistance, and high magnetic permeability. Amorphous metal alloys (AMA) based on Co, which are characterized by unique physicochemical properties, are used in the medical field, in particular, to create dental and bone implants. The study of their corrosion resistance in aggressive environments of organic acids makes it possible to choose amorphous alloys that will be more effective in this field. A potentiometric study of changes in the corrosion resistance of AMA $\text{Co}_{73.2}\text{Fe}_{4.8}\text{Si}_{5.3}\text{B}_{16.7}$ in aqueous solutions of acetic acid of different concentrations showed a higher durability of the alloy of this composition in acid solutions, compared to the sodium chloride solution, which is a standard for corrosion assessment. High durability is also confirmed by a small difference between the initial and final potential values. With an increase in acid concentration, the final potential values slightly shift to the anodic side, which reflects an increase in corrosion resistance. Similar potentiometric studies of AMA $\text{Co}_{73.2}\text{Fe}_{4.3}\text{Mn}_{0.5}\text{Si}_{5.3}\text{B}_{16.7}$, which contains Mn, in aqueous solutions of acetic acid also confirmed the increase in durability with increasing acid concentration, which is obviously related to the formation of dense passivation layers under such conditions. The study of the corrosion resistance of AMA in aqueous solutions of acetic acid by the method of cyclic voltammetry, i.e. with additional loading of samples by cyclic scanning of the potential, showed that with an increase in the duration of contact with an aggressive environment under these conditions, a shift in the values of the corrosion potentials of both contact and external surfaces in the cathodic direction is observed and the growth of corrosion currents, which indicates a decrease in the corrosion durability of the samples. The contact surface is also characterized by higher corrosion resistance under such conditions. As the concentration of acetic acid increases, the durability of the samples increases, even under conditions of cyclic polarization of the samples. Based on the electrochemical parameters, it was found that the corrosion resistance increased with increasing acid concentration, apparently due to the formation of dense passivation layers on the surfaces. Microphotographs of surfaces and their elemental composition after contact with (0.01–1.0) M aqueous solutions of acetic acid confirmed the high durability of alloys of this composition in such aggressive environments.

Key words: amorphous metal alloys (AMA), pitting, acids, alloys, environment.

Корозійна тривкість аморфних кобальтових сплавів у розчинах ацетатної кислоти

О. Герцик¹, М. Ташак², Н. Пандяк³, А. Шалько^{4✉}, В. Слободний¹

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

²Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна³Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна⁴Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Останніми роками значну роль у створенні нових матеріалів відіграють аморфні та наноструктуровані стани, які є об'єктами як фундаментальних досліджень, так і прикладних розробок. Більшість аморфних сплавів на основі кобальту характеризуються високою міцністю та ударною в'язкістю, корозійною тривкістю та високою магнітною проникністю. Аморфні металеві сплави (АМС) на основі Со, які характеризуються унікальними фізико-хімічними властивостями, застосовуються в медичній галузі, зокрема для створення зубних та кісткових імплантів. Дослідження їхньої корозійної тривкості в агресивних середовищах органічних кислот дає можливість вибрати аморфні сплави, які будуть більш ефективними в цій галузі. Потенціометричне дослідження зміни корозійної тривкості сплаву АМС $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,8}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ у водних розчинах ацетатної кислоти різних концентрацій показало вищу тривкість сплаву цього складу в розчинах кислоти порівняно з розчином натрій хлориду, який є стандартом для оцінки корозії. Висока тривкість також підтверджується невеликою різницею між початковим і кінцевим значеннями потенціалу. Зі збільшенням концентрації кислоти кінцеві значення потенціалу дещо зміщуються в анодний бік, що відображає підвищення корозійної тривкості. Аналогічні потенціометричні дослідження АМС $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,3}\text{Mn}_{0,5}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$, що містить Mn, у водних розчинах ацетатної кислоти також підтвердили зростання тривкості зі збільшенням концентрації кислоти, що, очевидно, пов'язано з утворенням щільних пасиваційних шарів за таких умов. Дослідження корозійної тривкості АМС у водних розчинах ацетатної кислоти методом циклічної вольтамперометрії, тобто з додатковим навантаженням зразків циклічним скануванням потенціалу, показало, що зі збільшенням тривалості контакту з агресивним середовищем за цих умов спостерігається зсув значень корозійних потенціалів як контактної, так і зовнішньої поверхонь у катодний бік і зростання корозійних струмів, що свідчить про зниження корозійної тривкості зразків. При цьому контактна поверхня за таких умов характеризується вищою корозійною тривкістю. Зі збільшенням концентрації ацетатної кислоти дозовічність зразків зростає навіть за умов циклічної поляризації зразків. На основі електрохімічних параметрів встановлено, що корозійна тривкість зростає зі збільшенням концентрації кислоти, що, очевидно, пов'язано з утворенням на поверхнях щільних пасивувальних шарів. Мікрофотографії поверхонь та їх елементного складу після контакту з (0,01–1,0) М водними розчинами ацетатної кислоти підтвердили високу тривкість сплавів цього складу в таких агресивних середовищах.

Ключові слова: аморфні металеві сплави (АМС), розчини, кислоти, сплави, середовище.

Вступ

Аморфними називають метали і сплави (АМС), в яких відсутній дальній порядок в розміщенні атомів. Для їх отримання використовують різні методи, в основі яких лежить швидкий перехід компонентів сплаву з рідкого або газоподібного стану в твердий. При цьому затвердіння відбувається настільки швидко, що атоми речовини виявляються закріпленими в тих положеннях, які вони займали в рідині. В більшості аморфних металічних сплавів дійсно існує ближній порядок, тобто порядок розміщення ближчих сусідів атомів, але відсутній дальній порядок. Наслідками такої аморфної структури виступають незвичайні магнітні, механічні, електричні властивості та корозійна тривкість (Badawy et al., 2000; Hasegawa, 2004; Ackland et al., 2018; Burkov & Chigrin, 2018; Louzguine-Luzgin et al., 2018; Vasić et al., 2018; Zhao et al., 2019; Boichyshyn et al., 2020; Liao et al., 2021; Lopachak & Boichyshyby, 2023; Hertsyk et al., 2023; Nykuryy et al., 2023). Ці матеріали проявляють високу механічну твердість та міцність при розтязі, в ряді випадків мають близький до нуля коефіцієнт теплового розширення.

Більшість аморфних сплавів на основі кобальту є прекрасними магнітом'якими матеріалами, хоча їх магнітна проникність змінюється не тільки від одного циклу отримання сплаву до другого, але й від однієї частини стрічки до іншої.

Аморфні метали і сплави повинні бути дуже тривкими до корозії за рахунок хімічної однорідності. Багатовисхідні дослідження (Badawy et al., 2000; Ackland et al., 2018; Burkov & Chigrin, 2018; Vasić et al., 2018; Boichyshyn et al., 2020; Hertsyk et al., 2023; Lopachak & Boichyshyby, 2023) показали, що аморфні сплави на основі Со, які містять Cr і Р, володіють

дуже високою корозійною тривкістю в різних агресивних середовищах. Вони також, практично, не піддаються піттинговій корозії, навіть при анодній поляризації в розчинах натрій хлориду. При цьому АМС відносяться до самозахищених сплавів, тобто можуть пасивуватися як в атмосферних умовах, так і в агресивних середовищах. Причинами, які зумовлюють таку високу корозійну тривкість, є хімічна однорідність металу, відсутність на його поверхні дефектів типу неметалічних включень, вакансій, дислокацій, висока хімічна активність аморфних сплавів, яка веде до швидкого утворення захисної плівки.

Пасивація металів в агресивних середовищах відбувається, в основному, за рахунок активного розчинення металу в початковому періоді часу. Це розчинення необхідне для формування пасивної плівки шляхом осадження або анодного відкладання продукту реакції. Отже, корозійна тривкість АМС є результатом високої швидкості утворення пасивної плівки. Додатки майже всіх металічних елементів до аморфних сплавів типу метал-металоїд покращують їх корозійну тривкість. Однак, встановлено, що високою пасивністю та корозійною тривкістю аморфні сплави володіють лише при вмісті у їхньому складі хрому.

Найчастіше пасивуючими плівками є оксиди, які стійкіші до розчинення ніж вихідні метали. У випадку кобальту, зокрема, на поверхні можуть виникати оксиди різного складу Co_xO_y , які змінюють також тривкість поверхневих шарів. Це впливає на електрохімічні параметри розчинення поверхні. Очевидно, в деяких випадках можуть співіснувати на поверхні різні оксиди. Окрім металу, другим важливим чинником у складі аморфних сплавів, що визначає їх корозійну тривкість є природа і кількість металоїду. Вплив останніх на електрохімічну поведінку АМС поясню-

ється зміною електронної будови сплаву при зміні одного типу аморфізатора іншим. Корозійна тривкість борвмісних АМС є нижчою, ніж фосфоровмісних.

Актуальність даного дослідження полягає в тому, що аморфні металеві сплави на основі Со, які характеризуються унікальними фізико-хімічними властивостями, використовуються в медичній галузі, зокрема для створення зубних та кісткових імплантів. Тому дослідження їхньої корозійної тривкості у агресивних середовищах органічних кислот дає можливість підібрати аморфні сплави, які будуть ефективніші в даній галузі.

Мета дослідження

Дослідження корозійної тривкості кобальтових аморфних сплавів у водних розчинах ацетатної кислоти різної концентрації.

Матеріал і методи досліджень

Для дослідження були вибрані аморфні сплави у вигляді стрічки товщиною 40 мкм наступного складу (ат.%): $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,8}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$, $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,3}\text{Mn}_{0,5}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$, які отримані методом надшвидкого охолодження розплаву (НШОР).

Для оцінки взаємодії поверхні сплавів із компонентами агресивного середовища використовували контроль зміни величини потенціалу електроду на певному проміжку часу у відсутності зовнішнього електричного поля.

Дані дослідження проводилися на потенціостаті ПИ-50-1 з використанням двоелектродної схеми. Для контролю швидкості встановлення і величини стаціонарного потенціалу (E_x) як електрод порівняння використовували хлорсрібний електрод ($E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}=0,222\text{В}$) та робочий електрод – пластинка сплаву. Стаціонарний потенціал поверхні встановлюється з часом, тому вимірювання проводили протягом 20-30 хв. Швидкість визначали із залежності потенціалу від часу.

Щоб оцінити зміни корозійної тривкості стрічки АМС використовували метод циклічної вольтамперометрії в потенціодинамічному режимі з автоматичною розгорткою в часі заданого потенціалу (20 мВ/с) поверхні металу на потенціостаті ПИ-50-1, який дозволяє реєструвати утворення та нагромадження продуктів електрохімічних процесів, а також контролювати їх послідовні перетворення. Потенціодинамічний режим відтворює максимально наближену картину реальних процесів, що відбуваються на поверхні металу. Вимірювання проводили за трьохелектродною схемою: робочий електрод – зразок АМС площею $0,15\text{см}^2$, електрод порівняння – хлорсрібний, допоміжний електрод – платинова пластинка.

За результатами потенціодинамічних досліджень будували відповідні поляризаційні криві, за якими розраховували електрохімічні параметри корозії аморфних сплавів за рівнянням Тафеля:

$$\eta = a + b \lg i$$

де $\eta = E - E_p$ – перенапряга, В;

$$i = I/S$$

де I – виміряний струм, А; S – площа електроду, м^2 ; i – густина струму, А/м^2 .

Мікрофотографії поверхні стрічки аморфного сплаву одержували за допомогою електронного мікроскопу METAM PB21.

Результати та їх обговорення

Сучасні підходи до аморфних сплавів на основі кобальту, роблять перспективним їхнє використання в медицині, зокрема, як зубні або кісткові імпланти. Це зумовлює можливість попадання таких матеріалів у середовища кислот, зокрема органічних. Корозійна тривкість металічних матеріалів суттєво залежить від природи кислоти та її концентрації. Серед органічних кислот найсильнішою вважається ацетатна кислота.

Потенціометричне дослідження зміни корозійної тривкості АМС $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,8}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ у водних розчинах ацетатної кислоти різної концентрації (рис. 1, табл. 1) показало вищу тривкість сплаву даного складу у розчинах кислоти порівняно з розчином натрій хлориду, який є еталонним для оцінки корозії. Висока тривкість підтверджується також невеликою різницею початкового та кінцевого значень потенціалів $|\Delta E|$. Зі збільшенням концентрації кислоти кінцеві значення потенціалів дещо зсуваються в анодний бік, що відображає підвищення корозійної тривкості.

Таблиця 1

Результати потенціометричного дослідження сплаву $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,8}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ у розчинах CH_3COOH різної концентрації

С, М	Поверхня	$-E_0$, В	$-E_k$, В	$ \Delta E $, В	$V_{60} \cdot 10^4$, В/с
0,01	к	0,34	0,38	0,04	2,32
	з	0,36	0,38	0,02	1,96
0,1	к	0,29	0,32	0,02	1,30
	з	0,32	0,33	0,01	2,92
1,0	к	0,27	0,28	0,01	0,24
	з	0,28	0,29	0,01	1,67

Аналогічні потенціометричні дослідження АМС $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,3}\text{Mn}_{0,5}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$, який містить Mn, у водних розчинах ацетатної кислоти (рис. 1, табл. 2) також підтвердили підвищення тривкості зі збільшенням концентрації кислоти, що, очевидно пов'язано з формуванням в таких умовах щільних пасиваційних шарів.

Таблиця 2

Результати потенціометричного дослідження сплаву $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,3}\text{Mn}_{0,5}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ у розчинах CH_3COOH різної концентрації

С, М	Поверхня	$-E_0$, В	$-E_k$, В	$ \Delta E $, В	$V_{60} \cdot 10^4$, В/с
0,01	к	0,32	0,37	0,05	1,98
	з	0,39	0,36	0,03	0,12
0,1	к	0,28	0,32	0,04	4,85
	з	0,35	0,33	0,02	1,26
1,0	к	0,28	0,29	0,01	0,84
	з	0,29	0,30	0,01	1,87

Детальні дослідження корозійної тривкості АМС $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,8}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ у водних розчинах ацетатної кислоти методом циклічної вольтамперометрії, тобто при додатковому навантаженні зразків циклічним скануванням потенціалу (табл. 3), показали, що зі збільшенням тривалості контакту з агресивним середовищем за даних умов простежується зсув значень потенціалів корозії як контактної, так і зовнішньої поверхонь у катодний бік та зростання струмів корозії, що вказує на зменшення корозійної тривкості зразків.

Вищою корозійною тривкістю за таких умов також характеризується контактна поверхня. З підвищенням концентрації ацетатної кислоти тривкість зразків навіть за умови циклічної поляризації зразків зростає.

Дослідження АМС $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,3}\text{Mn}_{0,5}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ (табл. 3, 4), легованого Mn, також показало зниження корозійної тривкості під час контакту з агресивним середовищем за всіх досліджуваних концентрацій ацетатної кислоти, але підвищення корозійної тривкості зі збільшенням концентрації кислоти.

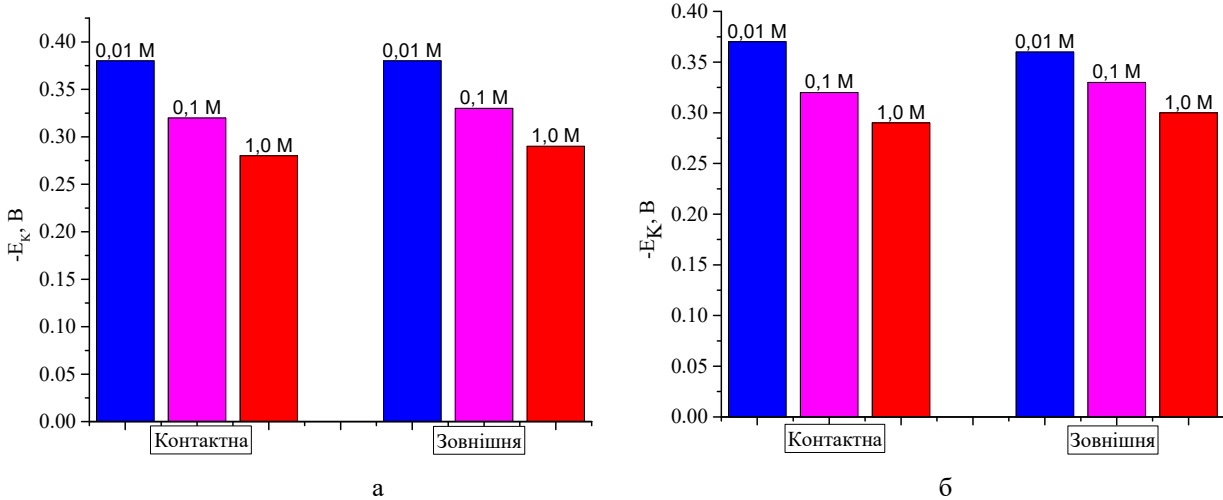


Рис. 1. Значення потенціалів контактної та зовнішньої поверхонь сплавів $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,3}\text{Mn}_{0,5}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ (а) та $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,8}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ (б) у розчинах CH_3COOH різної концентрації

Таблиця 3

Електрохімічні параметри корозії сплаву $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,8}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ у розчинах CH_3COOH різної концентрації

Цикл	Е _{кор} , В		І _{кор} , мА/см ²	
	к	з	к	з
0,01 М				
1	-0,33	-0,37	0,0001	0,0015
5	-0,41	-0,41	0,0015	0,0002
10	-0,41	-0,42	0,0011	0,0004
0,1 М				
1	-0,30	-0,34	0,0001	0,0001
5	-0,34	-0,38	0,0004	0,0001
10	-0,35	-0,37	0,0023	0,0004
1,0 М				
1	-0,28	-0,28	0,0046	0,0015
5	-0,35	-0,30	0,0041	0,0009
10	-0,33	-0,32	0,0022	0,0010

Таблиця 4

Електрохімічні параметри корозії сплаву $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,3}\text{Mn}_{0,5}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$ у розчинах CH_3COOH різної концентрації

Цикл	Е _{кор} , В		І _{кор} , мА/см ²	
	к	з	к	з
0,01 М				
1	-0,37	-0,42	0,0004	0,0015
5	-0,40	-0,42	0,0005	0,0012
10	-0,41	-0,42	0,0001	0,0013
0,1 М				
1	-0,34	-0,37	0,0036	0,0038
5	-0,43	-0,45	0,0024	0,0017
10	-0,45	-0,45	0,0072	0,0047
1,0 М				
1	-0,33	-0,29	0,0007	0,0008
5	-0,31	-0,30	0,0019	0,0007
10	-0,33	-0,30	0,0004	0,0003

В умовах практичного використання аморфних сплавів у реальних умовах важливими є також зміна морфології поверхні та її елементного складу (рис. 3).

Більші зміни простежуються після контакту з ацетатною кислотою сплаву $\text{Co}_{73,2}\text{Fe}_{4,8}\text{Si}_{5,3}\text{B}_{16,7}$. Очевидно, легування сплаву манганом зумовлює деяке підвищення його корозійної тривкості за рахунок форму-

вання на поверхні захисного шару з його сполук, про що свідчить деяке збільшення його вмісту на поверхні після контакту з органічною кислотою. Аналіз елементного складу поверхонь сплавів після контакту з ацетатною кислотою підтвердив високу корозійну тривкість обох сплавів. Елементний склад практично не змінився (табл. 5).

Таблиця 5

Вміст металевих компонентів (ат., %) на контактній поверхні стрічкових зразків АМС після витримування в ацетатній кислоті різної концентрації

АМС	C _{кислоти} , М	Елемент				
		Co	Fe	Mn	Si	B
Co _{73,2} Fe _{4,8} Si _{5,3} B _{16,7}	-	74,06	4,67	-	4,40	16,9
	0,01	73,40	4,53	-	5,21	16,8
	0,1	73,40	4,70	-	5,0	16,8
	1,0	73,90	4,50	-	4,8	16,8
Co _{73,2} Fe _{4,3} Mn _{0,5} Si _{5,3} B _{16,7}	-	73,7	4,53	0,56	4,30	16,9
	0,01	73,8	4,51	0,68	4,10	16,9
	0,1	73,5	4,70	0,52	4,30	16,9
	1,0	73,1	4,7	0,70	4,54	16,8

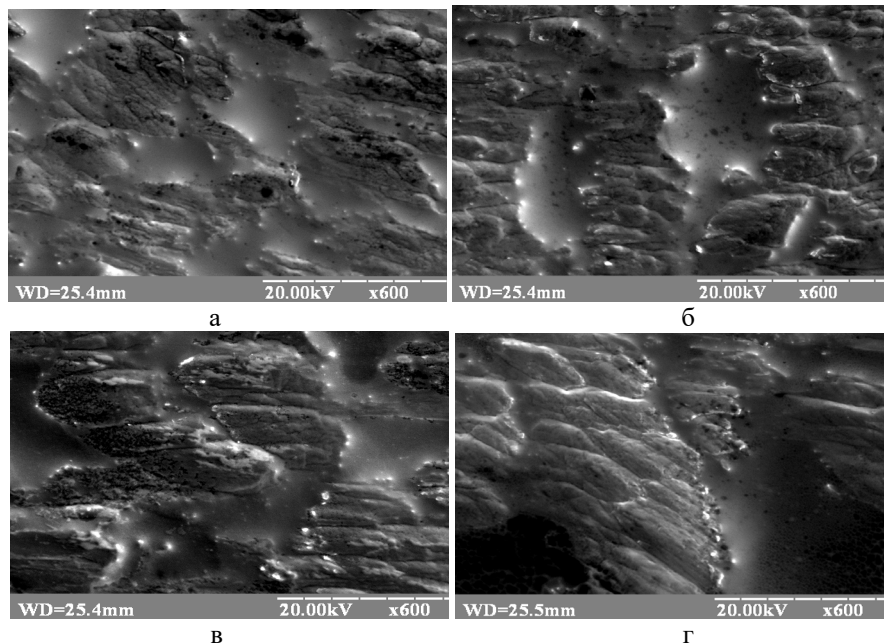


Рис. 3. Мікрофотографії контактної поверхні АМС Co_{73,2}Fe_{4,8}Si_{5,3}B_{16,7}: вихідної (а) та після одногодинного витримування в розчинах ацетатної кислоти різної концентрації: 0,01 М (б), 0,1 М (в) та 1,0 М (г).

Висновки

Методами потенціометрії, циклічної вольтамперометрії, мікрофотографії та визначення елементного складу досліджено корозійну тривкість контактних та зовнішніх поверхонь аморфних металевих сплавів Co_{73,2}Fe_{4,8}Si_{6,0}B_{16,7} і Co_{73,2}Fe_{4,3}Mn_{0,5}Si_{5,3}B_{16,7} у водних розчинах ацетатної кислоти.

Оцінено вплив концентрації кислоти на корозійну тривкість аморфних сплавів Co_{73,2}Fe_{4,8}Si_{6,0}B_{16,7} і Co_{73,2}Fe_{4,3}Mn_{0,5}Si_{5,3}B_{16,7} у (0,01–1,0) М водних розчинах. Показано вищу тривкість контактної поверхні обох сплавів.

На основі електрохімічних параметрів встановлено підвищення корозійної тривкості зі збільшенням концентрації кислоти, очевидно, за рахунок формування на поверхнях щільних пасиваційних шарів.

Мікрофотографії поверхонь та їхній елементний склад після контакту з (0,01–1,0) М водними розчинами ацетатної кислоти підтвердили високу тривкість сплавів даного складу в таких агресивних середовищах.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Ackland, K., Masood, A., Kulkarni, S., & Stamenov, P. (2018). Ultra-soft magnetic Co–Fe–B–Si–Nb amorphous alloys for high frequency power applications. *AIP Adv*, 8, 056129. DOI: 10.1063/1.5007707.
- Badawy, W., Al-Kharafi, F., & Al-Ajmi, J. (2000). Electrochemical behaviour of cobalt in aqueous solutions of different pH. *J. Appl. Electrochem*, 30, 693–704. DOI: 10.1023/A:1003893122201.
- Boichyshyn, L., Hertsyk, O., Lopachak, M., Kovbuz, M., Hula, T., & Pandyak, N. (2020). Electrochemical properties of ternary amorphous alloys based on iron and cobalt in alkali solutions. *Mat. Sci.*, 55(5), 703–709. DOI: 10.1007/s11003-020-00361-w.
- Burkov, A. A., & Chigrin, P. G. (2018). Effect of tungsten, molybdenum, nickel and cobalt on the corrosion and wear performance of Fe-based metallic glass coatings. *Surf. Coat. Technol*, 351, 68–77. DOI: 10.1016/j.

- surfcoat.2018.07.078.
- Hasegawa, R. (2004). Applications of amorphous magnetic alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 375–377, 90–97. DOI: 10.1016/j.msea.2003.10.258.
- Hertsyk, O. M., Hula, T. H., & Yezerska, O. A. (2023). Vplyv skladu amorfnykh splaviv na yikh koroziiu tryvkist u ahresyvnykh seredovyshchakh riznoi pryrody. *Fizyko-khimichna mekhanika materialiv*, 5, 32–38 (in Ukrainian).
- Hertsyk, O., Kovbuz, M., Temitska, R., Pandiak N., & Tashak, M. (2023). Koroziiina tryvkist kobaltovykh amorfnykh splaviv u rozchyni natrii khlorydu. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia khimichna*, 64, 325–335. DOI: 10.30970/vch.6401.331 (in Ukrainian).
- Liao, W.-B., Wu, Z. X., Lu, W., He, M., Wang, T., Guo, Z., & Huang, J. (2021). Microstructures and mechanical properties of CoCrFeNiMn high-entropy alloy coatings by detonation spraying. *Intermetallics*, 132, 107138. DOI: 10.1016/j.intermet.2021.107138.
- Lopachak, M., & Boichyshyb, L. (2023). Physico-chemical properties of amorphous cobalt-based alloys: a review. *Proc. Shevchenko Sci. Soc. Chem. Sci.*, LXXIII, 26–37. DOI: 10.37827/ntsh.chem.2023.73.026.
- Louzguine-Luzgin, D. V., Ketov, S. V., Trifonov, A. S., & Churymov, A. Yu. (2018). Surface structure and properties of metallic glasses. *J. Alloys Compd*, 742, 512–517. DOI: 10.1016/j.jallcom.2018.01.290.
- Nykyrui, Y., Mudry, S., Kulyk, Y., Prunitsa, V., & Borysiuk, A. (2023). Magnetic properties and nanocrystallization behavior of Co-based amorphous alloy. *Physics and Chemistry of Solid State*, 24(1), 106–113. DOI: 10.15330/pcss.24.1.106-113.
- Vasić, M. M., Žák, T., Pizúrová, N., Roupová, P., Minić, D. M., & Minić, D. M. (2018). Thermally induced microstructural transformations and anticorrosion properties of Co₇₀Fe₅Si₁₀B₁₅ amorphous alloy. *J. Non-Cryst. Solids*, 500, 326–335. DOI: 10.1016/j.jnoncrysol.2018.08.017.
- Zhao, J., Gao, Q., Wang, H., Shu, F., Zhao, H., He, W., & Yu, Z. (2019). Microstructure and mechanical properties of Co-based alloy coatings fabricated by laser cladding and plasma arc spray welding. *J. Alloys Compd*, 785, 846–854. DOI: 10.1016/j.jallcom.2019.01.056.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10123
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.236

Development technology of functional dairy product with phytochemicals

O. Tsisaryk, L. Musii[✉], I. Slyvka, I. Lutsyk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 22.02.2024
Received in revised form
25.03.2024
Accepted 26.03.2024

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-098-132-31-63
E-mail: musiylyuba@ukr.net

Tsisaryk, O., Musii, L., Slyvka, I., & Lutsyk, I. (2024). Development technology of functional dairy product with phytochemicals. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 156–163. doi: 10.32718/nvlvet-f10123

The development of enriched fermented milk products is an actual direction of the food industry at the present time. The aim of the work was to develop a technology, to investigate the properties and quality indicators of the dairy product using hawthorn fruits, grape seed oil (GSO) and lactulose syrup. Organoleptic, physicochemical and microbiological parameters of the dairy product were carried out in the laboratory of the Department of Technology of Milk and Dairy Products. Starter FD DVS ABY-3 (CHR Hansen, Denmark) containing in its composition *Lactobacillus acidophilus* La-5, BB-12, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* was used for the production of the dairy product. The qualitative indicators of functional components corresponded with regulatory legal acts: lactulose syrup – TU 9229-032-53757476-14; dry hawthorn fruits – TU 9185-055-14721358; grape seed oil – TU 9158-006-23199493-14. The dairy product was produced by the thermostatic method. GSO and lactulose syrup were added before pasteurization, and hawthorn extract before fermentation. The sequence of technological operations for the production of a functional fermented milk product: acceptance and assessment of the quality of the main and additional raw materials; normalization by mass fraction of fat to 2.5 %, adding of GSO and prebiotics; pasteurization of the mixture at a temperature of 90–95 °C with a holding time of 2–3 s, cooling to a temperature of 40 ± 2 °C; introduction of hawthorn fruit extract; introduction of leaven FD DVS ABY-3; packaging of the mixture; fermentation $t = 40 \pm 2$ °C during 5 hours; cooling the product to a temperature of 4 ± 2 °C; product storage. The finished product was analyzed for relevance to the requirements of the DSTU 4343:2004. “Yogurts. General technical conditions”. The titrated acidity was determined titrimetrically. Microbiological parameters of the product were studied according to DSTU IDF 117B:2003 “Yogurt. Determination of the number of characteristic microorganisms. The method of counting colonies at a temperature of 37 °C”. A comprehensive quality assessment was conducted and it was established that the functional product has higher organoleptic indicators and nutritional value; a greater number of lactic acid bacteria, which provides a high physiological value. Based on the research results, it is proposed to introduce functional ingredients for the technology of fermented milk products with functional properties: hawthorn fruits – 5.0 %, grape seed oil – 1 %, lactulose syrup – 0.5 %.

Key words: fermented milk product, phytochemicals, grape seed oil, hawthorn fruits, lactulose syrup, technology, organoleptic indicators.

Розроблення технології функціонального молочного продукту з фітокомпонентами

О. Й. Цісарик, Л. Я. Мусій[✉], І. М. Сливка, І. М. Луцик

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Розроблення функціональних молочних продуктів – актуальний напрямок розвитку харчової галузі на теперішній час. Метою роботи було розробити технологію, дослідити властивості та показники якості молочного продукту із використанням плодів глоду, олії виноградних кісточок (ОВК) та сиропу лактулози. Дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників молочного продукту проводилися у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів. Для виробництва

молочного продукту використовували заквашувальну культуру прямого внесення FD DVS ABY-3 (CHR Hansen, Данія), що містить у своєму складі *Lactobacillus acidophilus* La-5, BB-12, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. При прийманні функціональних компонентів оцінювали якісні показники, які відповідали вимогам, встановленим нормативними правовими актами: сироп лактулози – ТУ 9229-032-53757476-14; сухі плоди глоду – ТУ 9185-055-14721358; олія виноградних кісточок – ТУ 9158-006-23199493-14. Молочний продукт виготовляли термостатним способом. Для виготовлення функціонального продукту вносили ОБК та сироп лактулози перед пастеризацією, а екстракт глоду перед заквашуванням. Послідовність технологічних операцій виробництва функціонального кисломолочного продукту: приймання і оцінка якості основної і додаткової сировини; нормалізація за масовою часткою жиру до 2,5 %, внесення ОБК і пребіотику; пастеризація суміші при температурі 90–95 °C з витримкою 2–3 с, охолодження до температури 40 ± 2 °C; внесення екстракту плодів глоду; внесення закваски FD DVS ABY-3; фасування суміші; сквашування $t = 40 \pm 2$ °C, 5 год.; охолодження продукту до температури 4 ± 2 °C; зберігання продукту. Готовий продукт аналізували на відповідність вимогам діючого ДСТУ 4343:2004. “Йогурти. Загальні технічні умови”. Титровану кислотність визначали титрометрично. Мікробіологічні показники продукту досліджували згідно ДСТУ IDF 117B:2003 “Йогурт. Визначення кількості характерних мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 37 °C”. Проведено комплексну оцінку якості та встановлено, що функціональний продукт має більш високі органолептичні показники та харчову цінність; більшу кількість молочнокислих бактерій, що забезпечує високу фізіологічну цінність. На основі результатів досліджень запропоновано для технології кисломолочних продуктів з функціональними властивостями внесення функціональних інгредієнтів: плодів глоду – 5,0 %, олії виноградних кісточок – 1 %, сиропу лактулози – 0,5 %.

Ключові слова: кисломолочний продукт, фітокомпоненти, олія виноградних кісточок, плоди глоду, сироп лактулози, технологія, органолептичні показники.

Вступ

Харчування є одним з найважливіших факторів, що визначають здоров'я населення. Правильне харчування сприяє профілактиці захворювань, продовженню життя, підвищенню працездатності і створює умови для адекватної адаптації до навколишнього середовища (Hwalla et al., 2016; Simoes & Ramos, 2023; Reid, 2023; Morales et al., 2024).

На сьогоднішній день одним з основних напрямків реалізації державної політики у сфері здорового харчування є створення інноваційних технологій виробництва функціональних молочних продуктів з пробіотичними і пребіотичними властивостями, збагачених вітамінами та мінеральними речовинами (Sukhikh et al., 2019; Boiarineva et al., 2022; Kaur et al., 2022).

Вітчизняними вченими розробляються технології функціональних кисломолочних продуктів з рослинними компонентами, що підвищують харчову, біологічну та фізіологічну цінність продукту (Atallah et al., 2020; Ali et al., 2022). Як функціональні інгредієнти використовують: насіння гарбуза, льону, зелений чай, амарант, квасолю, нут, різні види борошна, глід, трав'янисті рослини, дикорослі рослини і т.д. (Rosa et al., 2021). Стрімко розвивається напрямок розроблення молочних продуктів з синбіотичними властивостями, що містять комплекс пробіотиків та пребіотиків, продуктів з фруктозою, лактулозою, олігофруктозою та іншими функціональними добавками (Thilagavathi, 2020; Dahiya & Nigam, 2022).

При виборі молочної основи перевага надається кисломолочним продуктам, за рахунок їх дієтичних та лікувальних властивостей, сформованих в результаті мікробіологічних та біохімічних процесів, що протікають при сквашуванні та визріванні молочного згустку (Zhang, 2023).

Кисломолочні продукти, що мають профілактичну дію, включають пробіотичні культури мікроорганізмів та пребіотичний фактор – лактулозу, що сприяє оптимізації складу кишкового мікробіоценозу, нормалізації обміну білків, жирів, вуглеводів, підвищенню імунного статусу, поліпшенню всмоктування в кишечнику вітамінів, макро- та мікроелементів (Parekh et al., 2016; Nooshkam et al., 2018).

Як функціональні компоненти для виробництва кисломолочного продукту нами були обрані плоди глоду, олія виноградних кісточок та пребіотик – сироп лактулози.

Сьогодні використання глоду в медицині обумовлено широким спектром його дії на організм людини. У плодах глоду міститься цілий комплекс вітамінів таких як А, С, К, Р, Е, D, вітамінів групи В, а також мікроелементи: цинк, мідь, калій, кобальт, молібден, хром, марганець, залізо, бор, алюміній, кальцій. Цілющі властивості плодів обумовлені високим вмістом у ньому органічних сполук: флавоноїдів, дубильних речовин, ефірів, глікозидів, антиоксидантів (ретинол, лікопін) (Nazhand et al., 2020). Плоди цієї рослини впливають на організм людини підвищуючи чи знижуючи артеріальний тиск залежно від індивідуальних особливостей організму, тому ця рослина буде ефективною як при гіпотонії, так і при гіпертонії (Alirezalu et al., 2020).

Інтерес до олії виноградних кісточок як функціонального харчового інгредієнту останнім часом збільшився завдяки високому вмісту в ній незамінних жирних кислот, в основному ω -6, антиоксидантів, жиророзчинних вітамінів та добрих органолептичних властивостей – приємному смаку і аромату (Al Juhaimi et al., 2017). Встановлено токсичну дію олії виноградних кісточок на деякі умовно-патогенні мікроорганізми, зокрема на *Staphylococcus aureus* та *Escherichia coli*. За рахунок ресвератролу, що міститься в олії виноградних кісточок, проявляється протимікробна активність, що включає індукцію окисного пошкодження бактеріальної мембрани, особливо *E. coli*, не зашкоджуючи клітинам самого організму (Martin et al., 2020; Fernandes et al., 2023).

Мета дослідження

Метою роботи було розробити рецептуру та технологію функціонального кисломолочного продукту, збагаченого фітокомпонентами та сиропом лактулози.

Для реалізації поставленої мети було визначено такі завдання:

– провести аналіз літературних джерел та обґрунтувати можливість використання плодів глоду, олії

виноградних кісточок та сиропу лактулози у технології кисломолочного продукту;

- визначити спосіб попередньої підготовки, дози та технологічного етапу внесення рослинних інгредієнтів, їх вплив на якісні показники кисломолочного продукту;

- розробити рецептуру; встановити раціональні технологічні режими та розробити технологію кисломолочного продукту з фітокомпонентами та пребіотиком;

- провести комплексну оцінку якості функціонального продукту.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників зразків кисломолочного продукту з фітокомпонентами та пребіотиком проводилися у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Сировину оцінювали за органолептичними, фізико-хімічними та мікробіологічними показниками. Відповідно до ДСТУ 3662-18 молоко коров'яче-сировина відповідало таким вимогам: консистенція – однорідна рідина без осаду та пластівців; смак та запах – чистий, без сторонніх запахів та присмаків; колір – білий; масова частка жиру – 3,6 %, білку – 2,8 %, титрована кислотність – 17 °Т, СЗМЗ – 8,2 %, група чистоти – II, густина – 1,028 г/см³, вміст соматичних клітин в 1 см³ – $2,7 \times 10^5$, КМАФАнМ – $0,3 \times 10^5$ КУО/см³.

При прийманні функціональних компонентів оцінювали якісні показники, які відповідали вимогам, встановленими нормативними правовими актами: сироп лактулози – ТУ 9229-032-53757476-14; сухі плоди глоду – ТУ 9185-055-14721358; олія виноградних кісточок – ТУ 9158-006-23199493-14.

Молоко після контролю якості очищали фільтруванням. Сепарували при температурі 37 ± 2 °С та охолоджували до температури 4 ± 2 °С. Молочну суміш нормалізували за масовою часткою жиру шляхом додавання знежиреного молока у розрахованій кількості. У молочну основу вносили олію виноградних кісточок та сироп лактулози. Пастеризували суміш при температурі 90–95 °С з витримкою 2–3 с, потім охолоджували до температури 40 ± 2 °С.

Для визначення дози внесення олії виноградних кісточок (ОВК) виготовляли контрольний зразок без ОВК та зразки із додаванням – 0,5, 1,0 і 1,5 % ОВК перед пастеризацією з подальшою ферментацією та оцінкою органолептичних властивостей отриманого продукту.

Для визначення оптимальних параметрів екстракції сухих плодів глоду методом мацерації (з перемішуванням) були виготовлені експериментальні зразки екстрактів. Сухі плоди глоду подрібнювали на ножовому млині, подрібнену рослинну сировину поміщали в попередньо прогріту сушильну шафу і заливали екстрагентом, як екстрагент використовували молоко (рН – 6,54, м.ч.ж. – 2,5 %). Для проведення експери-

ментів на початковому етапі досліджень були вибрано такі параметри процесу екстрагування:

- температура екстрагування: 50 ± 2 °С; 60 ± 2 °С; 70 ± 2 °С,

- тривалість екстрагування – 30 хв,

- співвідношення сировини та екстрагента 1:6.

Після внесення всіх складників ємність закривали кришкою, витримували в сушильній шафі за різних температур 30 хв, періодично перемішуючи; після закінчення отриману масу відтискали та фільтрували.

Для визначення дози внесення екстракту глоду у пастеризовану молочну суміш перед ферментацією вносили екстракт у кількості 1, 3, 5 і 7 % і закваску безпосереднього внесення FD DVS ABY-3 компанії “CHR Hansen” (Данія), що мала у своєму складі *Lactobacillus acidophilus* La-5, BB-12, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*. Суміш ретельно перемішували 5 хв. Заквашену суміш розфасовували у скляночки і направляли на сквашування. Сквашування проводили у термостатній камері за температури 40 ± 2 °С до утворення щільного згустку кислотністю 65–70 °Т. Сквашений функціональний продукт направляли у холодильну камеру для охолодження до температури 4 ± 2 °С, після чого визначали органолептичні показники.

Для виготовлення функціонального продукту вносили ОВК та сироп лактулози перед пастеризацією, а екстракт глоду перед заквашуванням, фітокомпоненти та пребіотик вносили у визначених оптимальних дозах. Готовий продукт аналізували на відповідність вимогам діючого ДСТУ 4343:2004 “Йогурти. Загальні технічні умови”.

Титровану кислотність визначали титриметрично. Мікробіологічні показники продукту досліджували згідно ДСТУ IDF 117B:2003 “Йогурт. Визначення кількості характерних мікроорганізмів. Метод підрахунку колоній за температури 37 °С”. Пробу об'ємом 1 мл змішували з 9 мл дистильованої води перемішували до отримання однорідної емульсії, з якої готували десятикратні розведення. Загальну кількість молочнокислих культур визначали паралельним посівом розведень зразків йогурту у чашки Петрі на середовище Лактобакагар з наступним інкубуванням у термостаті за температури (37 ± 1) °С протягом 3 днів в анаеробних умовах. Кількість дріжджів та пліснявих грибів визначали посівом на середовище Сабуро (ГОСТ 10444.12-88).

Результати та їх обговорення

Екстракція є найбільш прийнятним способом вилучення біологічно активних речовин з рослинної сировини з погляду економічності та раціональності, що забезпечує максимальний вихід біологічно активних речовин. З використанням молока як екстрагента за рахунок взаємодії пектину з казеїном та вільними іонами кальцію досягається висока динаміка екстрагування пектинових речовин, при цьому виділяється висока харчових волокон.

Аналізуючи результати отриманих екстрактів глоду за різних температур, встановлено, що оптималь-

ною температурою екстрагування була температура 60 ± 2 °С. Органолептичні показники отриманого екстракту наведено у [таблиці 1](#). Щодо дози екстракту, то встановлено, що оптимальною дозою за результатами органолептичних показників є доза 5 %.

Таблиця 1

Органолептичні показники екстракту

Найменування показників	Молочний екстракт
Зовнішній вигляд та консистенція	Однорідна консистенція
Смак і запах	Молочний смак та запах з приємним ароматом і солодкуватим присмаком плодів глоду
Колір	Кремовий, рівномірний по всій масі

Для встановлення оптимальної дози внесення ОВК у кисломолочний продукт у лабораторних умовах термостатним способом були виготовлені контрольний зразок кисломолочного продукту без додавання олії та кисломолочний продукт з додаванням ОВК (доза внесення – 0,5; 1,0; 1,5 %), проведено оцінку їх органолептичних показників. ОВК вносили в молочну суміш під час нормалізації перед пастеризацією. Органолептична характеристика кисломолочних продуктів з ОВК в різних дозах представлена в [таблиці 2](#). Результати свідчать, що внесення ОВК вплинули на зовнішній смак і запах дослідних зразків з дозою ОВК – 1,0 % та 1,5 %, так додавання олії 1,0 % надало продукту приємний виноградний присмак та аромат, збільшення дози привело до характерного негармонійного маслянистого смаку, який відчувався під час дегустації. Тому вважаємо, що доцільною дозою внесення ОВК у кисломолочний продукт, що сприятливо впливає на органолептичні показники, є 1 %.

Таблиця 2

Органолептичні показники кисломолочних продуктів

Кисломолочні продукти	Органолептичні показники		
	Зовнішній вигляд та консистенція	Смак та запах	Колір
Контрольний зразок	Щільна, однорідна консистенція з непорушеним згустком	Чистий, кисломолочний смак та запах	Молочно-білий, рівномірний по всій масі
Дослідний зразок №1 (ОВК – 0,5 %)	Щільна, однорідна консистенція з непорушеним згустком	Чистий, кисломолочний смак та запах з невираженим присмаком ОВК	Молочно-білий, рівномірний по всій масі
Дослідний зразок №2 (ОВК – 1,0 %)	Щільна, однорідна консистенція з непорушеним згустком	Чистий, кисломолочний смак та запах із приємним присмаком та ароматом, обумовлені доданням ОВК	Молочно-білий, з ледь зеленуватим відтінком, обумовлений доданням ОВК, рівномірний по всій масі
Дослідний зразок №3 (ОВК – 1,5 %)	Щільна, однорідна консистенція з непорушеним згустком	Чистий, кисломолочний смак та запах з характерним маслянистим смаком і запахом, обумовленим доданням ОВК	Молочно-білий, з ледь зеленуватим відтінком, обумовлений доданням ОВК, рівномірний по всій масі

Доза внесення сиропу лактулози визначена відповідно до механізму його фізіологічного впливу, так у малих дозах сироп лактулози проявляє пребіотичну активність, у великих дозах стимулює дефекацію. Пребіотична доза сиропу лактулози становить 0,5 % від маси продукту, враховуючи добову норму його споживання, така доза не викликає послаблюючого ефекту, але сприяє зростанню облігатної біомаси представників біоценозу. Сироп лактулози вносили в молочну суміш перед нормалізацією.

Таким чином, для виробництва функціонального кисломолочного продукту ОВК у кількості 1 % та сироп лактулози у кількості 0,5 % від маси нормалізованої суміші вносили перед пастеризацією, а екстракт глоду у кількості 5 % вносили перед заквашуванням.

При виробництві функціонального кисломолочного продукту особливе значення має ефективність кислотоутворення у присутності фітокомпонентів та сиропу лактулози. Для цього виготовляли традиційний кисломолочний продукт термостатним способом без функціональних компонентів та кисломолочний продукт з функціональними компонентами (олія виноградних кісточок – 1 %, сироп лактулози – 0,5 %, екстракт плодів глоду – 5 %).

Заквашування суміші здійснювали *FD DVS ABY-3*. Сквашування кисломолочних продуктів проводилося при температурі 40 ± 2 °С, з інтервалом 1 годину визначали титровану кислотність (рис. 1) та органолептичні показники. Згідно з ДСТУ, кислотність для кисломолочних продуктів повинна бути 80-120 °Т. Щоб уникнути погіршення консистенції продукту у процесі зберігання, забезпечити стабільний склад мікрофлори кисломолочного продукту, доцільно починати охолодження згустку за титрованої кислотності 65–70 °Т. Встановлено, що наростання кислотності у традиційному продукті відбувалося повільніше, процес ферментації у збагаченому продукті з додаванням фітокомпонентів та сиропу лактулози до утворення згустку та досягнення кислотності 65–70 °Т відбувається більш активно за 5 год., а в традиційному кисломолочному продукті – за 6 год. Отже, процес ферментації скорочується на 1 годину, що дозволить економити тепло- та енергоресурси підприємства.

Розраховано рецептуру функціонального кисломолочного продукту з масовою часткою жиру 2,5 %, яка представлена в [таблиці 3](#).

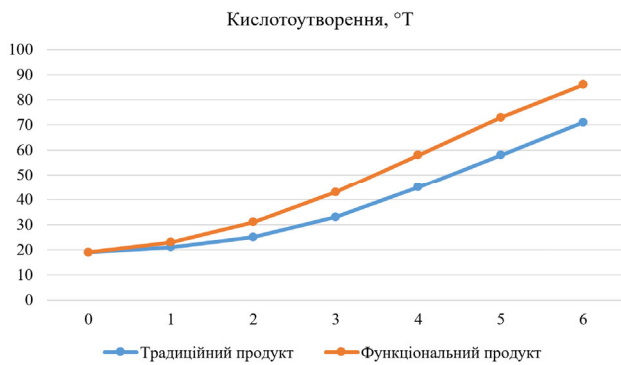


Рис. 1. Ефективність кислотоутворення традиційного та збагаченого продуктів

Послідовність технологічних операцій виробництва функціонального кисломолочного продукту термостатним способом: приймання і оцінка якості основної і додаткової сировини; нормалізація за м.ч.ж. до 2,5 %, внесення ОВК і пребіотика; пастеризація суміші при температурі 90–95 °С з витримкою 2–3 с, охолодження до температури 40 ± 2 °С; внесення екстракту плодів глоду; внесення закваски *FD DVS ABY-3*;

Таблиця 4
Органолептичні показники якості кисломолочних продуктів

Найменування показників	Традиційний продукт	Функціональний продукт
Зовнішній вигляд та консистенція	Консистенція однорідна, щільна з непорушеним згустком	Щільна, однорідна консистенція з непорушеним згустком
Смак і запах	Чистий, кисломолочний смак і запах	Чистий кисломолочний смак та запах з приємним горіховим ароматом та солодкуватим присмаком плодів глоду
Колір	Молочно-білий, рівномірний по всій масі	Кремний, рівномірний по всій масі, обумовлений доданими функціональними інгредієнтами

Внесення фітокомпонентів та пребіотика при виробництві надало кисломолочному продукту гармонійних органолептичних показників – чистого солодкуватого кисломолочного смаку та запаху з приємним горіховим відтінком.

Визначено харчову та енергетичну цінність кисломолочних продуктів, яка представлена у [таблиці 5](#). Аналіз даних показав, що збагачення кисломолочного

фасування суміші; сквашування при температурі 40 ± 2 °С, 5 год.; охолодження продукту до температури 4 ± 2 °С; зберігання продукту.

Таблиця 3
Рецептура функціонального кисломолочного продукту з фітокомпонентами (на 1000 кг суміші, без врахування втрат)

Найменування сировини	Витрати сировини, кг Продукт (м.ч.ж. 2,5 %)
Молоко коров'яче (м.ч. жиру 3,6 %)	645,0
Знежирене молоко (м.ч. жиру 0,05 %)	290,0
Екстракт плодів глоду	50,0
Олія виноградних кісточок	10,0
Сироп лактулози	5,0
Закваска <i>FD DVS ABY-3</i> , ум.од.акт.	100
Всього	1000

Було визначено органолептичні показники традиційного та збагаченого кисломолочних продуктів, які представлені в [таблиці 4](#).

продукту функціональними компонентами дещо підвищили харчову цінність розробленого продукту. Вищий вміст вуглеводів (4,2 г/100 г), у тому числі рослинних полісахаридів, сприятиме збільшенню кількості молочнокислих бактерій у функціональному продукті. Невисока енергетична цінність розробленого кисломолочного продукту свідчить, що продукт можна використовувати при дієтичному харчуванні.

Таблиця 5
Харчова та енергетична цінність кисломолочних продуктів (М ± m, n = 3)

Найменування показників	Традиційний продукт, г/100 г	Функціональний продукт, г/100 г
Масова частка жиру, г	2,5 ± 0,10	2,5 ± 0,13
Масова частка білка, г	2,8 ± 0,15	2,9 ± 0,16
Масова частка вуглеводів, г	4,0 ± 0,07	4,2 ± 0,10
Енергетична цінність, ккал	49,7 ± 0,11	52,3 ± 0,09

Досліджено мікробіологічні показники кисломолочних продуктів ([табл. 6](#)). Отримані результати показали, що у досліджуваних зразках кількість дріжджових та пліснявих клітин не перевищує значень регламентованих вимогами, що висуваються для цієї групи кисломолочних продуктів. Мікроорганізми, такі як бактерії групи кишкових паличок,

Staphylococcus aureus та бактерії роду *Salmonella*, *L. monocytogenes* у зразках кисломолочних продуктів не виявлені. Кількість молочнокислих мікроорганізмів у функціональному продукті на порядок перевищує значення традиційного кисломолочного продукту, що доводить про пробіотичні властивості продукту та про високу фізіологічну цінність.

Таблиця 6

Мікробіологічні показники кисломолочних продуктів

Найменування показника	Значення показника згідно ДСТУ	Традиційний продукт	Функціональний продукт
Молочнокислі мікроорганізми, КУО/см ³ (на кінець терміну зберігання)	1,0×10 ⁷	1,6×10 ⁷	2,1×10 ⁸
БГКП (коліформи)	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
<i>L. monocytogenes</i>	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Патогенні (в т.ч. бактерії роду <i>Salmonella</i>)	Не дозволено	Не виявлено	Не виявлено
Дріжджі, КУО/см ³	50	10	15
Плісєневі гриби, КУО/см ³	50	15	20

Традиційний та функціональний продукти витримували при температурі 4 ± 2 °C протягом 21 доби та контролювали зміну органолептичних, мікробіологічних показників та титрованої кислотності з інтервалом три доби. Дослідження починали з другої доби зберігання, тому що на першу добу продукти були на охолодженні. Результати представлені в таблиці 7 та рисунку 2.

Як видно з таблиці 7, при зберіганні кисломолочних продуктів спостерігали зміну як органолептичних, так і мікробіологічних показників. Представлена сенсорна характеристика досліджуваних зразків свідчить, що з другої доби по 14-ту функціональний продукт не змінював свої органолептичні показники,

спостерігалася стабільність та хороша збереженість, додавання фітокомпонентів надавало приємного для сприйняття смаку, запаху та кольору. На 11-ту добу традиційний продукт також мав добрі органолептичні показники, спостереження показали зниження показників традиційного продукту, погіршилися зовнішній вигляд та консистенція продукту, спостерігали відділення сироватки та появився кислий смак.

Збагачений продукт лише на 17-ту добу виявив тенденцію до зниження сенсорних показників, появився кислуватий присмак продукту, колір став кремовим із сіруватим відтінком і відокремилася невелика кількість сироватки.

Таблиця 7

Зміна органолептичних показників кисломолочних продуктів протягом зберігання

Термін зберігання, доби	Традиційний продукт	Функціональний продукт
2	Консистенція – щільна, однорідна	
5	з непорушеним згустком.	Консистенція – щільна, однорідна з непорушеним згустком.
8	Смак і запах – чистий, кисломолочний.	
11	Колір – молочно-білий, рівномірний по всій масі.	Смак і запах – чистий кисломолочний з приємним горіховим ароматом та солодкуватим присмаком плодів глоду.
14	Консистенція – неоднорідна консистенція з невеликою кількістю відокремленої сироватки. Смак та запах – кисломолочний, помірно кислий смак. Колір – білий із зеленуватим відтінком.	Колір – кремовий, рівномірний по всій масі.
17	Консистенція – неоднорідна зі значною кількістю відокремленої сироватки. Смак і запах – кислий, невластивий кисломолочному продукту. Колір – білий.	Консистенція – однорідна з непорушеним згустком, з невеликою кількістю сироватки, що відокремилася. Смак та запах – кисломолочний, з відтінком внесених компонентів, кислуватий присмак. Колір – кремовий.
21 доба	Консистенція – неоднорідна з великою кількістю відокремленої сироватки. Смак і запах – кислий, невластивий кисломолочному продукту смак, з легким присмаком гіркості. Колір – білий.	Консистенція – неоднорідна, зі значною кількістю відокремленої сироватки. Смак і запах – кислий, з відтінком внесених компонентів. Колір – кремовий.

При зберіганні збагачений продукт характеризувався вищим вмістом життєздатних клітин молочнокислих мікроорганізмів; так на другу добу їх вміст був $8,0 \times 10^8$ КУО/см³, а в традиційному продукті – $6,0 \times 10^7$ КУО/см³ (рис. 2).

Високий вміст молочнокислих мікроорганізмів у функціональному продукті спостерігали протягом 14 діб внаслідок симбіозу пробіотичних мікроорганізмів

та компоненту з вираженими пребіотичними властивостями – сиропу лактулози, що стимулює активний розвиток молочнокислих бактерій. На 21-шу добу зберігання кількість життєздатних молочнокислих мікроорганізмів у функціональному продукті знизилася до $4,0 \times 10^6$ КУО/см³. У традиційному продукті вміст молочнокислих мікроорганізмів знизилася до $1,0 \times 10^4$ КУО/г, що не відповідає вимогам.

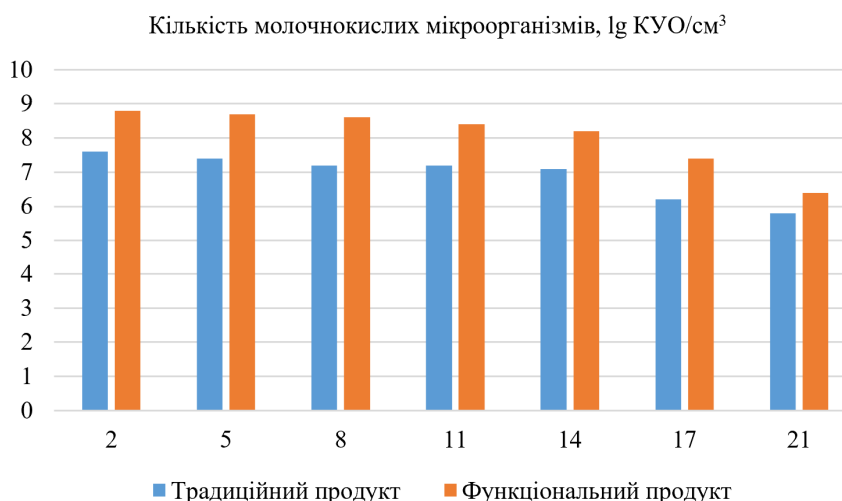


Рис. 2. Зміна кількості молочнокислих мікроорганізмів протягом зберігання

За весь період спостереження у традиційному та функціональному продуктах бактерії групи кишкової палички, патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели, лістерії та *S. aureus* не були виявлені, вміст дріжджів та плісняви не перевищував допустимі рівні технічних регламентів.

Таким чином, на підставі отриманих результатів досліджень органолептичних та мікробіологічних показників, тривалість зберігання функціонального продукту встановлена в межах 14 діб при температурі 4 ± 2 °C.

Висновки

Теоретично обґрунтовано та практично доведено можливість використання плодів глуду, олії виноградних кісточок і сиропу лактулози як функціональних інгредієнтів в технології кисломолочного продукту.

Розраховано рецептуру збагаченого продукту, встановлено раціональні технологічні режими та розроблена технологія кисломолочного продукту термостатним способом.

Встановлено технологічні етапи внесення: олію виноградних кісточок та сироп лактулози вносили в молочну суміш перед пастеризацією, екстракт плодів глуду – на етапі заквашування одночасно із закваскою. На основі результатів досліджень запропоновано внесення функціональних інгредієнтів: плодів глуду – 5,0%, олії виноградних кісточок – 1%, сиропу лактулози – 0,5% для надання кисломолочному продукту функціональних властивостей.

Тривалість зберігання функціонального продукту встановлена в межах 14 діб при температурі 4 ± 2 °C.

Проведено комплексну оцінку якості та встановлено, що функціональний продукт мав більш високі органолептичні показники та харчову цінність; більшу кількість молочнокислих бактерій, що забезпечує високу фізіологічну цінність.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Al Juhaimi, F., Geçgel, Ü., Gülcü, M., Hamurcu, M., & Özcan, M. M. (2017). Bioactive properties, fatty acid composition and mineral contents of grape seed and oils. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 38(1), 103–108. DOI: 10.21548/38-1-1042.
- Ali, A., Kamal, M., Rahman, H., Siddiqui, N., Haque, A., Saha, K. K., & Rahman, A. (2022). Functional dairy products as a source of bioactive peptides and probiotics: current trends and future perspectives. *J. Food Sci Technol.*, 59(4), 1263–1279. DOI: 10.1007/s13197-021-05091-8.
- Alirezalu, A., Ahmadi, N., Salehi, P., Sonboli, A., Alirezalu, K., Mousavi, A. K., Barba, F. J., Munekata, P. E. S., & Lorenzo, J. M. (2020). Physicochemical characterization, antioxidant activity, and phenolic compounds of hawthorn (*Crataegus* spp.) fruits species for potential use in food applications. *Foods*, 9(4), 436. DOI: 10.3390/foods9040436.
- Atallah, A. A., Osama, M. M., & Dalia, G. G. (2020). Characterization of functional low-fat yogurt enriched with whey protein concentrate, Caseinate and spirulina. *International Journal of Food Properties*, 23, 1678–1691. DOI: 10.1080/10942912.2020.1823409.
- Boiarineva, I. V., Zambalova, N. A., & Khamagaeva, I. S. (2022). Technological aspects of innovative milk-based bioproducts. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1, 012069. DOI: 10.1088/1755-1315/1052/1/012069.
- Dahiya, D., & Nigam, P. S. (2022). Probiotics, Prebiotics, Synbiotics, and Fermented Foods as Potential Biotics in Nutrition Improving Health via Microbiome-Gut-Brain Axis. *Fermentation*, 8(7), 303. DOI: 10.3390/fermentation8070303.
- Fernandes, C., Santana, L. F., dos Santos, J. R., Fernandes, D. S., & Hiane, P. A. (2023). Nutraceutical Potential of Grape (*Vitis vinifera* L.) Seed Oil in Oxidative Stress, Inflammation, Obesity and Metabolic Alterations. *Molecules*, 28(23), 7811. DOI: 10.3390/molecules28237811.
- Hwalla, N., El Labban, S., & Bahn, R. A. (2016). Nutrition security is an integral component of food security.

- Front. Life Sci, 9, 167–172. DOI: 10.1080/21553769.2016.1209133.
- Kaur, H., Kaur, G., & Ali, S. A. (2022). Dairy-Based Probiotic-Fermented Functional Foods: An Update on Their Health-Promoting Properties. *Fermentation*, 8(9), 425. DOI: 10.3390/fermentation8090425.
- Martin, M. E., Grao-Cruces, E., Millan-Linares, M. C., & Montserrat-de la Paz S. (2020). Grape (*Vitis vinifera* L.) Seed Oil: A Functional Food from the Winemaking Industry. *Foods*, 9(10), 1360. DOI: 10.3390/foods9101360.
- Morales, F., Montserrat-de la Paz, S., Leon, M. J., & Rivero-Pino, F. (2024). Effects of Malnutrition on the Immune System and Infection and the Role of Nutritional Strategies Regarding Improvements in Children's Health Status: A Literature Review. *Nutrients*, 16(1), 1. DOI: 10.3390/nu16010001.
- Nazhand, A., Lucarini, M., Durazzo, A., & Zaccardelli, M. (2020). Hawthorn (*Crataegus* spp.): An Updated Overview on Its Beneficial Properties. *Forests* 11(5), 564. DOI: 10.3390/f11050564.
- Nooshkam, M., Babazadeh, A., & Jooyandeh, H. (2018). Lactulose: Properties, techno-functional food applications, and food grade delivery system. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 23–34. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.07.028.
- Parekh, S. L., Balakrishnan, S., Hati, S., & Aparnathi, K. D. (2016). Lactulose: Significance in Milk and Milk Products. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 5(11), 721–732. DOI: 10.20546/ijcmas.2016.511.083.
- Rosa, M. C., Carmo, M. R. S., Balthazar, C. F., Guimaraes, J. T., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., Silva, M. C., Pimentel, T. C., & Cruz, A. G. (2021). Dairy products with prebiotics: An overview of the health benefits, technological and sensory properties. *International Dairy Journal*, 117, 105009. DOI: 10.1016/j.idairyj.2021.105009.
- Reid, K. S. (2023). Population-Level Nutritional Well-Being: Nutrition Security and Equitability. *Healthcare (Basel)*, 11(6), 817. DOI: 10.3390/healthcare11060817.
- Simoes, E. J., & Ramos, L. R. (2023). The Role of Healthy Diet and Lifestyle in Centenarians. *Nutrients*, 15(19), 4293. DOI: 10.3390/nu15194293.
- Sukhikh, S. A., Astakhova, L. A., Golubcova, Y. V., Lukin, A. A., Prosekova, E. A., Milent'eva, I. S., Kostina, N. G., & Rasshchepkin, A. N. (2019). Functional dairy products enriched with plant ingredients. *Foods and Raw Materials*, 7(2), 428–438. DOI: 10.21603/2308-4057-2019-2-428-438.
- Thilagavathi, T. (2020). Probiotics, Prebiotics, Synbiotics and its Health Benefits. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 9(11), 497–511. DOI: 10.20546/ijcmas.2020.911.061.
- Zhang, T., Geng, S., Cheng, T., Mao, Ke., Chitrakar, B., Gao, J., & Sang, Y. (2023). From the past to the future: Fermented milks and their health effects against human diseases. *Food Frontiers*, 4, 1747–1777. DOI: 10.1002/fft2.304.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10124
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.6:664.644

Enrichment of bakery products with non-traditional raw materials

S. M. Ovsienko✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 28.02.2024

Received in revised form

28.03.2024

Accepted 29.03.2024

Vinnitsia National Agrarian
University, Soniachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-097-349-98-97
E-mail: ovsienko@gmail.com

Ovsienko, S. M. (2024). Enrichment of bakery products with non-traditional raw materials. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 164–170. doi: 10.32718/nvlvet-f10124

Mass consumption products such as a bread and bakery products have insufficient nutritional value due to the low content of complete proteins, dietary fibers, vitamins and minerals. The analysis of the nutritional value of bakery products shows the expediency of balancing their chemical composition, increasing the biological value, eliminating the deficiency of individual components due to enrichment with biologically active ingredients. A promising direction of increasing the nutritional value of bakery products is the inclusion of non-traditional plants raw materials in the recipe, which allows to increase their nutritional value, improve organoleptic and physicochemical indicators. The subject of the study is to increase the nutritional value of bakery products by using various technological methods, introducing raw materials of natural origin, in particular, non-traditional raw materials of plant origin, which is a natural biocorrector with a high content of biologically active substances. The purpose of the work was to conduct an analysis of literary sources devoted to scientific research on the use of non-traditional raw materials in baking. Analytical methods of research were used in the formation of the article. The use of non-traditional raw materials of vegetable origin in the production of bakery products enriches them with certain nutrients, diversifies the taste properties, but can have different effects on the characteristics of the dough and the quality of baked products. The use of non-traditional plant raw materials in the technology of bakery products to enrich them with useful nutrients and create products with health-promoting properties is substantiated.

Key words: bread, vegetable raw materials, biologically active ingredients, quality.

Збагачення хлібобулочних виробів нетрадиційною сировиною

С. М. Овсієнко✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Продукти масового споживання, такі як хліб та хлібобулочні вироби, мають недостатню харчову цінність через низький вміст повноцінних білків, харчових волокон, вітамінів і мінералів. Аналіз харчової цінності хлібобулочних виробів показує доцільність збалансування їхнього хімічного складу, підвищення біологічної цінності, усунення дефіциту окремих складових за рахунок збагачення біологічно активними інгредієнтами. Перспективним напрямом підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів є включення до рецептур нетрадиційної рослинної сировини, що дозволяє підвищити їх харчову цінність, поліпшити органолептичні та фізико-хімічні показники. Предмет дослідження – підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів шляхом використання різних технологічних прийомів, внесення сировини натурального походження, зокрема нетрадиційної сировини рослинного походження, яка є природним біокоректором з високим вмістом біологічно активних речовин. Метою роботи було провести аналіз літературних джерел, присвячених науковим дослідженням з використанням у хлібопеченні нетрадиційної сировини. При формуванні статті використовувалися аналітичні методи досліджень. Використання нетрадиційної сировини рослинного походження у виробництві хлібобулочних виробів збагачує їх певними нутрієнтами, урізноманітнює смакові властивості, але може по-різному впливати на характеристики тіста та якість випечених виробів. Обґрунтовано використання нетрадиційної рослинної сировини у технології хлібобулочних виробів для збагачення їх корисними нутрієнтами і створення продукції з направленними оздоровчими властивостями.

Ключові слова: хліб, рослинна сировина, біологічно активні інгредієнти, якість.

Вступ

Хлібобулочні вироби входять до щоденного раціону харчування більшості населення світу. На сьогодні актуальним є виробництво хліба і булочних виробів функціонального призначення. Використання сировини рослинного походження дозволяє збагатити харчову цінність нових хлібобулочних виробів, поліпшити їх органолептичні та фізико-хімічні показники, збільшити терміни зберігання, розробити продукцію з поліпшеним хімічним складом і профілактичними властивостями (Dziundzia & Zvaholska, 2021; Horiainova et al., 2022).

Хліб та хлібобулочні вироби належать до основних харчових продуктів, середня добова норма споживання яких становить близько 300 г. Серед великого розмаїття харчових продуктів хлібобулочні вироби характеризуються повною відсутністю або ж мінімальним, порівняно з іншими продуктами, вмістом ароматизаторів, барвників, консервантів та ін. Саме безпека для організму людини і природна натуральність дає змогу обрати хлібобулочні вироби як основу для створення функціональних продуктів із наперед заданим хімічним складом та фізіологічними властивостями (Makhynko & Chernysh, 2014).

З метою поліпшення харчування науковці створюють нові технології харчових продуктів та покращують нутрієнтний склад традиційних хлібобулочних виробів. Тому під час виробництва борошняних виробів вирішуються проблемні питання щодо підвищення їхньої харчової цінності; використання сировини, яка володіє широким спектром технологічних властивостей, що дозволяють поліпшити органолептичні та структурно-механічні характеристики готових виробів; інтенсифікації технологічного процесу; тривалого терміну зберігання (Ovsienko & Naumenko, 2022).

Аналіз літературних даних, присвячених вивченню використання нетрадиційної сировини, характеризує її як перспективне джерело рослинних білків, біологічно активних ліпідів, харчових волокон і збалансованих мінеральних речовин, що свідчить про доцільність досліджень, спрямованих на вивчення можливості їх застосування в хлібопеченні (Naumenko & Ovsienko, 2021; Bernyk et al., 2022).

Використання сировини рослинного походження дозволяє розробити хлібобулочні вироби з поліпшеним хімічним складом і профілактичними властивостями, покращити їх органолептичні та фізико-хімічні показники.

Мета дослідження

Мета дослідження – аналіз літературних джерел, які присвячені науковим дослідженням використання нетрадиційної сировини з метою збагачення хлібобулочних виробів.

Матеріал і методи досліджень

При написанні статті використовували аналітичні методи досліджень.

Результати та їх обговорення

Пріоритетним завданням хлібопекарського виробництва є формування хлібобулочних виробів, збагачених біологічно активними інгредієнтами. Науковий та практичний досвід свідчить про те, що для вирішення поставленої мети доцільним є включення до рецептур хліба нетрадиційної сировини, яка є природним біокоректором з високим вмістом біологічно активних речовин.

Під нетрадиційною рослинною сировиною звичайно розуміють сировину, що не використовується в традиційних рецептурах і не призначена для цих цілей. Для борошняних виробів це зазвичай овочі, фрукти, плоди, ягоди і продукти їхньої переробки, а також відходи переробки зернових та інша рослинна сировина.

Під час створення збагачених хлібобулочних виробів обґрунтованим є науковий підхід, який полягає в застосуванні у технологічному процесі натуральних джерел фізіологічно-функціональних інгредієнтів. Відомо, що для створення хлібобулочних виробів підвищеної харчової та біологічної цінності перспективними є плодово-ягідні пасти, порошки, екстракти тощо. Серед такої сировини увагу привертають плоди шипшини та продукти її переробки (Samokhvalova, 2015).

Плоди шипшини та продукти їх переробки є природним джерелом вітамінів, мінеральних речовин, антиоксидантів, харчових волокон і справляють на організм людини потужну антиоксидантну, імуномодулюючу, протидіабетичну, гастропротекторну та іншу лікувальну й оздоровчу дію. Відповідно і порошок плодів шипшини багатий на есенціальні речовини, які необхідні для нормального функціонування організму людини (Chmykhalenko & Falendysh, 2023).

Samokhvalova O. V. et al. (2019) рекомендували застосовувати у технології хліба з пшеничного борошна порошок із плодів шипшини у кількості 5 % з метою поліпшення органолептичних і фізико-хімічних показників його якості. Запропоновано вносити під час замішування тіста сумісно порошки плодів шипшини та горобини у кількості 1–3 % від маси борошна, що не тільки сприяє підвищенню харчової цінності виробів, а й призводить до інтенсифікації мікробіологічних процесів дозрівання тіста, поліпшує фізико-хімічні та органолептичні показники якості хліба.

Встановлено, що додавання шроту плодів шипшини у кількості 2–6 % від загальної маси борошна приводить до інтенсифікації кислотонакопичення та газотворення у житньо-пшеничному тісті за рахунок активізації бродильної мікрофлори тіста за наявності поживних для неї речовин добавки. Встановлено, що за додавання шроту плодів шипшини поліпшуються показники пористості виробів на 10–13 %, питомого об'єму – на 10–30 %, формостійкості – на 9–33 %, а також стискуваності та кришкуватості м'якушки за рахунок інтенсифікації мікробіологічних процесів та поліпшення газо- та формоутримувальної здатності житньо-пшеничного тіста. За додавання 2–6 % шроту плодів шипшини хліб набуває темнішого кольору та шипшинового присмаку, прокрашується стан порис-

тості його м'якушки, проте за внесення максимальної кількості шроту (6 %) з'являється неприємний кислий смак (Oliinyk et al., 2019).

Lapytska N. et al. (2022) досліджували вплив олії плодів шипшини на показники якості житньо-пшеничного хліба, активність бродильної мікрофлори та формування структури тіста. Доведено доцільність використання олії плодів шипшини в кількості від 3 до 5 % для підвищення показників якості житньо-пшеничного хліба, виготовленого однофазним способом. Використання такої добавки дозволяє підвищити показники пористості, питомого об'єму та формостійкості готових виробів на 8,3–16,7 %, 15,0–30,0 % та 9,3–16,3 % відповідно. Доведено, що поліпшення якості хліба обумовлене активацією бродильної мікрофлори житньо-пшеничного тіста, а саме збільшенням активності молочнокислих бактерій та посиленням підйімальної сили дріжджів. Все це сприяє більш інтенсивному (на 11,9–20,0 %) кислотонакопиченню, що позитивно впливає на органолептичні показники якості житньо-пшеничного хліба та має позитивний вплив на газоутворення в тісті. Покращення якості готових виробів із олією плодів шипшини в наведеному діапазоні дозувань значною мірою пов'язані з укріпленням клейковини пшеничного борошна як одного зі структуроутворювачів житньо-пшеничного тіста.

До сировини, що має адаптогенну, тонізуючу, кровотворну та інші дії і Р-вітамінний комплекс, належать відходи виробництва соків і вин – вичавки (шкірки та насіння) з ягід калини, обліпихи, винограду, які щорічно накопичуються у великих кількостях при переробці. Відомо, що кісточки калини узяті на озброєння сучасною медициною. У серцеподібному насінні закладено велику кількість біологічно активних речовин. Кісточка є джерелом корисних для організму мінеральних речовин, вітамінів (у тому числі вітаміну К), а також цінних незамінних амінокислот.

Syza O. I. et al. (2017) дослідили вплив порошку з вичавок ягід калини (шкірка та насіння) на властивості тіста та якість пшеничного хліба. Вичавки збагачують вироби вітамінами, органічними кислотами, антиоксидантами. Наявність речовин з антиоксидантними властивостями зумовлює уповільнення окисних процесів, що відбуваються під час випікання та зберігання виробів – термін зберігання хліба збільшується у 1,7 раза. Збагачений порошок з вичавок калини хліб характеризується більшим об'ємом і кращою пористістю, запахом та смаком готових виробів не погіршується і відчувається приємний присмак ягід калини.

Використання порошку з вичавок ягід калини скорочує тривалість визрівання тіста на 25 % порівняно з безопарним способом без внесення добавок. Внесення порошку сприяє інтенсифікації мікробіологічних, колоїдних, фізико-хімічних процесів, які й забезпечують швидше дозрівання тіста.

Особливої уваги для вирішення проблеми дефіциту в борошняних напівфабрикатах вітамінів, мікро- та макроелементів заслуговує овочева сировина. Одним із перспективних напрямків наукових досліджень є використання в хлібопекарській справі перцю болгарського солодкого. Перець болгарський солодкий у

своєму складі має грубу клітковину, жири, білки, амінокислоти, вуглеводи, антиоксиданти, ефірні масла, вітаміни (бета-каротин, групи В, С, Е, РР, Н), солі калію і натрію, фтор, магній, залізо, хром, цинк, мідь, марганець, кобальт, йод і безліч інших мінеральних речовин, що дає змогу інтенсифікувати процес бродіння та скоротити технологічний процес виробництва хлібобулочних виробів. Вміст дефіцитних для борошняних напівфабрикатів вітамінів, мікро-, макроелементів дозволяє розглядати фітодобавку як перспективного збагачувача поживних середовищ для розвитку бродильної мікрофлори.

Savchenko O. M. et al. (2018) повідомляють, що внесення сухого подрібненого перцю болгарського призвело до збільшення кислотонакопичення зразків закваски в 1,5–2,0 раза відповідно до вмісту в ній болгарського перцю від 2 до 6 % до маси борошна. Добавка активізує молочнокисле бродіння та зменшує підйомну силу закваски з 40 до 20 хв. Внесення перцю болгарського сухого забезпечує тістовим заготовкам кращу пластичність, газоутримуючу здатність. У процесі дослідження кислотності тіста було помічено, що зі збільшенням вмісту добавки болгарського перцю сухого в зразках кислотність зростає порівняно з контрольним на 10–20 %. Саме наявність у перці великої кількості вітамінів, мікро- та макроелементів, необхідних для життєдіяльності молочнокислих бактерій, активує процес бродіння тіста та кислотонакопичення в ньому. Це дає змогу гальмувати дію α -амілази при випіканні хліба, скорочувати період утворення під її впливом низькомолекулярних декстринів, що запобігає підвищенню липкості м'якушки. Поліпшуються органолептичні й фізико-хімічні показники якості хлібобулочних виробів: колір і структура пористості м'якушки хліба, а також його смак і аромат. Крім того, добавка перцю знижує швидкість зміни крохмалю і білкової частини м'якушки при зберіганні, що зумовлює більший термін використання

Savchenko O. M. et al. (2018) вивчили технології виготовлення житньо-пшеничного хліба на заквасках із використанням базилику. Екстракт базилику містить велику кількість вітамінів, мікро- та макроелементів, які сприяють інтенсифікації молочнокислого бродіння, що здійснюється гетероферментативними молочнокислими бактеріями. Запропоновано додати базилик в тісто як поліпшувач. При замішуванні тіста замість частини борошна було внесено базилик у кількості 0,5 та 1,5 %. Отримані зразки житньо-пшеничного хліба з додаванням базилику характеризуються більш вираженим смаком та ароматом, мають кращу структуру пористості та фізико-хімічні властивості м'якушки. Вологість випеченого хліба збільшується зі збільшенням концентрації добавки. Найбільша вологість у зразку, що містить 1,5 % базилику. Збільшення кількості води у виробах знижує їх калорійність порційно підвищенню вологості. Кислотність досліджуваних зразків збільшується незначною мірою при додаванні поліпшувача. Пористість випечених зразків зі збільшення додавання базилику збільшується і перебуває в межах норми.

Перспективною нетрадиційною сировиною є гречана крупа та продукти її переробки, зокрема борош-

но. Особливо популярним в умовах поширення тенденцій здорового харчування стає борошно зеленої гречки, хоча борошно темної гречки характеризується більш вираженими смако-ароматичними властивостями.

Однією з переваг для використання у хлібопеченні борошна зеленої гречки є на 18,5 % більший вміст білка, ніж у пшеничному борошні, який добре засвоюється та зберігає в собі цінну амінокислотну базу. Крохмалю міститься на 21,8 % менше, ніж у пшеничному борошні. Харчових волокон у гречаному борошні, порівняно з пшеничним, більше на 60 %: вміст розчинної фракції (в тому числі, β -глюкани) близько 5–7 %, а кількість нерозчинної фракції – близько 3–4 % (Podolska et al., 2021).

У складі гречаного борошна міститься на 47,6 % більше вітаміну РР, на 60 % – вітаміну В₂, ніж у пшеничному борошні. Серед макроелементів значно більша кількість калію, магнію, фосфору, серед мікроелементів міститься на 60 % більше хрому, на 65–70 % – заліза, цинку, міді, ніж у пшеничному борошні (Mykhonik et al., 2023).

Дослідження (Hordiienko et al., 2012) показали, що внесення гречаного борошна підвищує кислотність тіста на 0,5–0,8 град. Хліб з доданням гречаного борошна має добрі органолептичні показники – приємний, характерний для гречки смак та аромат, гладку та випуклу скоринку. Хліб з доданням 40 % гречаного борошна має менш еластичну м'якушку, товстостінну нерівномірну пористість, на 10 % менший питомий об'єм. Отже, оптимальною кількістю гречаного борошна у разі сумісного використання його з 20 % СПК, слід вважати 20 % замість маси борошна.

В результаті досліджень (Bolkhovitina et al., 2021) запропоновано використовувати борошно зеленої гречки у технології хліба з пшеничного борошна вищого ґатунку для підвищення його харчової цінності. Борошно зеленої гречки вносили на стадії замішування тіста у кількості 10, 20 та 30 % від маси пшеничного борошна. Аналіз фізико-хімічних показників якості дослідних виробів показав, що кислотність готового хліба з добавкою вища на 7,2–21,4 %, що пояснюється вищою кислотністю гречаного борошна (5 град) порівняно з пшеничним. Вологість м'якушки перебуває майже на рівні контрольного зразка. Заміна частини пшеничного борошна безглютеновою сировиною спричиняє зниження показника пористості м'якушки на 2,7–6,0 % щодо контролю. Таким чином, використання борошна зеленої гречки дозволяє отримати вироби високої якості з максимальним ефектом при його дозуванні 10 та 15 % від маси пшеничного борошна. У готових виробах із зазначеними кількостями добавки збільшується вміст харчових волокон на 55,4 % та 98,4 порівняно з контрольним зразком, вітаміну РР на 52,3 і 76,2 %, В₁ – на 7,7 і 23,1 %, Е – на 17,4 і 31,5 відповідно. Суттєво підвищується вміст мікроелементів, таких як калій, магній, фосфор та залізо.

Одним із видів нетрадиційної сировини є крупа пшоно шліфоване – поживний і дієтичний продукт, що повністю відповідає вимогам здорового харчування. Воно вважається однією з найменш алергенних

круп'яних культур, що дуже легко засвоюється організмом, має загальнозміцнювальну дію і сприяє виведенню з організму антибіотиків, шкідливих речовин та токсинів. Висока харчова і споживна цінність пшоно обумовлює його виняткову роль у харчуванні людини (Dubinina et al., 2016).

Пшоно є джерелом ненасичених жирних кислот, рослинного білка, вітамінів групи В, каротиноїдів, фітостеролів та інших біологічно активних речовин. За вмістом білка (до 12 %) пшоно займає одне з перших місць серед інших круп, за цим показником воно перевершує перлову, ячну, рисову і кукурудзяну крупи. За кількістю і якістю білка пшоно не поступається пшеничним крупам. Вітамінів групи В у пшоні більше, ніж в зернах всіх інших злакових культур. Пшоно характеризується високим вмістом токоферолу та каротиноїдів, які відіграють важливу роль у процесах обміну в організмі людини.

Зазвичай пшоно використовують у вигляді борошна в суміші з іншими видами борошна у різних співвідношеннях і дозуваннях, проте у кількості не більше ніж 5–15 %.

Застосування рослинних добавок для поліпшення корисних властивостей хлібобулочних виробів – важливий напрямок подальшого розвитку харчових технологій. Для підвищення харчової цінності хлібобулочних виробів доцільне використання рослинної сировини, зокрема цикорію коренеплідного (*Cichorium intybus* L.).

Для підвищення якості, харчової цінності та надання хлібобулочним виробам пребіотичних і дієтичних властивостей застосовують продукти переробки цикорію коренеплідного – порошок цикорію, цикорій пастилоподібний, порошкоподібний та інстантний (Bondarenko et al., 2018). Цикорій та продукти його переробки є ефективним джерелом інуліну.

Продукти переробки коренеплідів цикорію містять унікальний набір есенціальних нутрієнтів – 60 % інуліну, білкові речовини, вуглеводи леулозу (10–20 %), фруктозу (4,5–9,5 %), пектин, жир, холін, глюкозид інтибіну (0,2 %), а також цикорієву, яблучну, лимонну й винні кислоти. За літературними даними, до складу цикорію входять 33 мінеральних елементів і вітаміни А, Е, В₆, В₂, В₁₂, РР.

Внесення продуктів із цикорію до складу хлібобулочних виробів позитивно впливає на процес приготування тіста, сприяє скороченню тривалості тістоутворення, підвищує стабільність і еластичність тіста, регулює абсорбцію води. У процесі якісного аналізу хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів, до складу яких входили інуліновмісні добавки, було відзначено позитивний вплив цього полісахариду на органолептичні властивості, вироби мали більш виражене забарвлення, добре розвинену тонкостінну пористість, довше зберігали свіжість і були менш схильні до мікробного псування (Buialska et al., 2018).

Результати досліджень (Bondarenko et al., 2019) показали ефективність використання інуліну для поліпшення якості готових виробів за дозування 5 % до маси борошна. Для більшого збагачення хлібобулочних виробів харчовими волокнами рекомендовано

використовувати дозування інуліну 10 % до маси борошна, але застосовувати при цьому технологічні заходи для поліпшення якості виробів. Авторами встановлено, що зменшення питомого об'єму виробів та підвищення пружних характеристик м'якучки є обмежувальними факторами застосування в рецептурі виробів інуліну в кількості більше ніж 10 % до маси борошна. При додаванні інуліну з цикорію зростають пружні властивості тіста, особливо у разі підвищення дозування інуліну понад 10 %. Підвищення дозування інуліну з цикорію до 15 % і більше поряд з підвищенням пружних характеристик знижує еластичність тіста, що призводить до значного погіршення об'єму виробів.

Смак та аромат виробів з інуліном були властиві пшеничному хлібу. Завдяки включенню в рецептуру пшеничного хліба інуліну виробу набувають пребіотичних властивостей, однак ефективність використання інуліну для покращення якості готових виробів можлива за дозування 5 % від маси борошна. Для більшого збагачення хлібобулочних виробів харчовими волокнами можна використовувати дозування інуліну 10 % від маси борошна, але застосовувати при цьому технологічні заходи для підвищення якості виробів.

Гарбуз та продукти його перероблення є перспективним компонентом для використання в технології хліба. Це один з тих видів рослинної сировини, що при достатньо великому вмісті пектинових речовин характеризується багатим вітамінним комплексом. Також в гарбузі містяться вітаміни групи В (В₁, В₂, В₅, В₆, РР), Е і С, які також справляють позитивну дію. Бета-каротину в гарбузі міститься в 5 разів більше, ніж у моркві. Бета-каротин зв'язує сполуки окисних реакцій і сприяє збереженню нуклеїнових кислот (ДНК) та біологічних мембран, підвищує опірність організму до респіраторних та інших інфекцій. Вітаміни групи В беруть участь у процесах розкладу харчових речовин та вивільнення з них енергії, у процесах синтезу амінокислот і обміні білків, жирів. Пектинові речовини, що виявлені в гарбузі у великій кількості, сприяють виведенню з організму токсичних речовин і холестерину. Вироби з гарбузового пюре містять в собі в 1,5 раза більше харчових волокон, в 1,6–2,3 раза калію, магнію, кальцію і в 1,2–1,6 рази каротиноїдів, більше вітамінів групи В та РР порівняно з хлібом, що не містить пюре.

В 100 грамах м'якоті гарбуза міститься до 25 % вуглеводів, до 2 % крохмалю, до 0,15 % жиру й до 0,95 % клітковини, яка відіграє важливу роль в процесі травлення. М'якоть гарбуза містить калій, магній, кальцій і залізо, у гарбузі міститься β-каротин. По масовій частці заліза (3 мкг%) гарбуз є чемпіоном серед овочів. Багатий він і вітамінами: аскорбіновою кислотою, нікотиновою кислотою, вітамінами В₁ і В₂ та солями фосфорної кислоти. У гарбузі міститься рідкісний вітамін Т, який допомагає засвоєнню їжі і запобігає ожирінню (Ivanishcheva & Pakhomskaya, 2021).

Гарбуз додають до хлібобулочних виробів у свіжому вигляді (м'якоть, сік), відвареному або консервованому – у вигляді пасти. Також гарбуз переробляють на борошно, яке має довший термін зберігання.

Гарбузові продукти використовуються через їх приємний смак, аромат і жовто-оранжевий колір, як доповнення до зернового борошна в хлібобулочних виробках, кондитерських виробках, таких як торти, печиво, кекси, бісквіти, для приготування супів, соусів, локшини швидкого приготування та спецій, а також як натуральний барвник у макаронних і борошняних сумішах.

Встановлено, що додавання 5–20 % борошна гарбузового в рецептуру хліба з борошна вищого гатунку достовірно знижує упікання хліба, його об'єм, питомий об'єм, відношення об'єму хліба до об'єму тіста, випуклість. Не змінюється маса хліба з 100 г суміші борошна пшеничного вищого гатунку з борошном гарбузовим. За показниками фізичних параметрів якості хліба оптимально замінити 5–10 % борошна пшеничного вищого сорту борошном гарбузовим. За такої рецептури хліба має такі показники: упікання становить 13,5 %, усихання – 5,2–5,3 %, об'єм хліба зі 100 г суміші борошна пшеничного та гарбузового – 324–340 см³, відношення об'єму хліба до об'єму тіста – 1,94–2,04 з випуклістю 0,48 (Hospodarenko et al., 2022).

Drobot V. et al. (2018) досліджували використання кунжутного борошна у виробництві пшеничного хліба. Цінність насіння кунжуту обумовлена вмістом його нутрієнтів та їх фізіологічними властивостями. Насіння кунжуту містить жири (44–58 %), білки (18–25 %), вуглеводи (13,5 %) і золу. До його складу входять такі вітаміни, як: бета-каротин, тіамін, рибофлавін, ніацин, піридоксин, α-і γ-токоферолі, а також холін та мінеральні сполуки кальцію, калію, фосфору, магнію, мангану, заліза, міді та селену.

За результатами досліджень було встановлено, що для розширення асортименту хлібобулочних виробів з оздоровчими властивостями доцільно використовувати у рецептурі пшеничного хліба кунжутне борошно в кількості до 10 % від маси борошна. Більше дозування кунжутного борошна зумовлює специфічний аромат та присмак готових виробів і значне зменшення його об'єму та пористості. Для отримання найкращої якості виробів у разі використання кунжутного борошна доцільно застосовувати спосіб тістопріготування на диспергованій фазі або опарний.

Досліджено використання порошків із виноградних вичавок і чорноплідної горобини, отриманих за криогенною технологією, з метою покращення органолептичних і фізико-хімічних показників дріжджових виробів та пісочного печива.

Аналіз хімічного складу порошків з виноградних вичавок і чорноплідної горобини, отриманих за криогенною технологією, показав, що в них максимально зберігаються в нативному вигляді всі біологічно активні речовини та вітамінні комплекси, у тому числі відповідальні за антиоксидантну активність.

Встановлено, що введення досліджуваних порошків справляє зміцнювальний ефект на клейковинний комплекс пшеничного борошна, що може бути використано при переробці борошна зі “слабкою” і “середньою” клейковиною з метою її зміцнення, збільшення газоутворюючої здатності борошна і сприяє більш інтенсивному накопиченню в тісті редуруючих цук-

рів. Доведено, що використання кріопорошків приводить до зміни якісних характеристик тіста: підвищується його пружність, час утворення і стійкість до замісу, знижується здатність тіста до розрідження, адгезія; збільшується частка міцно зв'язаної води в тісті, що сприяє підвищенню виходу виробів, зниженню упікання й усушки та уповільненню їх черствіння. Внесення добавок у дріжджове тісто приводить до підвищення підйомної сили дріжджів на 17,2–30,0 % і зниження осмочутливості пресованих дріжджів на 22,3–52,8 %, що може бути перспективним для виробництва дріжджових виробів з підвищеним вмістом здобы (Chuiko et al., 2014).

В дослідженнях (Horiainova et al., 2020) вивчалась можливість використання добавки шовковиці у борошнаних виробках. Плоди шовковиці багаті на вітаміни В₁, В₃, С, РР, каротин, флавоноїди, органічні кислоти (лимонна, бурштинова, яблучна), пектинові, дубильні, зольні речовини, вуглеводи, деякі макро- та мікроелементи.

Експериментальні дані підтверджують можливість використання порошку шовковиці в технології хлібобулочних виробів лікувально-профілактичного призначення. Встановлено, що добавка шовковиці в кількості 1,5 % від маси пшеничного борошна не погіршує його хлібопекарських властивостей.

Висновки

Використання нетрадиційної сировини рослинного походження у виробництві хлібобулочних виробів збагачує їх певними нутрієнтами, урізноманітнює смакові властивості, але може по-різному впливати на характеристики тіста та якість випечених виробів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

Bernyk, I. M., Novhorodska, N. V., Solomon, A. M., Ovsienko, S. M., & Bondar, M. M. (2022). Innovatsiini tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv: monohrafiia. Vinnytsia: Vydavets FOP Kushnir Yu. V. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/32594.pdf> (in Ukrainian).

Bolkhovitina, O. I., Zhyhyr, A. M., & Kamenyuka, L. A. (2021). Perspektyvy vykorystannia boroshna zelenoi hrechky u tekhnolohii khliba pshenynchoho. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Suchasna inzheneriia ahropromyslovykh i kharchovykh vyrobnytstv". Kharkiv: DBTU, 437–438. URL: <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/2693> (in Ukrainian).

Bondarenko, Y., Bilyk, O., Kochubei-Lytvynenko, O., Khalikova, E., & Fain, A. (2019). Investigation of influence of inulin made from cychoria on structural-mechanical properties of wheat dough. Technology audit and production reserves, 1/3(45), 35–38. DOI: 10.15587/2312-8372.2019.162674.

Bondarenko, Yu., Bilyk, O., Bondar, V., & Lukyanenko, K. (2018). Research on influence of inulin made from chicory on the quality of wheat bread. Technology audit and production reserves, 3(41), 50–54. DOI: 10.15587/2312-8372.2018.134979.

Buialska, N., Tkachenko, Yu., & Denysova, N. (2018). Vykorystannia produktiv pererobky tsykoriuu koreneplidnoho v tekhnolohii vyrobnytstva boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv. Tekhnichni nauky ta tekhnolohii, 2(12), 196–203. DOI: 10.25140/2411-5363-2018-2(12)-196-203 (in Ukrainian).

Chmykhalenko, A., & Falendysh, N. (2023). Vykorystannia poroshku z tsilnykh plodiv shypshyny pry vyrobnytstvi khliba iz pshenynchoho boroshna. Materialy I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Problemy i praktychni pidkhody vyrobnytstva ta rehuliuвання vykorystannia kharchovykh dobavok v krainakh Yevropeiskoho Soiuzu ta v Ukraini", 25 zhovtnia 2023. Kyiv: NUKhT, 130–131 (in Ukrainian).

Chuiko, A. M., Chuiko, M. M., Orlova, O. S., & Yeromenko, S. O. (2014). Doslidzhennia yakosti vyrobiv iz drizhdzhovoho tista i pisochnoho pechyya z vykorystanniam krioporoshkiv iz roslynnoi syrovyny. Skhidnoievropeyskyi zhurnalпередовykh tekhnolohii, 12(68), 133–137 (in Ukrainian).

Drobot, V., Bondarenko, Yu., Bilyk, O., & Hryshchenko, A. (2018). Vykorystannia kunzhutnoho boroshna u vyrobnytstvi pshenynchoho khliba. Prodovolchi resursy, 6(10), 101–110. DOI: 10.31073/foodresources2018-10-12 (in Ukrainian).

Dubinina, A. A., Lenert, S. O., & Popova, T. M. (2016). Vykorystannia pshona u vyrobnytstvi khliba ozdorovchoho pryznachennia. Kharchova nauka i tekhnolohiia, 10(4), 18–24. DOI: 10.15673/fst.v10i4.249 (in Ukrainian).

Dziundzia, O. V., & Zvaholska, K. M. (2021). Analiz netradytiinoi boroshnianoi syrovyny dlia vyrobnytstva khlibobulochnykh vyrobiv. Tavriiskyi naukovy visnyk, 1, 22–29. DOI: 10.32851/tnv-tech.2021.1.4 (in Ukrainian).

Hordiienko, T. V., Semenova, A. B., Mykhonik, L. A., & Drobot, V. I. (2012). Bilkovo-pshenynnyi khlib z hrechanyom boroshnom. Naukovi pratsi Odeskoi natsionalnoi akademii kharchovykh tekhnolohii, 42(1), 143–146. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2012_42%281%29_35 (in Ukrainian).

Horiainova, Yu. A., Simakova, O. O., Kuchma, A. Yu., & Moroz, V. O. (2020). Tekhnolohiia vyrobiv iz pshenynchoho boroshna likuvalno-profilaktychnoho pryznachennia iz vykorystanniam shovkovytsi. Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv, 2(41), 12–18. DOI: 10.33274/2079-4827-2020-41-2-12-18 (in Ukrainian).

Horiainova, Yu. A., Simakova, O. O., Yeris, Yu. V., Kukuruz, A. V., & Yakymchuk, O. O. (2022). Rozrobka tekhnolohii khlibu funktsionalnoho pryznachennia na osnovi kivi, topinamburu ta tsybuli-slyzuna. Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv, 2(45), 14–21. DOI: 10.33274/2079-4827-2022-45-2-14-21 (in Ukrainian).

Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., Zheliezna, V. V., & Novikov, V. V. (2022). Optymizatsiia tekhnolohii

- khliba z vykorystanniam boroshna harbuzovoho. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva, 1, 82–88. DOI: 10.31395/2310-0478-2022-1-82-88 (in Ukrainian).
- Ivanishcheva, O. A., & Pakhomska, O. V. (2021). Tendentsii formuvannia yakosti khlibobulochnykh vyrobiv funktsionalnoho pryznachennia. *Molodyi vchenyi*, 5(93), 159–163. DOI: 10.32839/2304-5809/2021-5-93-30 (in Ukrainian).
- Lapytska, N., Syza, O., Gorodyska, O., Savchenko, O., & Rebenok, E. (2022). The impact of rosehip oil on quality of rye-wheat bread. *BHT: Biota. Human. Technology*, 2, 106–117. DOI: 10.58407/bht.2.22.8 (in Ukrainian).
- Makhynko, V. M., & Chernysh, L. M. (2014). Vysokobilkovi dobavky v khlibopechenni. URL.: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/4222097f-67ef-4e05-be3f-5d8792a9d3e1/content> (in Ukrainian).
- Mykhonik, L. A., Kyrichok, T. O., Hetman, I. A., & Naumenko, O. V. (2023). Pokrashchennia yakosti pshenychno-zhytnoho khliba z vykorystanniam produktiv pererobky krupianykh kultur. *Naukovi pratsi NUKhT*, 29(5), 77–88. DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-5-8 (in Ukrainian).
- Naumenko, O. V., & Ovsienko, S. M. (2021). Vykorystannia biolohichno aktyvnykh rehovyn u khlibopechenni. *Prodovolchi resursy*, 9(17), 107–118. DOI: 10.31073/foodresources2021-17-11 (in Ukrainian).
- Oliinyk, S. H., Samokhvalova, O. V., & Lapytska, N. V. (2019). Vplyv shrotu plodiv shypshyny na protsesy dozrivannia ta yakist zhytno-pshenychnoho khliba. *Naukovi pratsi NUKhT*, 25(6), 249–258. DOI: 10.24263/2225-2924-2019-25-6-31 (in Ukrainian).
- Ovsienko, S. M., & Naumenko, O. V. (2022). Vykorystannia nekhlibopekarskykh vydiv boroshna u khlibopechenni. *Prodovolchi resursy*, 11(20), 99–110. DOI: 10.31073/foodresources2023-20-10 (in Ukrainian).
- Podolska, G., Gujska, E., Klepacka, J., & Aleksandrowicz, E. (2021). Bioactive Compounds in Different Buckwheat Species. *Plants*, 10(5), 961. DOI: 10.3390/plants10050961.
- Samokhvalova, O. V. (2015). Innovatsiini tekhnolohii khlibobulochnykh i kondyterskykh vyrobiv: kolekt. monohrafiia; za red. kand. tekhn. nauk, prof. O. V. Samokhvalovoi; Kharkiv: KhDUKKhT (in Ukrainian).
- Samokhvalova, O. V., Oliinyk, S. H., Lapytska, N. V. ta in. (2019). Vplyv shrotu plodiv shypshyny na tekhnolohichni vlastyvy pshenychnoho boroshna. Kompleksne zabezpechennia yakosti i tekhnolohichnykh protsesiv ta system (KZlaTPS – 2019): zb. materialiv dop. uchasn. IKh Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Chernihiv: ChNTU, 2, 51–57 (in Ukrainian).
- Savchenko, O. M., & Kalinichenko, Yu. V. (2019). Tekhnolohiia vyhotovlennia zhytno-pshenychnoho khliba na zakvaskakh iz vykorystanniam bazyliku. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, 4(18), 183–191. DOI: 10.25140/2411-5363-2018-4(14)-230-237 (in Ukrainian).
- Savchenko, O. M., Lemesh, M. V., Hunko, D. V., Syza, O. I., & Cheliabiieva, V. M. (2018). Tekhnolohiia vyhotovlennia zhytno-pshenychnoho khliba na zakvaskakh iz vykorystanniam pertsiiu bolharskoho sukhoho. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, 4(14), 230–237. DOI: 10.25140/2411-5363-2018-4(14)-230-237 (in Ukrainian).
- Syza, O. I., Savchenko, O. M., Zhurok, I. M., & Dorozhynska, M. V. (2017). Poroshok z vychavkiv yahid kalyny v tekhnolohii vyrobnytstva pshenychnoho khliba. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii*, 4(10), 176–188. DOI: 10.25140/2411-5363-2017-4(10)-176-188 (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10125
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.141.3:637.044

Study of the quality of lactose-free milk during storage

O. Hrebelnyk^{1✉}, L. Zahorui¹, H. Kalinina¹, Yu. Kulbachenko², A. Andriychuk¹, T. Mazur¹, A. Tsebro¹

¹Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

²Separated Structural Unit “Professional College of Technology and Economics of Bila Tserkva National Agrarian University”, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 01.03.2024

Received in revised form
02.04.2024

Accepted 03.04.2024

Bila Tserkva National Agrarian
University, pl. Soborna 8/1,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel.: +38-067-900-877-33
E-mail: grebelnikop@ukr.net

Separated Structural Unit
“Professional College of Technol-
ogy and Economics of Bila Tserkva
National Agrarian University”,
Yaroslav Mudry Str., 21/2,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.

Hrebelnyk, O., Zahorui, L., Kalinina, H., Kulbachenko, Yu., Andriychuk, A., Mazur, T., & Tsebro, A (2024). Study of the quality of lactose-free milk during storage. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 171–176. doi: 10.32718/nvlvet-f10125

New food trends have appeared in today's conditions, aimed at fast food establishments. Their assortment includes drinks that include drinking milk. In connection with many consumers with lactase deficiency, drinking lactose-free milk in beverages is proposed. This component is used in small quantities and periodically, provoking its storage in open packaging and the possible risks of reducing its quality. The work aimed to study the quality indicators of drinking lactose-free milk during storage in open packaging under different temperature conditions. For this purpose, lactose-free drinking milk of LLC “Organic Milk”, LLC “Milk Company “Halychyna”, PJSC “Yuriya”, LLC “Lustdorf” was studied. Drinking milk from LLC “Organic Milk” was chosen as the control. The organoleptic and physicochemical indicators of the studied samples in open packaging under storage conditions were investigated: 4 ± 2 °C (conditions of a household refrigerator) and 18 ± 2 °C. The analysis of the investigated milk samples revealed the compliance of their quality indicators with the regulatory documentation. A special feature of lactose-free types of milk is the sweet taste due to the presence of glucose and galactose in their composition. The analysis of sensory properties by the flavor method showed that no negative descriptors regarding color and consistency characteristics were found. There are insignificant values of negative characteristics according to taste descriptors. In the storage process under the first temperature regime, the studied samples of lactose-free milk had normalized organoleptic and physicochemical indicator values for 120 hours. A slight deterioration of the “outside” descriptor at the end of the storage period was detected (up to 0.11 for sample 3). When stored in conditions of 18 ± 2 °C, the normalized values of the quality indicators of the samples are kept for 48 hours, after which the latent phase of growth and development of microorganisms begins. This causes an increase in titrated acidity and a decrease in sensory properties. Significant changes in titrated acidity were detected for control and 1 sample after 48 hours of storage; for others – at the end of the storage period. An increase in the values of descriptors, “outside”: for control and samples 1 and 2 by 0.11; for sample 3 by 0.17. Thus, the researched types of lactose-free drinking milk have stable quality indicators during storage in open packaging at a temperature of 4 ± 2 °C.

Key words: actose-free drinking milk, organoleptic properties, flavor profile, descriptors, physicochemical properties, titrated acidity, storage.

Дослідження якості безлактозного молока за зберігання

О. П. Гребельник^{1✉}, Л. П. Загоруй¹, Г. П. Калініна¹, Ю. Л. Кульбаченко², А. В. Андрійчук¹,
Т. Г. Мазур¹, А. Д. Цебро¹

¹Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

²Відокремлений структурний підрозділ “Технологіко-економічний фаховий коледж Білоцерківського національного аграрного університету”, м. Біла Церква, Україна

В умовах сьогодення з'явилися нові тенденції харчування, спрямовані на заклади швидкого харчування. До їхнього асортименту належать напої, до складу яких входить молоко питне. У зв'язку зі значною кількістю споживачів з лактазною недостатністю пропонується використання у напоях питного безлактозного молока. Цей компонент застосовується у невеликій кількості і періодично, що провокує його зберігання у відкритому пакуванні та можливе виникнення ризиків зниження його якості. Метою роботи було дослідження якісних показників молока питного безлактозного впродовж зберігання у відкритому пакуванні за різних температурних умов. Для цього було досліджено молоко питне безлактозне ТОВ "Органік Мілк", ТОВ "Молочна компанія "Галичина", ПрАТ "Юрія", ТОВ "Люстдорф". За контроль було обрано молоко питне ТОВ "Органік Мілк". Було досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники досліджуваних зразків у відкритому пакуванні за режимів зберігання: $4 \pm 2^\circ\text{C}$ (умови побутового холодильника); $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Аналіз досліджуваних зразків молока виявив відповідність їх якісних показників нормативній документації. Особливістю безлактозних видів молока є солодкий смак, обумовлений наявністю у їхньому складі глюкози та галактози. Аналіз сенсорних властивостей методом флейвору показав, що за характеристиками кольору та консистенції значення негативних дескрипторів не виявлено. Наявні незначні значення негативних характеристик за смаковими дескрипторами. У процесі зберігання за першого температурного режиму досліджувані зразки безлактозного молока мали нормовані значення органолептичних та фізико-хімічних показників впродовж 120 годин. Виявлено незначне погіршення дескриптора "сторонній" на кінець терміну зберігання (до 0,11 для зразка 3). За зберігання в умовах $18 \pm 2^\circ\text{C}$ нормовані значення показників якості зразків зберігаються 48 годин, після чого розпочинається латентна фаза росту і розвитку мікроорганізмів. Це спричиняє підвищення титрованої кислотності та зниження сенсорних властивостей. Суттєві зміни титрованої кислотності виявляли для зразків контроль і 1 через 48 годин зберігання; для інших – на кінець терміну зберігання. Виявлено підвищення значень дескрипторів, "сторонній": для контролю та зразків 1 і 2 на 0,11; для зразка 3 на 0,17. Таким чином, досліджувані види питного безлактозного молока мають стабільні якісні показники впродовж зберігання у відкритому пакуванні за температурного режиму $4 \pm 2^\circ\text{C}$.

Ключові слова: питне белактозне молоко, органолептичні властивості, профіль флейвору, дескриптори, фізико-хімічні властивості, титрована кислотність, зберігання.

Вступ

Сьогодення формує нові тенденції, серед яких попит на швидкий відпочинок-перекус, фаст-фуд, напівфабрикати, які відповідають вимогам мобільності (Brytvienko & Bryhina, 2022). Обов'язковими в асортименті закладів швидкого харчування чи кафе є напої. Їх поділяють на гарячі та холодні. До холодних напоїв належать молоко питне; кисломолочні, молочні, фруктові-ягідні напої, коктейлі тощо (Shumylo, 2011). До гарячих зараховують чай, каву, какао, шоколад. Подібні напої мають тонізуючий характер завдяки наявності у їхньому складі алкалоїдів, дубильних речовин, вітамінів. Найчастіше серед гарячих напоїв обирають каву, яка найліпше смакує з молоком. Деякі гурмани додають його і в чай. Окрім того, молоко за своїм біологічним та фізико-хімічним значенням є цінною харчовою сировиною, що містить унікальний набір білків, жирів, вуглеводів, макро- та мікроелементів (Dyman et al., 2005; Guetouache et al., 2014; Thorning et al., 2016; Stukanova, 2021).

Наразі для поціновувачів кави існує широкий асортиментний ряд цих напоїв, у складі яких передбачено використання молока питного. До цього компоненту висувають підвищені вимоги щодо його якості, оскільки за приготування кави у кавомашинах білки молока можуть коагулювати і закупорити інжектор апарату.

Наразі існує велика кількість споживачів, що мають проблеми із засвоєнням молока. Їм притаманна лактозна недостатність, що характеризується неможливістю природного процесу ферментації лактози у людському організмі. Це відбувається внаслідок недостачі або взагалі відсутності ферменту лактози. Споживання молочних продуктів людьми з таким діагнозом супроводжується проблемами травної системи і больовими відчуттями (Suri et al., 2019; Moiseyeva et al., 2020; Bulgaru et al., 2021).

Є дані про те, що понад 70 % населення (найчастіше – вже в дорослому віці) у світі страждає від лактозної недостатності. Прослідковується різна закономірність поширення цього явища серед людства зале-

жно від територіального розташування. Для північно-американського континенту та Китаю статистика становить понад 90 % населення; для жителів Африки та Азії – на рівні 60–80 %. Для України та північної Європи ці показники нижчі. Цей факт певно обумовлений тим, що молочні продукти є традиційними у кухні даних територій (Ségurel & Bon, 2017).

Для вирішення цієї проблеми галуззю харчової промисловості пропонується виробництво безлактозних виробів зі зниженим вмістом або повною відсутністю молочного цукру у продукті. Подібні вироби характеризуються біологічною цінністю, аналогічною звичайним видам молочних продуктів, одночасно зі зменшеною калорійністю (Kos, 2019; Rizzo et al., 2020; Bulgaru et al., 2021).

Серед подібних виробів існує цілий спектр виробів питного молока зі зниженим або відсутнім вмістом лактози. Відомими виробниками в Україні є ТОВ "Органік Мілк", ТОВ "Молочна компанія "Галичина", ПрАТ "Юрія", ТОВ "Люстдорф", АТ "Молочний альянс", ДП "Лакталіс Україна".

Широкого застосування набуло безлактозне молоко, і не лише тому, що це обумовлено бажанням задовольнити потреби кавоманів з особливостями травлення, а також тому, що саме специфічний солодкуватий присмак самого молока надає каві без цукру особливого ледь помітного солодкого присмаку і більш вираженого аромату.

Саме тому заклади громадського харчування, ресторани, кав'ярні та кафе все частіше переходять на використання саме безлактозного молока без ризику нашкодити здоров'ю клієнтів. Характерною особливістю застосування цього компонента є те, що він у цих закладах використовується у невеликій кількості і періодично. Це провокує виникнення ризиків, пов'язаних зі зниженням якості молока за його зберігання у відкритому пакуванні. Тому доцільним і актуальним є дослідження якості питного безлактозного молока за зберігання у відкритому пакуванні.

Мета дослідження

Дослідження якісних показників молока питного безлактозного впродовж зберігання у відкритому пакуванні за різних температурних умов.

Матеріал і методи досліджень

Матеріалом дослідження було молоко питне безлактозне вітчизняних виробників ТОВ “Органік Мілк”, ТОВ “Молочна компанія “Галичина”, ПрАТ “Юрія”, ТОВ “Люстдорф”. За контроль було обрано традиційне молоко питне ТОВ “Органік Мілк”.

Досліджували органолептичні та фізико-хімічні властивості зразків в умовах періодичного використання та за різних температурних режимів зберігання у відкритому пакуванні.

Для цього було застосовано 2 режими зберігання:

- в умовах побутового холодильника за температури 4 ± 2 °C;
- за кімнатної температури.

Таблиця 1

Характеристика досліджуваних зразків

Назва продукту	Молоко органічне пастеризоване	Молоко органічне безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне
Назва показника					
Назва зразка	контроль	1	2	3	4
Торгова марка	OrganicMilk	OrganicMilk	Галичина	Волошкове поле	На здоров'я
Виробник	ТОВ “Органік Мілк”	ТОВ “Органік Мілк”	ТОВ “Галичина”	ПрАТ “Юрія”	ТОВ “Люстдорф”
Нормативна документація	ДСТУ 2661:2010	ТУ У 10.5-35757383-001	ТУ У 10.5-35757383-001:2019	ТУ У 10.5-00447853-009:2020	ТУ У 10.5-33548609-015:2012
Вміст жиру, %	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Вміст лактози, %	4,6	0	0,01	0,1	0,1
Пакування	ПЕТ	ПЕТ	Тетра Пак	Тетра Пак*	Тетра Пак
Строк зберігання в герметичному пакуванні, діб	10	10	90	90	90
після відкриття, годин	24	24	24	72	12

*у даній пакувальній одиниці відсутній гвинтовий отвір під кришку, що б давало можливість повторного закриття продукції

Майже всі види питного безлактозного молока відносяться до категорії “ультрапастеризоване”. Такий вид термічного оброблення забезпечує подовжений термін зберігання готових виробів.

Для фасування усіх видів напоїв застосовано паке-ти з комбінованого матеріалу з наявністю полімерних

Дослідження за другого режиму зберігання обумовлені тим, що молоко може перебувати певні проміжки часу за використання в умовах кімнатної температури. До того ж варто враховувати екстрені ситуації, пов’язані з проблемами енергопостачання.

Під час дослідження були використані такі методи (DSTU ISO 6564:2005; DSTU ISO 6658:2005; DSTU 4834:2007; DSTU 2661:2010):

- метод аналізу та синтезу – етап вивчення інформаційних джерел з тематики досліджень;
- методи лабораторних (органолептичних, фізико-хімічних) досліджень – етап визначення якісних та кількісних показників зразків молока;
- методи математично-статистичної обробки результатів досліджень.

Результати та їх обговорення

На першому етапі досліджень було зібрано і опрацьовано інформацію про обрані зразки питних видів молока, характеристику яких наведено у таблиці 1.

кришок, такі, що передбачають повторне закриття тари (за винятком зразка 3). Це створює додаткові умови для забезпечення збереженості продукту за його зберігання.

Органолептичні властивості досліджуваних зразків наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Органолептичні властивості досліджуваних питних видів молока

Назва продукту	Молоко органічне пастеризоване	Молоко органічне безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне
Назва показника					
Назва зразка	контроль	1	2	3	4
Консистенція			однорідна		
Смак	молочний, злегка солодкуватий присмак	молочний, нехарактерний солодкий	молочний, солодкий, гармонійний	молочний, солодкий, гармонійний	молочний, виражений солодкий
Аромат		чистий, молочний, аромат	пастеризації		
Колір	білий, легкий кремовий відтінок	білий з вираженим кремовим відтінком	білий з кремовим відтінком	білий з кремовим відтінком	сильно виражений кремовий

Показники загалом відповідали вимогам ДСТУ 2661:2010 “Молоко питне” (DSTU 2661:2010). Дані напої мали однорідну консистенцію, кремовий колір, характерний аромат пастеризації. Смак зразків безлактозного молока мав свої особливості. У напоях добре вираженим був солодкий смак.

Це обумовлено особливостями технології виробів, а саме процесами, що відбуваються за ферментативного гідролізу. Лактоза за своєю будовою є дисахаридом і за впливу лактази розщеплюється на глюкозу та галактозу. Ці вуглеводи мають вищий ступінь солодкості порівняно з молочним цукром. Їх солодкість становить 32 % для галактози, 74 % для глюкози, тимчасом як для лактози цей показник складає лише 16 %. Саме ця зміна вуглеводного складу молока забезпечує солодкий смак безлактозного питного молока.

Для більш повної характеристики органолептичних властивостей досліджуваних зразків було здійснено їх оцінку методом флейвору згідно з нормативною документацією (DSTU ISO 6564:2005; DSTU ISO 6658:2005).

У результаті досліджень було побудовано профіль флейвору виробів. Для цього виділено найбільш важливі і специфічні складові сенсорних показників – дескриптори. Оцінку їх інтенсивності здійснювали за 5-бальною шкалою: 0 – відсутність ознаки; 1 – тільки розпізнавання або поріг; 2 – слабка інтенсивність; 3 – помірна; 4 – сильна; 5 – дуже сильна.

Виділення дескрипторів здійснювали бінарно, тобто виокремлено і позитивні, і негативні якості виробів.

За результатами оцінювання побудовано графічні профілі флейвору, зображені на [рисунку 1](#).

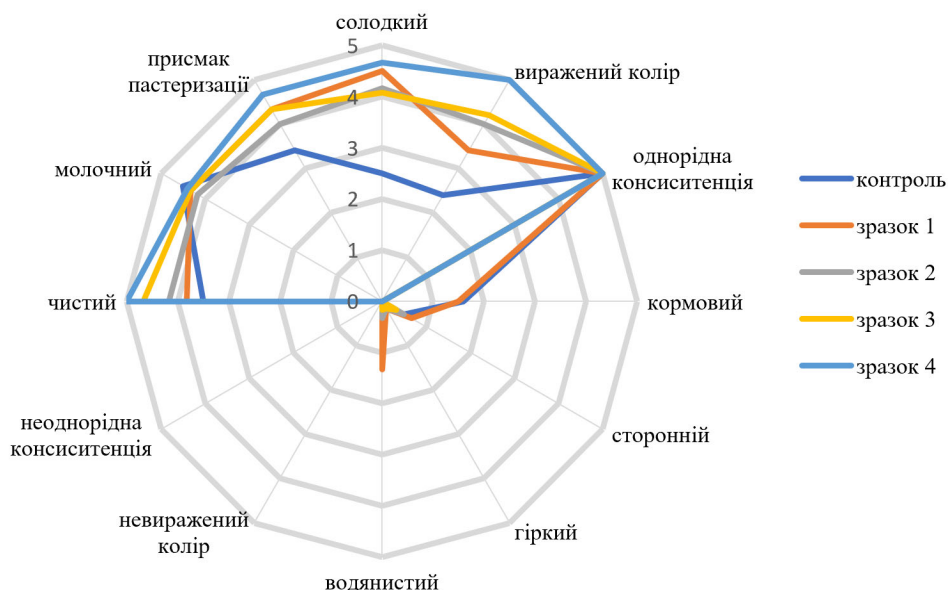


Рис. 1. Графічні профілі флейвору досліджуваних видів питного молока

За результатами досліджень було встановлено, що всі зразки молока мали найвищий бал за дескриптором “однорідна консистенція” та високі значення за дескриптором “виражений колір”. За характеристиками кольору та консистенції значення негативних дескрипторів не виявлено.

Наявність значень небажаних характеристик (гіркий, сторонній, водянистий тощо) виявлено за смаковими дескрипторами. Їх значення є незначними та не

мають визначального впливу на загальне враження від виробів.

Аналіз отриманих даних підтвердив відповідність досліджуваних зразків молока нормативним вимогам ДСТУ 2661:2010. Найвищу загальну оцінку мали сенсорні властивості зразків 3 та 4.

Фізико-хімічні показники досліджуваних зразків наведено у [таблиці 3](#).

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники питних видів безлактозного молока

Назва продукту Назва показника	Молоко органічне пастеризоване	Молоко органічне безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне	Молоко ультрапастеризоване безлактозне
Назва зразка	контроль	1	2	3	4
Вміст жиру, %	2,71	2,71	2,50	2,60	2,56
СЗМЗ, %	9,34	10,1	9,88	10,0	9,80
Густина, кг/м³	1029,4	1030,6	1029,8	1030,0	1030,4
Вміст доданої води, %	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Точка замерзання, °C	-0,616	-0,668	-0,654	-0,665	-0,648
Білок, %	3,01	3,30	3,21	3,27	3,18
Титрована кислотність, °T	19	18	20	19	18

Всі досліджувані види молока питного за фізико-хімічними показниками відповідали вимогам нормативної документації.

Виявлено підвищений вміст жиру та білка щодо зазначених у відповідних вимогах. Одночасно виявлено підвищені значення густини в усіх досліджуваних зразків. Отримані значення густини корелюють зі значеннями вмісту сухих речовин.

Таблиця 4

Динаміка зміни титрованої кислотності питних видів молока за зберігання

Термін зберігання, години	Молоко органічне		Молоко органічне безлактозне		Галичина молоко безлактозне		Волошкове поле молоко безлактозне		На здоров'я молоко безлактозне	
	1 режим	2 режим	1 режим	2 режим	1 режим	2 режим	1 режим	2 режим	1 режим	2 режим
Свіже		19		18		20		19		18
24 год	19	19	18	20	20	20	19	19	18	18
48 год	19	29	18	25	20	20	19	20	19	20
120 год	19	-	19	-	20	-	19	-	19	-

Виявлено, що у разі зберігання питних видів молока за першого режиму зміни титрованої кислотності не відбуваються. Її значення залишається на початковому рівні.

Контроль органолептичних властивостей так само не виявив змін у досліджуваних зразках.

Відтак аналіз сенсорних показників методом флейвору виявила незначне зростання дескриптора “сторонній” на кінець терміну зберігання. Більше зростання – на 0,11 бала виявлено для зразка 3. Це обумовлено особливостями упаковки виробу: відсутністю кришечки для повторного закривання.

Під час досліджень зразків за другого режиму зберігання встановлено зміну органолептичних показників та титрованої кислотності. Всі досліджувані види питного молока на кінець терміну зберігання мали видимі зміни консистенції: змінили стан з золю на гель, що обумовлено підвищенням титрованої кислотності.

Визначення смакових сенсорних показників проводили до значення титрованої кислотності 20 °Т. Виявлено підвищення значень дескрипторів, “сторонній”: для контролю та зразків 1 і 2 на 0,11; для зразка 3 на 0,17.

Суттєві зміни титрованої кислотності відмічали для зразків контроль і 1 через 48 годин зберігання; для інших зразків на кінець терміну зберігання.

Тривала незмінність упродовж 48 годин показників титрованої кислотності (що є непрямим показником бактеріальної забрудненості) обумовлена високотемпературним термічним режимом оброблення за виготовлення продукції.

Швидше підвищення титрованої кислотності у зразках “контроль” і 1 здебільшого обумовлено технологією отримання сировини для цих виробів. Дана продукція належить до категорії “органічна”, а за її отримання мінімізовано застосування антибактеріальних засобів: мийних, дипінгів, дезінфектантів, гербіцидів, пестицидів та інших факторів, що можуть інгібувати ріст і розвиток молочнокислої мікрофлори. Її залишкова кількість згідно з нормативною документацією становить не більше ніж $1 \cdot 10^5$ KYO (DSTU

На виробництво ультрапастеризованих видів молока відбирають молоко-сировину з підвищеною якістю, яка б витримувала проходження високотемпературного оброблення, що передбачено даною технологією (Skorchenko et al., 2005). Саме це обумовлює підвищені показники хімічного складу напоїв.

Під час зберігання молока виявлено зміни титрованої кислотності виробів, що наведені у таблиці 4.

4834:2007). Саме її розвиток (латентна фаза) спричиняє збільшення титрованої кислотності та погіршення органолептичних показників.

Висновки

Дослідження якісних показників питних видів безлактозного молока за зберігання виявили, що за зберігання в умовах побутового холодильника (4 ± 2 °C) напої мали нормовані органолептичні та фізико-хімічні показники упродовж 120 годин, що перевищує їх терміни зберігання.

Спостерігається незначне погіршення дескриптора “сторонній” на кінець терміну зберігання. Зростання цього значення – на 0,11 бала виявлено для зразка 3.

За температури 18 ± 2 °C нормовані значення показників якості зразків зберігаються 48 годин, після чого розпочинається латентна фаза росту і розвитку мікроорганізмів. Це спричиняє підвищення титрованої кислотності та зниження сенсорних властивостей. Суттєві зміни титрованої кислотності виявляли для зразків контроль і 1 через 48 годин зберігання; для інших – на кінець терміну зберігання. Виявлено підвищення значень дескрипторів, “сторонній”: для контролю та зразків 1 і 2 на 0,11; для зразка 3 на 0,17.

Таким чином, досліджувані види питного безлактозного молока мають стабільні якісні показники впродовж зберігання у відкритому пакуванні за температурного режиму 4 ± 2 °C.

Перспективою подальших досліджень є вивчення мікробіологічних показників питних видів безлактозного молока за зберігання.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Brytvienko, A. S., & Bryhina, S. I. (2022). Tendentsii restorannoho biznesu ukrainy v umovakh viiny. Materialy Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Svitovi dosiahnennia i suchas-

- ni tendentsii rozvytku turyzmu ta hotelno-restorannoho hospodarstva, 487–489. URL: https://tourlib.net/statyi_ukr/brytvenko.htm (in Ukrainian).
- Bulgaru, V., Popescu, L., & Siminiuc, R. (2021). Lactose intolerance and the importance of lactose-free dairy products in this condition. *Journal of Social Sciences*, 4(4), 119–133. DOI: 10.52326/jss.utm.2021.4(4).13.
- DSTU 2661:2010 (2011). Moloko koroviache pytne. Zahalni tekhnichni umovy. Kyiv: Derzh-spozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU 4834:2007 (2008). Moloko ta molochni produkty. Nastanovy z vidbyrannia prob: Natsionalnyi standart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU ISO 6564:2005 (2005). Doslidzhennia sensorne. Metodolohiia. Metody stvoriuvannia spektru fleivoru (ISO 6564:1985, IDT) Kyiv (in Ukrainian).
- DSTU ISO 6658:2005 (2005). Doslidzhennia sensorne. Metodolohiia. Zahalni nastanovy (ISO 6658:1985, IDT). Kyiv (in Ukrainian).
- Dyman, T. M., Baranovskyi, M. M., Kiva, M. S., Mazur, T. H., Zahorui, L. P., Dombrovska, Yu. O., & Bukalova, N. V. (2005). *Kharchuvannia liudyny. Bila Tserkva*. URL: <http://rep.btsau.edu.ua/handle/BNAU/1957> (in Ukrainian).
- Guetouache, M., Guessas, B., & Medjekal, S. (2014). Composition and nutritional value of raw milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*, 2(10), 115–122. DOI: 10.15739/ibspr.005.
- Kos, O. M. (2019). Bezlaktozni produkty – komponent zdorovoho sposobu zhyttia Problemy formuvannia zdorovoho sposobu zhyttia molodi: zbirnyk materialiv XII Vseukr. naukovo-prakt. konf, 3-5 zhovtnia 2019 r. ONAKhT. Odesa: FOP Bondarenko M. O., 194–195 (in Ukrainian).
- Moiseyeva, L., Romanchuk, I., Minorova, A., & Rudakova, T. (2020). Zakonomirnosti fermentatyvnoho hidrolizu laktozy u molochnyi syrovyni. [Regularities of enzymatic hydrolysis of lactose in raw milk]. *Prodovol'chi resursy*, 14. 165–174. DOI: 10.31073/foodresources2020-14-17 (in Ukrainian).
- Rizzo, P. V., Harwood, W. S., & Drake, M. A. (2020). Consumer desires and perceptions of lactose-free milk. *Journal of dairy science*, 103(8), 6950–6966. DOI: 10.3168/jds.2019-17940.
- Ségurel, L., & Bon, C. (2017). On the evolution of lactase persistence in humans. *Annual review of genomics and human genetics*, 18, 297–319. DOI: 10.1146/annurev-genom-091416-035340.
- Shumylo, H. I. (2011). Tekhnolohiia pryhotuvannia yizhi: navch. posibnyk.: rek. MON Ukrainy yak navch. posib. dlia studentiv navch. Zakladiv I-II rivniv akredytatsii. K.: Kondor (in Ukrainian).
- Skorchenko, T. A., Polishchuk, H. Ye., Hrek, O. V., & Kochubei, O. V. (2005). Tekhnolohiia nezbyranomolochnykh produktiv. Vinnytsia: Nova knyha (in Ukrainian).
- Stukanova, Ye. M. (2021). Pozhyvna tsinnist moloka pytneho. Rekomendovano do druku Vchenoiu radoiu Luhanskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu, rotokol № 03-03/10 vid 01.07. 2021 (in Ukrainian).
- Suri, S., Kumar, V., Prasad, R., Tanwar, B., Goyal, A., Kaur, S., ... & Singh, D. (2019). Considerations for development of lactose-free food. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, 15, 27–34. DOI: 10.1016/j.jnim.2018.11.003.
- Thorning, T. K., Raben, A., Tholstrup, T., Soedamah-Muthu, S. S., Givens, I., & Astrup, A. (2016). Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food & nutrition research*, 60(1), 32527. DOI: 10.3402/fnr.v60.32527.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10126
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 614.31:637.12/.3:612.015.1

Comparison of the effect of different rennet enzymes on the amino acid composition and sensory parameters of Lyubitelskyi cheese

O. Borshch, S. Narizhnyy, Y. Mashkin[✉], I. Osipenko

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 04.03.2024
Received in revised form
08.04.2024
Accepted 09.04.2024

Bila Tserkva National Agrarian
University, pl. Soborna 8/1,
Bila Tserkva, 09117, Ukraine.
Tel.: +38-098-659-26-84
E-mail: Aspirant.btj@gmail.com

Borshch, O., Narizhnyy, S., Mashkin, Y., & Osipenko, I. (2024). Comparison of the effect of different rennet enzymes on the amino acid composition and sensory parameters of Lyubitelskyi cheese. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 177–180. doi: 10.32718/nvlvet-f10126

Rennet cheeses occupy an important place in the diets of the population of Ukraine. Cheese technology depends on both the quality of raw materials and the quality of enzymes used to curdle milk. Therefore, the study of the influence of rennet enzymes, obtained by improved biotechnology, on the transformation of milk proteins into a finished product has scientific and practical significance. Based on the above, the aim of the work was to study the amino acid composition of Lyubitelskyi cheese using various rennet preparations. For setting up the experiment, II groups of milk samples ($n = 5$) were formed. Cow's milk for research was collected from clinically healthy cows during the calving period. In the first group of samples, rennet enzyme of microbial origin was used for milk curdling. In the II experimental group, an enzyme preparation was used, obtained by the method of extracting rennet enzymes according to the method of S. V. Merzlova. The content of amino acids in cheeses was determined by capillary electrophoresis. As a result of the experiment, it was found that the content of amino acids in Lover's cheese (lysine, methionine + cystine, tryptophan, valine, leucine, isoleucine, phenylalanine + tyrosine, proline, serine, alanine, glycine, histidine, arginine, aspartic acid and glutamine) probably did not differ according to the indicators of cheese obtained in central Ukraine. It was established that the use of rennet enzymes extracted according to the method of S. V. Merzlova is accompanied by an increase in the content of amino acids in the curd mass by an average of 5.6 %.

Key words: milk coagulation, casein, whey proteins, milk processing, smell, consistency, amino acids.

Introduction

An important task of modern biotechnology is the development of scientific bases and solutions for obtaining products with wide prospects for practical use. Such products include enzymes of animal origin, which are used in various branches of the national economy (Gurung et al., 2013). Rennet enzymes are used in the technology of rennet cheeses, which are highly nutritious protein products obtained from milk by curdling and processing. Renal enzymes are obtained by extraction from the stomach of dairy calves. The extract of rennet enzymes is purified by filtration, and then passed through a bacterial filter and stored under sterile conditions. The two active protein components of calf enzymes are chymosin and pepsin, the standard ratio of which is 4:1, respectively. The activity of rennet enzymes depends on the

factors of the technological conditions of their production (Tsisaryk, 2013).

Salted cheeses are popular in Ukraine, and their production occupies an important place in cheesemaking and belongs to the dynamically developing branches of the food industry. Cheese is a source of complete proteins, calcium, magnesium and vitamins. Cheeses contain all the main nutrients of milk with the exception of carbohydrates.

Lover's cheese is a high-calorie protein product, the nutritional value of which is determined by the presence of proteins, fats, peptides, essential amino acids, calcium salts, phosphorus, which are easily absorbed by the body. The cheese belongs to the group of soft rennet cheeses without ripening. Lover's cheese has a gentle, homogeneous consistency and a mild sour-milk taste. Eating cheese has a beneficial effect on the functioning of the body, in particular on the digestive system.

The main technological process in the production of rennet cheeses is the enzymatic coagulation of milk under the action of chymosin, resulting in the formation of a milk clot with a large proportion of casein and whey. In the body of animals, chymosin, similar to cheese-making technology, coagulates milk at the beginning of its digestion. Thus, the processing of milk in the process of cheese production corresponds to natural physiological processes.

Another function of enzymes in cheese production is participation in the biotransformation of milk components into compounds that form organoleptic indicators of the product.

Today, in connection with the shortage of rennet enzyme and its high cost, other enzymes similar in action to rennet are widely used: pepsin and microbial enzymes (Ardo et al., 2012). However, the use of enzymes of microbial origin can negatively affect the sensory parameters of cheeses. In addition, the demand for cheeses made with the use of natural rennet enzymes has been growing recently.

Coagulation of milk by rennet enzyme involves two irreversible processes. There are several theories of rennet coagulation. From the standpoint of the hydrolytic theory, the mechanism of rennet coagulation is explained as follows: under the action of introduced rennet enzyme, the polypeptide chains of κ -casein of the casein calcium phosphate complex between phenylalanine and methionine are hydrolyzed. As a result, κ -casein molecules disintegrate into hydrophobic para- κ -casein and hydrophilic glycomacropeptide. As a result, the micelles lose their negative charge, and the hydration shell is partially destroyed – the system loses its stability, resulting in the appearance of protein flakes (I stage - induction). The loss of protective colloid functions by κ -casein creates conditions for intensive coagulation with the participation of calcium ions in the structuring of paracasein (II stage). At this stage, a spatial network of the clot is formed, which later, after appropriate processing, is divided into two phases: solid (casein + fat) and liquid (milk sugar, proteins and milk salts dissolved in water) (Johnson, 2017).

Acid composition is an important indicator of dairy products and characterizes their biological value (Bilyi et al., 2021; Bily & Merzlov, 2022). The physiological value of such amino acids is diverse, for example, lysine helps to increase the level of hemoglobin in the blood and the body's assimilation of phosphorus, calcium, and iron (Merzlov, 2019). Also, lysine plays a vital role in muscle formation, maintaining bone strength, promotes recovery after injuries, regulates the synthesis of hormones, antibodies and enzymes, and can have an antiviral effect. Histidine participates in hematopoiesis and tissue regeneration, is part of myelin sheaths nerve cells. The body metabolizes histidine into histamine, which is critical for immunity, reproductive health, and digestion. Methionine and cysteine in the body of animals and humans are necessary for the formation of immune bodies, elasticity of skin and hair. Methionine promotes the assimilation of Selenium and Zinc, the removal of heavy metals (in particular, lead and mercury). Tryptophan is necessary for the proper growth of babies and is a precursor to serotonin and melatonin. Valine is necessary for mental activity,

muscle coordination and emotional calm. Phenylalanine helps the body use other amino acids, as well as proteins and enzymes. The body converts phenylalanine into tyrosine, which is necessary for specific brain functions. Isoleucine helps with wound healing, blood sugar regulation, and hormone synthesis. It is mainly present in muscle tissue and regulates energy levels. Older people are more prone to isoleucine deficiency than young people. Leucine affects the level of sugar in the blood, participates in the growth and restoration of muscles and bones (Bila & Merzlova, 2023). Violation of the balance of essential amino acids leads to the use of protein at the minimum level determined by the limited essential amino acid (Nelson & Cox, 2008). The quality of food products is determined by their chemical composition, physical properties, as well as nutritional and biological value. At the same time, the biological value is a leading indicator of quality, as it determines the degree of compliance of food products with optimal human needs according to physiological norms. The biological value of cheese lies not only in its protein content, but also in its quality. The most important indicator of protein quality is its amino acid composition (Tsisaryk, 2013). Whey can be considered as a biologically active liquid that contains valuable components for the human body: lactose, milk fats, proteins, minerals (calcium, magnesium, phosphorus, sodium), as well as immunoglobulins, lactoferrin and lactoperoxidase. The main milk protein – casein – consists of several fractions, of which only one – χ -casein – is hydrolyzed by chymosin. Numerous peptide bonds are subjected to hydrolysis at the same time, and χ -casein is split into both soluble and insoluble fractions. A glycoprotein with a carbohydrate content of up to 28% was identified as a hydrolysis product. The insoluble fraction, which is formed as a result of the hydrolysis of χ -casein by chymosin, is called para- χ -casein. Shallow hydrolysis of χ -casein by chymosin leads to the loss of its protective colloidal effect in milk, resulting in the separation of serum and the formation of a milk clot (Park, 2001; Kammerlehner, 2009; Ardo et al., 2012; Benamouzig & Tomé, 2013; Ozturk et al., 2015; Johnson, 2017; Vlasenko et al., 2018; Merzlov et al., 2019).

The purpose of the study

The purpose of the work is to establish the amino acid composition of cheese and its sensory analysis under the action of various enzyme preparations.

Materials and methods

Cow's milk for research met the requirements of DSTU 2661:2010. The amino acid composition of milk, whey, and cheese proteins was determined at the State Research Control Institute of Veterinary Medicines and Feed Additives (Lviv) by capillary electrophoresis using the Kapel-105/105M system (Ukraine). The system is equipped with a positive polarity high voltage source (internal diameter of the capillary 75 μ m, total length of the capillary 60 cm, effective length 50 cm), equipped with special software based on a personal computer.

The method of determining amino acids in milk is based on the decomposition of samples by acid hydrolysis

with their transition into free forms of phenylthiocarbamyl derivatives (FTK derivatives), their subsequent separation and quantitative determination. Detection was carried out in the UV region of the spectrum at a wavelength of 254 nm. For setting up the experiment, II groups of milk samples ($n = 5$) were formed. In the control group of samples, rennet enzyme of microbial origin was used for curdling milk. In the 1st experimental group of samples, an enzyme preparation from the rennet of dairy calves, extracted according to the method of Yu. Ya. Svyridenko, was used. In the II experimental group, an enzyme preparation was used, which was extracted from the rennet of dairy calves according to the method of S. V. Merzlova (Merzlov, 2019).

In the experimental groups, each sample was 2.0 dm³. The filtered milk was cooled to a temperature of 3.8 °C and kept for 12 hours. Pasteurization was carried out at a temperature of 62–64 °C with a holding time of 33 minutes. Pasteurized milk was normalized by mass fraction of fat. The rennet enzyme was added to the normalized milk heated to a temperature of 34°C while gently stirring it. The clot was cut into 10–15 mm cubes and left alone for 10–15 minutes, then gently mixed for 20–30 minutes to compact and dehydrate. Mixing was carried out using stops for 2–3 minutes.

The second heating of the curd mass was not used. After sufficient compaction, the cheese mass was moved to a forming table covered with gauze in two layers for self-pressing, which was carried out for 2 hours.

Research materials were processed by the method of variational statistics based on the calculation of the arithmetic mean, the root mean square error and the reliability of the difference between the compared indicators. The probability of the obtained results and the difference between the indicators were calculated according to the Student's t-test.

Results and discussion

Along with the organoleptic indicators of the obtained Lyubitel'skyi cheese, its output was studied using various enzymes. It was established that in experimental groups I and II, 252.2 ± 1.16 g and 257.7 ± 1.04 g of cheese were obtained from 2 dm³ of milk, respectively.

So, studies show that the use of enzymes obtained according to the method of S. V. Merzlov (II group of samples) contributes to the fact that the yield of the finished product increases by 3.7 %.

Examining the organoleptic indicators of Lyubitel'skyi cheese in both groups of samples, it was established that the taste was clean, sour-milk without extraneous odors. The consistency is uniform, brittle, not brittle. The pattern, color of the cheese grain, and appearance also corresponded to the current regulatory documents for Lyubitel'skyi cheese (Table 1).

Table 1
Sensory analysis of Lyubitel'skyi cheese

Indicator	Characteristics of the indicator
<i>I group of samples</i>	
Taste and smell	Clean sour milk tastes and smells, without extraneous
Consistence	Uniform, fragile, but not fragile
The color of the cheese dough	Weak yellow, homogeneous throughout the mass
Appearance	The surface is clean, with traces of a serration. There is no pickaxe. Slight deformation of the head
<i>II group of samples</i>	
Taste and smell	Pure sour milk, without extraneous tastes and smells
Consistence	Uniform, fragile, but not fragile
The color of the cheese dough	Weak yellow, homogeneous throughout the mass
Appearance	The surface is clean, with traces of a serration. There is no pickaxe. Slight deformation of the head

Table 2
Amino acid composition of Lyubitel'skyi cheese (% of the total amount) ($n = 5$, $P \geq 0.96$)

Amino acids	I group of samples	II group of samples
Lysine	4.98	5.07
Methionine + Cystine	3.21	3.44
Tryptophan	3.96	4.12
Valin	3.26	4.28
Leucine	8.94	9.12
Isoleucine	4.58	5.13
Phenylalanine + Tyrosine	9.42	10.12
Proline	8.98	9.16
Serin	4.79	5.03
Alanine	2.03	2.38
Glycine	2.36	2.40
Histidine	2.41	2.42
Arginine	2.95	3.0
Aspartic acid	5.75	5.78
Glutamin	15.91	16.0
Σ	83.53	87.35

For the use of rennet enzymes obtained by the method of S. V. Merzlov (II research group) established a more effective transfer of proteins, and accordingly, amino acids of milk into the curd mass, in comparison with options where an enzyme preparation of microbial origin was used. This can be explained by the fact that in the II research group, the enzymes are stabilized with increased activity and are more resistant to the effects of environmental factors. As a result, the hydrolysis of k-casein polypeptide chains and the breakdown of its molecules into hydrophobic and hydrophilic fractions is more effective. K-casein completely loses the function of a protective colloid and at the same time coagulation takes place to the maximum and cheese dust is formed to a lesser extent.

With the use of rennet enzymes in the II research group, the strength of the clot was the greatest, which also led to an increase in the content of amino acids in the cheese.

Conclusions

Rennet cheeses are concentrated protein dairy products, which are obtained by enzymatic coagulation of milk proteins with further processing of the curd and ripening of the cheese mass. Their quality is affected not only by the quality of the milk and compliance with the technological process, but also by the quality and origin of the rennet.

It has been experimentally proven that the use of different enzyme preparations does not have the same effect on the transformation of amino acids of milk into cheese. The use of rennet enzymes extracted according to the method of S. V. Merzlov is accompanied by an increase in the content of amino acids in cheese by an average of 5.6 %, and the yield of the finished product by 3.7 %.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

- Ardo, Y., Thange, B. V., & Madsen, J. S. (2012). Dynamics of freeamino acid composition in cheese ripening. *Australian Journal of Dairy Technology*; Melbourne, 57(2), 109–115. URL: <https://www.proquest.com/docview/347216589?sourcetype=Scholarly%20Journals>.
- Benamouzig, R., & Tomé, D. (2013). Postprandial Kinetics of Dietary Amino Acids Are the Main Determinant of Their Metabolism after Soy or Milk Protein Ingestion in Humans. *The Journal of Nutrition*, 133(5), 1308–1315. DOI: 10.1093/jn/133.5.1308.
- Bila, V., & Merzlova, H. (2023). The influence of antibiotics in milk on the action of sourdough using cheese technology. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences*, 25(98), 66–69. DOI: 10.32718/nvlvet-a9811.
- Bilyi, V. Yu., & Merzlov, S. V. (2022). The effect of various rennet enzymes on the technological and sensory parameters of cheese. *Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 1, 103–109. DOI: 10.31210/visnyk2022.01.13.
- Bilyi, V., Merzlov, S., Narizhnyy, S., Mashkin, Y., & Merzlova, G. (2021). Amino acid composition of whey and cottage cheese under various rennet enzymes. *Scientific Horizons*, 24(9), 19–25. DOI: 10.48077/sci-hor.24(9).2021.19-25.
- Borshch, O. O., Borshch, O. V., Kosior, L. T., Lastovska, I. A., & Pirova, L. V. (2019). The influence of crossbreeding on the protein composition, nutritional and energy value of cow milk. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 25(1), 117–123. DOI: 10.1016/j.jand.2016.09.025. ISSN 2212-2672.
- Chuang, C. K., Lin, S. P., Lee, H. C., Wang, T. J., Shih, Y. S., Huang, F. Y., & Yeung, C. Y. (2015). Free Amino Acids in Full-Term and Pre-Term Human Milk and Infant Formula. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 40(4), 496–500. DOI: 10.1097/01.MPG.0000150407.30058.47.
- DSTU 2661:2010. Drinking cow's milk [Valid from 2010-03-26] Kyiv: Derzhspozhivstandard of Ukraine, 2010. 17 p. (in Ukrainian).
- Gurung, N., Ray, S., Bose, S., & Rai, V. (2013). A broader view: microbial enzymes and their relevance in industries, medicine, and beyond. *Biomed Res Int*, 2013, 329121. DOI: 10.1155/2013/329121.
- Johnson, M. E. (2017). A 100-Year Review: Cheese production and quality. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 9952–9965. DOI: 10.3168/jds.2017-12979.
- Kammerlehner, J. (2009). *Cheese Technology*. Publishing House Josef Kammerlehner D – 85354 Freising (Germany), Translated by Alex Mixa.
- Melina, V., Craig, W., & Levin, S. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet.*, 116(12), 1970–1980. DOI: 10.1016/j.jand.2016.09.025.
- Merzlov, S. (2019). Patent Ukrainy 137448. Kyiv: Derzhavne patentne vidomstvo Ukrainy (in Ukrainian).
- Merzlov, S., Bilyi, V., & Rindin, A (2019). The effect of extractors on indicators of elimination of exposed enzymes. *Scientific Horizons*, 8(81), 77–81. DOI: 10.33249/2663-2144-2019-81-8-77-81.
- Nelson, D. L., & Cox, M. M. (2008). *Lehninger Principles of Biochemistry* (5th). W. H. Freeman, 72–81.
- Ozturk, M., Govindasamy-Lucey, S., Jaeggi, J. J., Johnson, M. E., & Lucey, J. A. (2015). Cheese during refrigerated storage. *Journal of Dairy Science*, 98, 6713–6726.
- Park, W. Y. (2001). Proteolysis and Lipolysis of Goat Milk Cheese. *Journal of Dairy Science*, 84(E. Suppl.), E84–E92. URL: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(01\)70202-0/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(01)70202-0/pdf).
- Tsisaryk, O. Y. (2013). Analysis of the microbiological composition of sheep's cheese. Materials of the All-Ukrainian scientific and technical conference “Current problems of the food industry”. m. Ternopil, 146–147.
- Vlasenko, I. H., Semko, T. V., & Hyrych, S. V. (2018). Innovatsii u vyrobnytstvi tverdykh syriv. Vinnytsia, RVV VTEI KNTEU (in Ukrainian).



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10127
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.144:67:613.98

Ice cream with berry and vegetable filler

I. M. Bernyk¹✉, I. A. Rudenko², N. V. Novgorodska¹, S. M. Ovsienko¹, A. R. Kolisnichenko¹, T. V. Didyk¹

¹Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

²LLC “THREE BEARS”, Berdychiv, Ukraine

Article info

Received 06.03.2024

Received in revised form

10.04.2024

Accepted 11.04.2024

Vinnitsia National Agrarian
University, Sonyachna Str., 3,
Vinnitsia, 21008, Ukraine.
Tel.: +38-097-513-30-73
E-mail: iryna_bernyk@ukr.net

LLC “THREE BEARS”,
Volodarskyi Str., 67,
Berdychiv, 13000, Ukraine.

Bernyk, I. M., Rudenko, I. A., Novgorodska, N. V., Ovsienko, S. M., Kolisnichenko, A. R., & Didyk, T. V. (2024). Ice cream with berry and vegetable filler. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 181–189. doi: 10.32718/nvlvet-f10127

The article examines the issue of expanding the assortment of dairy products with a combined composition of raw materials, using the raw resources of wild and cultivated berries, vegetables. Subject. Pumpkin, actinidia, berry-vegetable filling, ice-cream. Purpose. Development of science-based technology for ice cream enriched with filler of vegetable origin. Method. Standard, commonly used and modified methods of research of physico-chemical and organoleptic indicators of plant raw materials were used to fulfill the tasks. Results. Ukraine has significant untapped resource potential, including raw material and industrial bases, for obtaining functional ingredients and improving the composition of food products. Despite the existing developments and intensive research in this field, the very issue of using natural functional ingredients is extremely relevant. Approaches to the production of ice cream with berry-vegetable filling are substantiated. The technology for preparing actinidia berries and pumpkin puree has been developed. According to the results of organoleptic studies, the ratio of the constituent components in the composition of the filler was established. According to the proposed production technology and the researched ratio of constituent components, the berry-vegetable filler has increased antioxidant activity. The antioxidant activity is quite high, which is related to the content of vitamin C in actinidia berries. The expediency of using a berry-vegetable filler in the production of ice cream, which helps to improve the quality of the finished product, has been theoretically substantiated and experimentally confirmed. The recipe and technology of new types of ice cream are proposed, taking into account the technological properties of the added ingredients. Scope of results. The conducted research can serve as a basis for expanding the assortment of ice cream and obtaining high-quality products.

Key words: actinidia, pumpkin, whippedness, melting resistance, biological value, organoleptic properties, berry-vegetable filler, ice-cream.

Морозиво з ягідно-овочевим наповнювачем

I. М. Берник¹✉, І. А. Руденко², Н. В. Новгородська¹, С. М. Овсієнко¹, А. Р. Колісніченко¹, Т. В. Дідик¹

¹Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

²ТОВ “ТРИ ВЕДМЕДІ”, м. Бердичів, Україна

У статті досліджено питання розширення асортименту молочних продуктів з комбінованим складом сировини, за використання сировинних ресурсів дикорослих та культивованих ягід, овочів. Предмет: гарбуз, актинідія, наповнювач ягідно-овочевий, морозиво. Метою була розробка науково-обґрунтованої технології морозива збагаченого наповнювачем рослинного походження. Для виконання поставлених завдань використовували стандартні, загальноживані й модифіковані методи дослідження фізико-хімічних і органолептичних показників рослинної сировини. В Україні є значні невикористані ресурсні можливості, включаючи сировинну та промислову бази, для отримання функціональних інгредієнтів та покращення складу харчових продуктів. Незважаючи на наявні розробки та інтенсивні дослідження в цій галузі, саме питання використання природних функціональних інгредієнтів є надзвичайно актуальним. Обґрунтовано підходи до виробництва морозива з ягідно-овочевим наповнювачем. Розроблено технологію підготовки ягід актинідії та гарбузового пюре. За результатами органолептичних досліджень встановлено співвідношення

складових компонентів у складі наповнювача. Відповідно до запропонованої технології виробництва та дослідженого співвідношення складових компонентів, ягідно-овочевий наповнювач володіє підвищеною антиоксидантною активністю. Антиоксидантна активність має досить високий показник, що пов'язано з вмістом вітаміну С у ягодах актинідії. Теоретично обґрунтовано й експериментально підтверджено доцільність використання ягідно-овочевого наповнювача при виробництві морозива, що сприяє підвищенню якості готового продукту. Запропоновано рецептуру та технологію нових видів морозива з урахуванням технологічних властивостей внесених інгредієнтів. Сфера застосування результатів. Проведені дослідження можуть слугувати підґрунтям для розширення асортименту морозива та отримання продукції високої якості.

Ключові слова: актинідія, гарбуз, збитість, опір таненню, біологічна цінність, органолептичні властивості, ягідно-овочевий наповнювач, морозиво.

Вступ

Продукти харчування є найважливішим чинником зовнішнього середовища, які постачають організм людини пластичним матеріалом і енергією, що впливає на фізіологічну і розумову працездатність, визначає здоров'я людини і здатність до відтворення (Cherevko et al., 2017; Mienafova, 2019; Denysovets & Kvak, 2023). Продукти, що відповідають вимогам сьогодення, це продукти зі збалансованим складом, з низькою калорійністю, що містять інгредієнти (добавки): функціонального і лікувального призначення, продукти швидкого приготування (Raksha-Sliusareva, 2014; Solomon et al., 2021; Novhorodska et al., 2023). Як і раніше, основною вимогою залишається безпека харчових продуктів для здоров'я людини.

Сучасна концепція харчування населення має відповідати не тільки вимогам раціонального споживання їжі, а й враховувати комплекс спеціальних профілактичних заходів, які знижують негативний вплив довкілля та особливостей сучасного способу життя людей (Pivovarov et al., 2022; Bernyk et al., 2023).

При формуванні пріоритетів у галузі здорового і безпечного харчування слід виходити із таких принципів положень (Alongi & Anese, 2021; Simakhina & Naumenko, 2021; Bernyk et al., 2022):

- при виробництві харчових продуктів слід використовувати вітчизняну сировину, компоненти та різноманітні дієтичні добавки, які є безпечними для здоров'я людини;

- продукти, які споживаються населенням, не мають завдавати шкоди здоров'ю;

- кожен продукт повинен не тільки задовольняти фізіологічні потреби людського організму в життєво необхідних речовинах, а й виконувати профілактичні та лікувальні функції, включаючи виведення із організму шкідливих речовин.

Комбіновані продукти харчування – це біологічно цінні продукти, вироблені за використання комбінування основної сировини і різних добавок.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. Активно ведуться роботи зі створення комбінованих молочних продуктів за використання рослинної сировини, яку можна розділити на декілька основних груп: плодово-ягідна і овочева сировина, дикоросла сировина (папороть, шипшина, калина, глід, гриби, лікарські трави) і зернові культури (Pavlyuk et al., 2011; Savchenko et al., 2017; Bernyk & Novhorodska, 2022; Ovsienko et al., 2023). Зазвичай рівень заміни основної сировини в таких продуктах становить від 5 % до 30 % (Cherevko et al., 2017; Novhorodska & Bernyk, 2022). При ство-

ренні комбінованих харчових продуктів керуються такими принципами: безпечність нових джерел сировини для людини, збереження традиційних органолептичних характеристик продуктів, збалансованість продуктів за основними нутрієнтами для забезпечення високої харчової та біологічної цінності.

Заморожений десерт (морозиво) – це солодкий збитий заморожений продукт, який виробляють за спеціальними рецептурами сумішей, що містять у визначених співвідношеннях складові частини молока та молочних продуктів, плодово-овочеву сировину, сахарозу, стабілізатори, у деяких рецептурах – яєчні продукти, смакові й ароматні речовини (Tupova tekhnolohichna..., 2007; Bartkovskiy et al., 2010; Sukhenko et al., 2019). Воно є одним із найулюбленіших продуктів населення, особливо дітей. Це пояснюється не тільки його високими смаковими якостями, а й великою харчовою і біологічною цінністю.

Щорічно збільшується асортимент та кількість заготованого морозива на споживчому ринку України (Vezhlytseva & Riaba, 2019; Trubnikova, 2019; Kozachenko, 2023). Поліпшується його якість, враховуються потреби споживачів у випуску нових видів спеціального призначення. Тому роботи, спрямовані на підвищення споживних властивостей та формування якості та асортименту харчових продуктів із заданим складом і комплексом біологічно-активних добавок, є актуальним завданням. Це особливо важливо для продуктів, що є традиційними для споживачів і використовуються майже щоденно у харчуванні переважної кількості населення України.

Для підвищення біологічної цінності та розширення асортименту морозива використовують натуральні плоди, ягоди та овочі у свіжому та замороженому вигляді, протерті або подрібнені, у вигляді пюре, соків, сиропів, екстрактів, варення, джемів, повидла та ін. (Pavlyuk et al., 2018; Sapiga et al., 2019; Breus et al., 2019; Slyvka et al., 2021; Bilyk et al., 2021).

Мета дослідження

Метою даної роботи є розробка науково обґрунтованої технології морозива, збагаченого наповнювачем рослинного походження.

Матеріал і методи досліджень

Об'єкт дослідження – рецептура та технологія ягідно-овочевого наповнювача. Предмет дослідження – гарбуз, актинідія, наповнювач ягідно-овочевий, морозиво.

Для виконання поставлених завдань використовували стандартні, загальноживані й модифіковані методи дослідження фізико-хімічних і органолептичних показників рослинної сировини та молочної галузі (Bernyk et al., 2020).

Результати та їх обговорення

Україна має значні запаси сировинних ресурсів дикорослих та культивованих ягід, які здебільшого йдуть на експорт та не мають широкого використання.

У роботі відповідно до мети проведено дослідження створення ягідно-овочевого міксу як наповнювача до морозива та загалом створення продукту для здорового харчування з підвищеним вмістом харчових волокон, що сприяє поліпшенню харчового статусу населення і ліквідації мікронутрієнтного дефіциту.

Відповідно до літературного пошуку запропоновано як сировину ягоди актинідії та гарбуза.

Рід *Actinidia* належить до родини актинідієвих, що об'єднує понад 30 видів. Рослини являють собою великі багаторічні витки ліани або кущі. Актинідії поширені в субтропічних, тропічних і частково помірних широтах Східної Азії: Китаї, Японії, Кореї. В Україні сорти різних видів актинідії є малопоширеними в садівництві, однак за останні роки спостерігається позитивна тенденція зацікавленості цією культурою у садово-парковому господарстві як садівниками-аматорами, так і господарствами. Ягоди актинідії мають високі смакові якості значної харчової та лікувальної цінності (табл. 1).

До складу плодів актинідії входять вуглеводи, органічні кислоти, пектинові та дубильні речовини, вітаміни, макро- та мікроелементи, які конче необхідні для нормальної життєдіяльності людського організму (табл. 2). Калорійність: 47 кКал.

Таблиця 1

Органолептичні показники ягід актинідії

Показники	Характеристика
Зовнішній вигляд	плоди великі, подовжено-циліндричної форми, близько 3 см завдовжки, середньою масою від 12–14 г до 20 г
Смак і запах	гармонійний кисло-солодкий смак з присмним ароматом. На смак нагадують ківі з нотками екзотичних фруктів, агрусу
Консистенція	пружна
Колір	колір зелений та червоний рум'янець

Таблиця 2

Фізико-хімічні показники актинідії Київської гібридної

Показник	Значення	Показник	Значення
Білки, кКал	3	Сухих речовин, %	16,5
Жири, кКал	36	Титрованих кислот, %	0,91
Вуглеводи, кКал	32	Загальних цукрів, %	8,47
Енергетичне співвідношення (б/ж/в), %:	7 : 77% : 69	Каротиноїдів, %	0,47
		Вітаміну С, мг%	63,65

Ягоди актинідії вирізняються багатим вмістом мінеральних речовин, які забезпечують нормальне проходження обмінних і ферментативних процесів в людському організмі. До складу ягід актинідії входять такі життєво важливі елементи, як калій, що регулює кислотно-лужову рівновагу крові та стимулює серцеві скорочення; кальцій, що становить основу кісткової тканини; сірка, яка входить до складу сірковмісних амінокислот, деяких гормонів і вітамінів; хлор, який бере участь в утворенні шлункового соку, формуванні плазми; залізо, яке входить до складу гемоглобіну. Особливо значну кількість ягоди актинідії накопичують заліза, кальцію та калію.

Крім названих мінеральних речовин, до складу ягід актинідії входять елементи цинк, селен, бром, мідь та інші. Хімічний склад плодів актинідії свідчить про те, що вони є джерелом біологічно активних речовин і мають лікувальні властивості. Плоди актинідії з давніх часів широко використовують в народній медицині як лікувальний і профілактичний засіб. Крім названих мінеральних речовин до складу ягід актинідії входять елементи цинк, селен, бром, мідь та інші.

Плоди актинідії є важливим джерелом постачання вітамінів та харчових волокон до організму людини. Ягоди актинідії вживають у свіжому та переробленому вигляді.

Плоди гарбуза характеризуються такими товарознавчими характеристиками, як високий вміст вуглеводів, мінеральних речовин, вітамінів, солей кальцію, калію, магнію, фосфору, кремнієвої кислоти, заліза, каротину, простота в підготовці до виробництва, дозволяють ефективно використовувати їх в різних харчових технологіях, в тому числі в технологіях отримання молочної продукції. Гарбуз має тверду шкірку, багатий вуглеводами, пектиновими речовинами, білками, органічними кислотами і золю, тому його доцільно використовувати як продукт здорового харчування як у свіжому, так і в переробленому вигляді. Органолептичні показники якості гарбуза регламентуються ДСТУ 3190-95.

Гарбуз має специфічний, ванільний запах; смак – середньої солодкості; відсутні сторонні присмаки і запахи. Харчова цінність плодів гарбуза корелює з хімічним складом. Плоди гарбуза містять значну кі-

лькість мінеральних речовин та вітамінів. Плодова частина гарбуза є джерелом простих цукрів, пектинових речовин, сумарний вміст цукрів перебуває в межах 6,7. Вміст клітковини в досліджуваних зразках – у межах 1,29 %. Плоди гарбуза є джерелом β -каротину.

Фізіологічна цінність гарбуза обумовлена вмістом в ній фізіологічно активними речовинами – мінеральними речовинами і вітамінами. Загальна кількість мінеральних речовин або золи становить 0,7 %. У складі золи виявлені такі фізіологічно цінні макроелементи, як калій, магній, кальцій, натрій, фосфор, залізо. Вміст вітаміну С становить 15 мг/100 г.

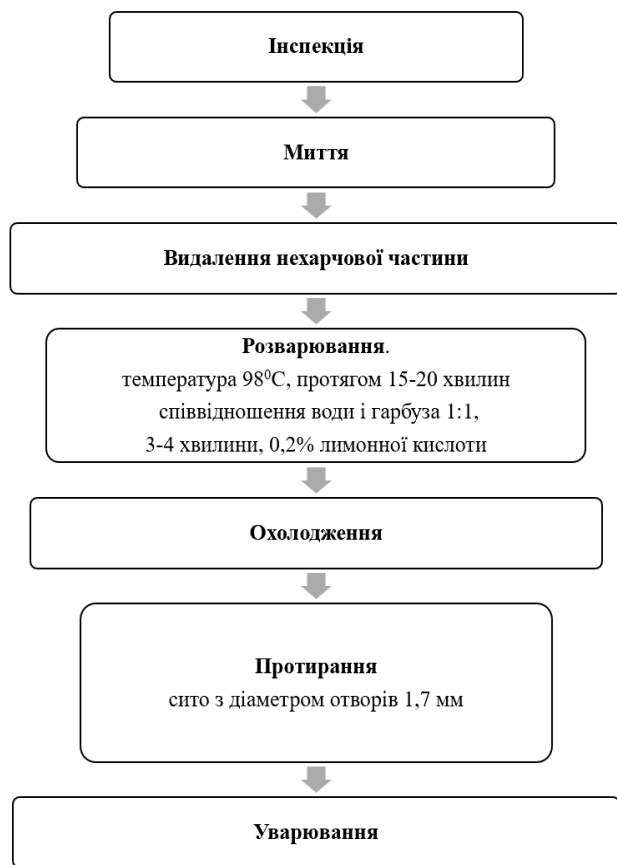


Рис. 1. Технологічна схема приготування гарбузового пюре

Для створення молочних продуктів оздоровчого напрямку доцільним є використання плодової та ягідної сировини у вигляді пюре (рис. 1, 2).

Органолептичні та фізико-хімічні показники гарбузового пюре наведено в табл. 3.

Відповідно до обраних інгредієнтів необхідно дослідити співвідношення компонентів у складі наповнювача. З цієї метою проведено експериментальні дослідження. Досліджували 4 типи зразків за різного співвідношення наповнювача з ягід актинідії та пюре гарбуза, зокрема:

- зразок № 1 – ягоди актинідії : пюре гарбуза 1:0
- зразок № 2 – ягоди актинідії : пюре гарбуза 1:1,
- зразок № 3 – ягоди актинідії : пюре гарбуза 2:1,
- зразок № 4 – ягоди актинідії : пюре гарбуза 3:1.

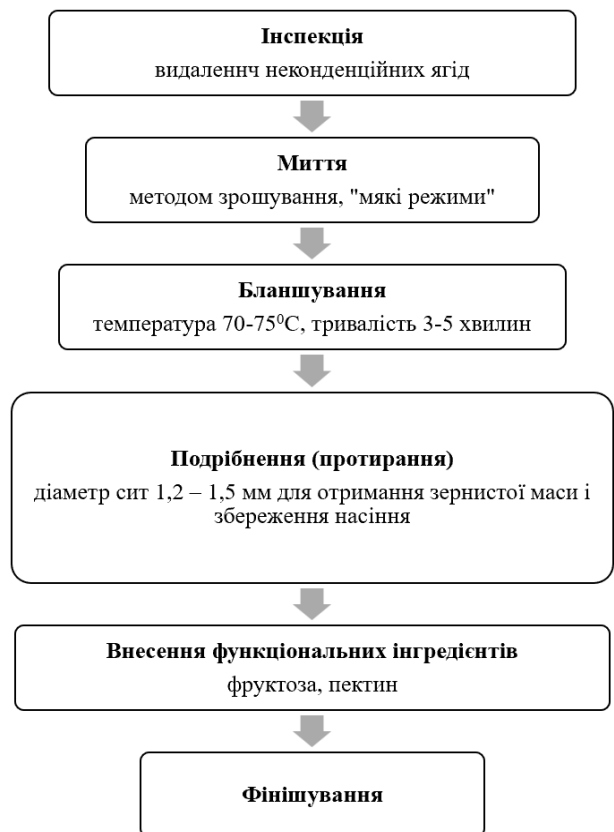


Рис. 2. Технологічна схема приготування пюре з ягід актинідії

Таблиця 3

Органолептичні та фізико-хімічні показники якості гарбузового пюре

Найменування показника	Фактичні значення
Консистенція	однорідна, рівномірно протерта, пюреподібна маса, без насіння, плодоніжок і листя, без грубих частинок волокон
Смак і запах	смак і запах добре виражені, властиві гарбузі, без сторонніх присмаків і запахів
Колір	однорідний жовто-помаранчевий колір, властивий зрілим плодам
Масова частка сухих речовин, % не менше	$9,7 \pm 1,0$
Сторонні домішки	Не виявлено
Масова частка титруємих кислот, %	$0,11 \pm 0,01$
pH-активна кислотність	$5,83 \pm 0,01$

При дослідженні чотирьох зразків ягідно-плодового наповнювача оцінювали кожен з показників за 10-бальною шкалою (рис. 3).

Дослідження свідчать про те, що всі зразки ягідно-овочевого наповнювача мають досить гарні органоле-

птичні показники. Проте найкращими органолептичними показниками характеризувався зразок № 3, у якому співвідношення між ягодами актинідії : пюре гарбуза становить 2:1.

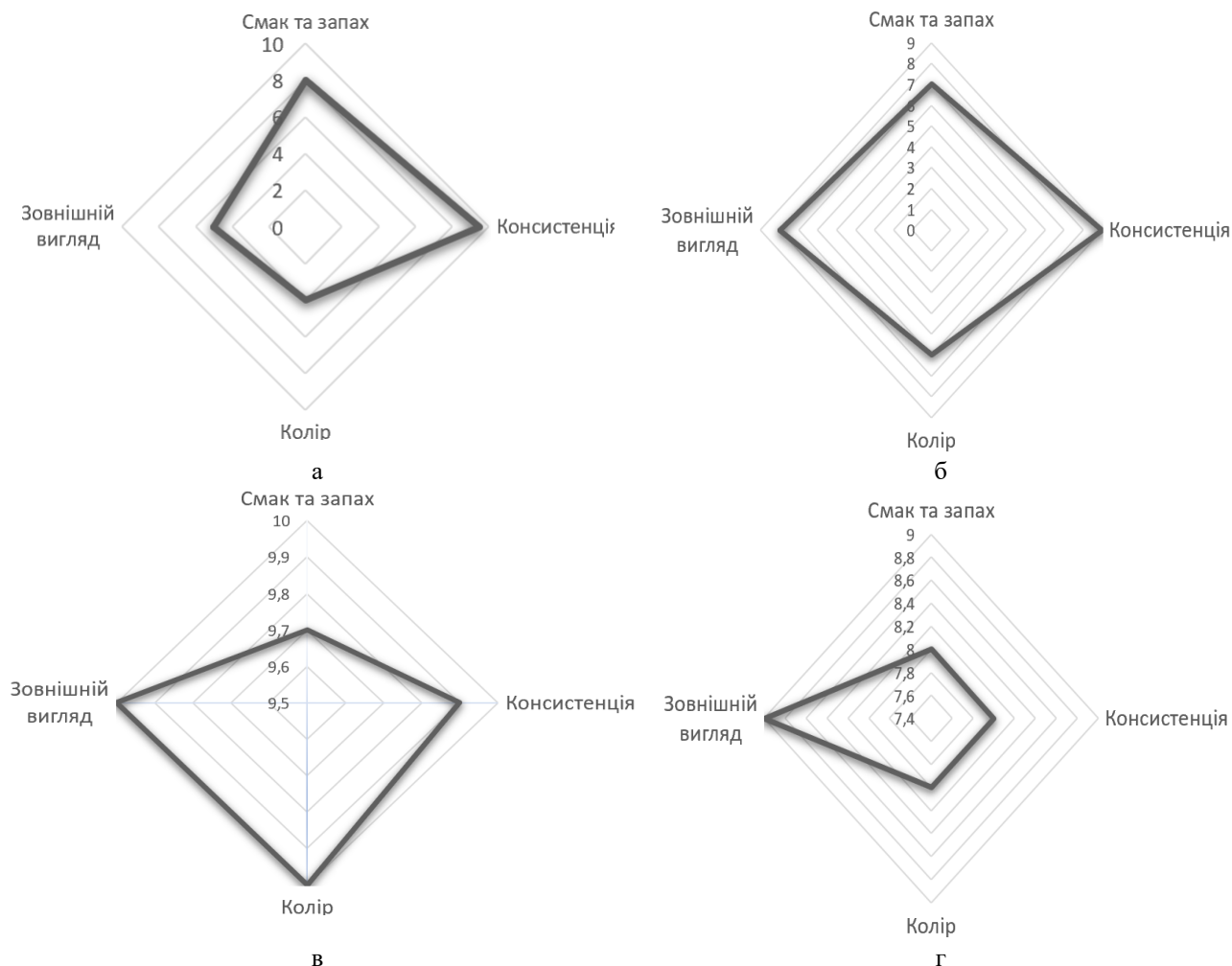


Рис. 3. Профілограма органолептичної оцінки ягідно-овочевого наповнювача (а – зразок 1, б – зразок 2, в – зразок 3, г – зразок 4)

Відповідно до проведених досліджень запропоновано технологічну схему отримання ягідно-овочевого наповнювача, який містить такі технологічні процеси.

Інспекція. Плоди і ягоди інспектують за якістю, відбираючи при цьому некондиційні та недостиглі екземпляри.

Миття плодів і ягід. Овочі миють послідовно в барабанній і вентиляторній мийних машинах. Після мийки піддають інспекції на стрічковому транспорті і споліскують під душем. Ягоди миють у струшувальній мийній машині або під душем.

Дроблення. Процес дроблення застосовують для отримання однорідної маси і полегшення бланшування плодової частини гарбуза. Ягоди не дроблять.

Основні стадії приготування ягідно-овочевого наповнювача.

Подрібнення (протирання). Бланшовану масу овочів або ягід відправляють на подрібнення з діаметром сит 1,5 і 0,8 мм. Актинідію слід подрібнювати з використанням сит 1,2–1,5 мм для отримання зернистої

маси і збереження насіння у актинідії, які надають біологічну цінність і своєрідну пікантність готовому продукту.

Бланшування. Подрібнений гарбуз бланшують гострою парою в опшарювачах за температури 98 °С до розм'якшення, але не більше ніж 3–4 хвилини. Недостиглі ягоди бланшують 1–2 хвилини гострою парою.

Підготовка фруктози і пектину. Фруктозу і пектин просівають через просіювачі з магнітним уловлювачем з розміром отворів сит не більше ніж 3 мм. Потім підготовлені фруктозу і пектин відповідно до рецептури перемішують (для прискорення процесу з'єднання пектину) і вводять в пюре за температури не вище ніж 40 °С за постійного перемішування. Набухання. Залишити пюре з фруктозо-пектиновою сумішшю на 1 годину.

Фінішування. Проводять з метою надання однорідності. Фінішування проводять з використанням протиральної машини з діаметром сита 0,8 мм.

Змішування: Згідно з рецептурою два види підготовленого пюре у співвідношенні ягоди актинїдії: пюре гарбуза – 2:1 змішуються у змішувачі.

Фасування та пакування. Фасування проводиться за допомогою наповнювача в попередньо підготовлену тару.

Деаерація і підігрів. Деаерацію проводять після змішування і фінішування з метою видалення повітря з продукту.

Оцінку отриманого наповнювача проводили за біохімічним складом, зокрема за показниками масової

частки розчинних сухих речовин, вуглеводним складом, вмістом органічних кислот, сумарним вмістом харчових волокон, антиоксидантною активністю, вмістом вітаміну С і Р-активних катехінів (рис. 4, 5).

Відповідно до запропонованої технології виробництва та дослідженого співвідношення складових компонентів ягідно-овочевий наповнювач володіє підвищеною антиоксидантною активністю. Антиоксидантна активність має досить високий показник, що пов'язано з вмістом вітаміну С у ягодах актинїдії.

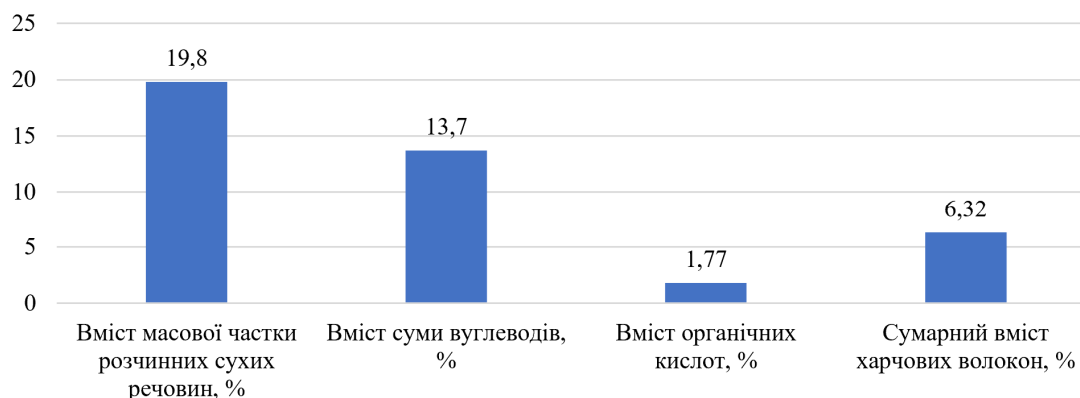


Рис. 4. Біохімічний склад ягідно-овочевого наповнювача

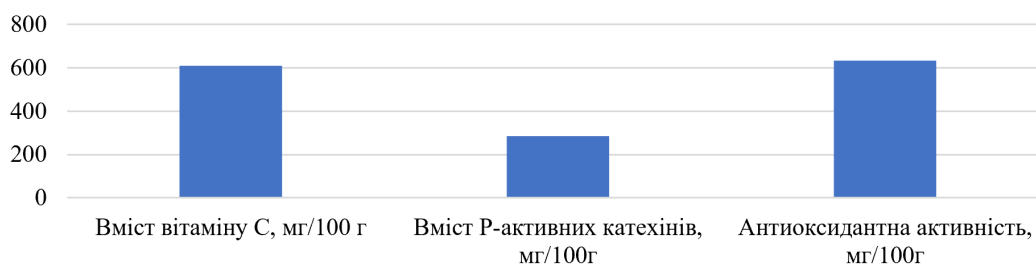


Рис. 5. Показники антиоксидантної активності ягідно-овочевого наповнювача

Для встановлення раціональної кількості наповнювача до морозива в лабораторних умовах було виготовлено зразки морозива з різним вмістом наповнювача. Підготовлені зразки морозива були подані на дегустаційну комісію, згідно з положенням “Про дегустаційну комісію з оцінки якості продукції”.

Визначення показників якості продукції проводили в такій послідовності:

- зовнішній (товарний) вигляд;
- колір цілого продукту, колір (малюнку) на розрізі;
- смак, запах (аромат);
- консистенція та вміст добавок у морозиві.

Загальна оцінка якості зразка розраховується як середнє арифметичне значення оцінок членів ДК, що беруть участь в оцінці, з точністю до першого знака після коми.

Таким чином була проведена дегустація зразків морозива, зразок № 1 – 5 % наповнювача, зразок № 2 – 10 % наповнювача, зразок № 3 – 15 % наповнювача, з оформленням дегустаційного листа (табл. 4, рис. 6).

В отриманих зразках визначали ступінь збитості та опір таненню. Результати досліджень наведені на рис. 7 та рис. 8.

Так, показник збитості дослідних зразків був у межах 59–71 %. При цьому використання рослинного наповнювача призводить до підвищення збитості, а отже і якості готового продукту.

Опір таненню насамперед має дуже важливе значення для зберігання гарних органолептичних показників морозива, тому що воно має високу температуру при виході з фризера (рис. 8).

Таким чином, використання ягідно-овочевого наповнювача сприяє підвищенню якості готового продукту. Показники якості за кількості наповнювача в рецептурі продукту 10 % є найкращими, що відповідає результатам сенсорної оцінки.

Таким чином, виходячи з оцінки зразків морозива з різними кількостями наповнювача, оптимальна доза наповнювача в десерті замороженому – 10 %.

Органолептичні показники морозива за вмісту ягідно-овочевого наповнювача в кількості 10 % висвітлено в таблиці 5.

За фізико-хімічними показниками морозиво повинно відповідати нормам, що наведені в табл. 6.

Таблиця 4
Дегустаційний лист

Найменування продукції	Смак та запах	Консистенція	Колір	Зовнішній вигляд
Зразок № 1	7	9,5	6	8,5
Зразок № 2	10	10	10	10
Зразок № 3	8,5	9,5	8	9,5

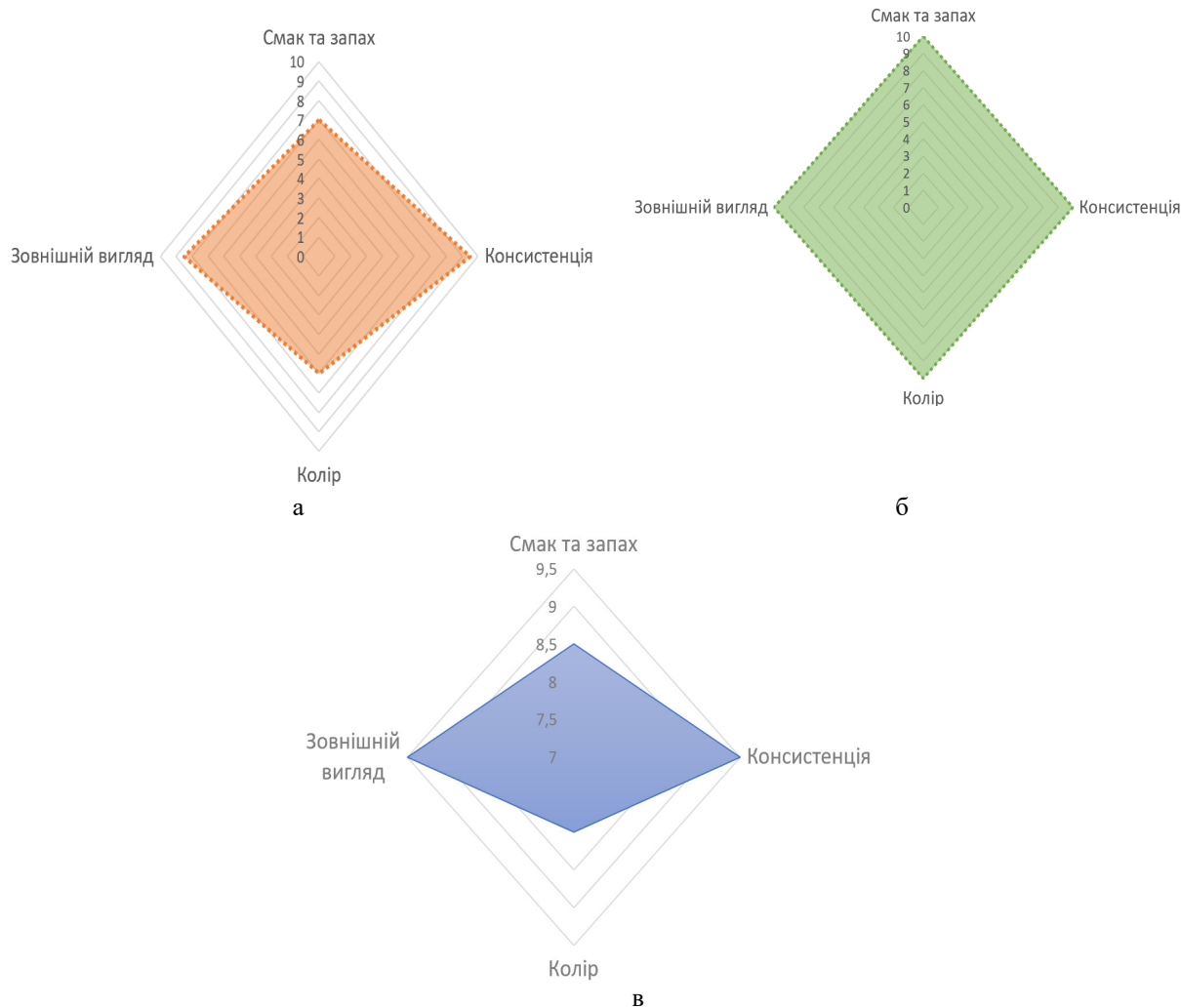


Рис. 6. Профілограма органолептичної оцінки морозива:
а – зразок 1, б – зразок 2, в – зразок 3

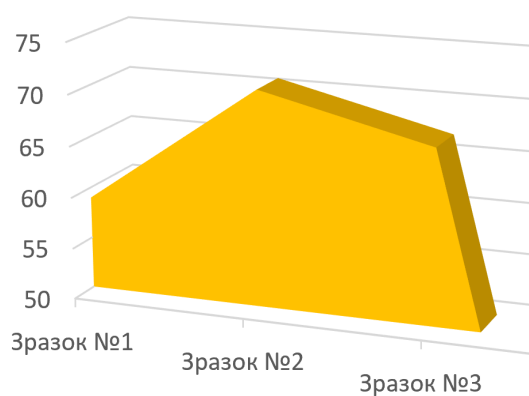


Рис. 7. Показники збитості морозива, %

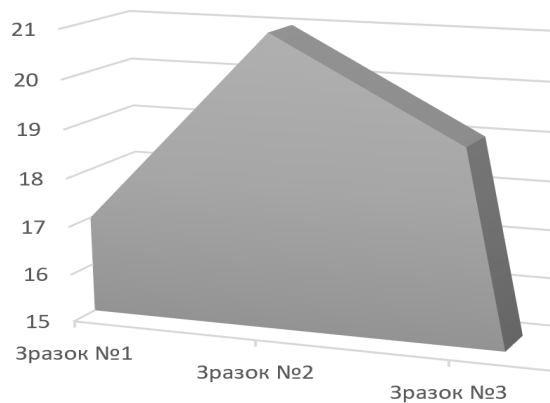


Рис. 8. Опір танення морозива, хв

Таблиця 5

Органолептичні показники морозива

Найменування показника	Значення
Смак і запах	Чистий, молочний, солодкий, з присмаком ягід актинідії. Без сторонніх присмаків
Консистенція	Однорідна, збита. З дрібними включеннями наповнювача, хороша стійкість піни
Колір	Однорідний по всій масі. Рівномірний від світло-зеленого до світло-помаранчевого

Таблиця 6

Фізико-хімічні показники морозива

Показник	Значення
Масова частка сухих речовин, %	28
Масова частка загального жиру, %	5,0
Масова частка загальних цукрів, %	14
Масова частка СОМО, %	11
Кислотність, °Т	57

За мікробіологічними показниками морозиво повинно відповідати вимогам, зазначеним у [табл. 7](#).

Зберігання морозива на підприємствах-виробниках і холодокомбінатах здійснюється у камерах за температури, що не перевищує мінус 14 °С. Підприємство-виробник може встановлювати строк придатності до споживання певного виду морозива за встановленим порядком. Гарантійний строк зберігання морозива (строк придатності до споживання) становить не більше ніж 12 місяців з дати виготовлення.

Таблиця 7

Мікробіологічні показники морозива

Назва показника	Норма для морозива
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше	1×10^5
Бактерії групи кишкових паличок (колі-форми), в 0,01 г продукту	Не допускають
Кількість мезофільних аеробних та факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1 г продукту, не більше	1×10^5
Бактерії групи кишкових паличок (колі-форми), в 0,01 г продукту	Не допускають
Патогенні мікроорганізми, в т. ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г продукту	Не допускають
<i>Staphylococcus aureus</i> , в 1 г продукту	Не допускають

Висновки

1. Розроблено технологію підготовки ягід актинідії та гарбузового пюре. За результатами органолептичних досліджень встановлено співвідношення складових компонентів у складі наповнювача. Найкращими органолептичними показниками характеризувався зразок, у якому співвідношення між ягодами актинідії : пюре гарбуза становить 2:1.

2. Відповідно до запропонованої технології виробництва та дослідженого співвідношення складових компонентів ягідно-овочевий наповнювач володіє підвищеною антиоксидантною активністю. Антиоксидантна активність має досить високий показник, що пов'язано з вмістом вітаміну С у ягодах актинідії.

3. Показники якості за кількості наповнювача в рецептурі продукту 10 % є найкращими, що відповідає результатам сенсорної оцінки, дослідженню показників збитості морозива та опору танення.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Alongi, M., & Anese, M. (2021). Re-thinking functional food development through a holistic approach. *Journal of Functional Foods*, 81, 1–13. DOI: 10.1016/j.jff.2021.104466.

Bartkovskiy, I. I., Polishchuk, H. Ye., & Sharakhmatova, T. Ye. (2010). *Tekhnolohiia morozyva*. Kyiv: Feniks (in Ukrainian).

Bernyk, I. M., & Novhorodska, N. V. (2022). Morozyvo dlia ozdorovchoho kharchuvannia. *Prodovolchi resursy*, 10(19), 47–57. DOI: 10.31073/foodresources2022-19-05 (in Ukrainian).

Bernyk, I. M., Farionik, T. V., & Novgorodska, N. V. (2020). *Veterynarno-sanitarna ekspertyza produktiv tvarynnoho ta roslynnoho pokhodzhennia. Navchalnyi posibnyk dlia studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv*. Vinnytsia: Vydavnychy tsestr VNAU. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25441.pdf> (in Ukrainian).

Bernyk, I. M., Novhorodska, N. V., Solomon, A. M., Ovsienko, S. M., & Bondar, M. M. (2022). *Innovatsiini tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv: monohrafiia*. Vinnytsia: Vydavets FOP Kushnir Yu. V. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/32594.pdf> (in Ukrainian).

Bernyk, I. M., Ovsienko, S. M., Novhorodska, N. V., & Razanova, O. P. (2023). *Tekhnolohiia kyslomolochnoho napoiu z amarantovym boroshnom*. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriia "Kharchovi tekhnolohii"*, 25(100), 67–73. DOI: 10.32718/nvlvet-fl0011 (in Ukrainian).

Bilyk, O. Ya., Slyvka, N. B., Nahovska, V. O., Mykhailytska, O. R. (2021). *Rozrobka retseptury morozyva z produktamy pererobky finikiv*. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu*

- veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriiia "Kharchovi tekhnolohii", 23(95), 51–56. DOI: 10.32718/nvlvet-f9509 (in Ukrainian).
- Breus, N. M., Hrybkov, S. V., Polishchuk, H. Ie., & Siedykh, O. L. (2019). Rozroblennia matematychnoho aparatu ekspertnoi systemy dlia modeliuvannia retseptur morozyva iz zadanyimi pokaznykamy yakosti. *Nauka ta innovatsii*, 15(5), 62–72 (in Ukrainian).
- Cherevko, O. I., Peresichnyi, M. I., & Tiurikova, I. S. (2017). Innovatsiini tekhnolohii kharchovoi produktsii funktsionalnogo pryznachennia (2017). Chastyna 1. Za red. O. I. Cherevka, M. I. Peresichnogo. Kh.: KhDUKhT (in Ukrainian).
- Denysovets, T. M., & Kvak, O. V. (2023). Aspekty ratsionalnogo kharchuvannia: navchalnyi posibnyk. Poltava: Astraia (in Ukrainian).
- Kozachenko, O. (2023). Ohliad rynku ukrainskoho morozyva na druhomu rotsi viiny: vystachyt vsim, buv by popyt. URL: <https://delo.ua/business/oglyad-rinku-ukrayinskogo-moroziva-na-drugomu-roci-viini-vistacit-vsim-buv-bi-popit-419950> (data zvernennia: 18.12.2023) (in Ukrainian).
- Mienafova, Yu. V. (2019). Aktualni pytannia kharchovoi khimii. Kramatorsk: DDMA (in Ukrainian).
- Novhorodska, N. V., & Bernyk, I. M. (2022). Rozrobka tekhnolohii syrkovykh past z kharchovymy voloknami. *Prodovolchi resursy*, 10(18), 100–108. DOI: 10.31073/foodresources2022-18-10 (in Ukrainian).
- Novhorodska, N. V., Bernyk, I. M., Razanova, O. P., & Savinok, O. M. (2023). Sicheni napivfabrykaty z roslynnoi syrovynoiu. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S.Z. Gzhytskoho. Seriiia "Kharchovi tekhnolohii"*, 25(100), 14–19. DOI: 10.32718/nvlvet-f10003 (in Ukrainian).
- Ovsiienko, S. M., Bernyk, I. M., & Novhorodska, N. V. (2023). Yakist yohurtu pry vykorystanni probiotychnykh zakvasok i roslynnoho napovniuvacha. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriiia "Kharchovi tekhnolohii"*, 25(100), 53–59. DOI: 10.32718/nvlvet-f10009 (in Ukrainian).
- Pavliuk, R. Iu., Poharska, V. V., Berestova, A. A., Maksymova, N. P., & Yurchenko, I. S. (2011). Innovatsiini tekhnolohii rozrobky novykh vydiv morozyva dlia ozdorovchoho kharchuvannia. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 2(7), 36–44 (in Ukrainian).
- Pavlyuk, R., Pogarska, V., Pavlyuk, V., Pogarskiy, A., Kakadii, I., Stukonozhenko, T., & Telenkov, O. (2018). The development of new method of production of healthy ice-cream-sorbet of fruits and vegetables with a record bas content. *Eureka: Life Sciences*, 6, 33–40. DOI: 10.21303/2504-5695.2018.00805.
- Pivovarov, O. A., Kovalova, O. S., & Koshulko, V. S. (2022). Innovatsiinyi inzhynirynh v okremykh haluziakh kharchovoho vyrobnytstva. Dnipro: FOP Obdymko O. S. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7380> (in Ukrainian).
- Raksha-Sliusareva, O. A. (2014). *Kharchovi dobavky*. Donetsk: DonNUET (in Ukrainian).
- Rudakova, T. V., Minorova, A. V., Narizhnyi, S. A. (2021). Zastosuvannia systemy NASSR dlia vyrobnytstva morozyva z funktsionalnymi inhrediiientamy. *Innovatsiinyi rozvytok kharchovoi industrii: Zb. nauk. prats za materialamy VIII Mizhnar. nauk.-prakt. konf. 23 hrudnia 2021 r. Instytut prodovolchykh resursiv NAAN*, 93–96 (in Ukrainian).
- Sapiga, V., Polischuk, G., Osmak, T., Mykhalevych, A., & Maslikov, M. (2019). Scientific explanation of the composition and technological modes of manufacture of dairy ice cream with vegetable puree. *Ukrainian journal of food science*, 7(1), 83–91. DOI: 10.24263/2310-1008-2019-7-1-10.
- Savchenko, O. A., Hrek, O. V., & Krasulia, O. O. (2017). Tekhnolohiiia vyrobnytstva molochnykh produktiv spetsialnogo pryznachennia. Kyiv: TsP Kompyrnt (in Ukrainian).
- Simakhina, H., & Naumenko, N. (2021). Zdobutky i perspektyvy vprovadzhennia innovatsii u kharchovii promyslovosti Ukrainy. *Hraal nauky*, 5, 109–115. DOI: 10.36074/grail-of-science.04.06.2021.021 (in Ukrainian).
- Slyvka, N. B., Bilyk, O. Ya., Dronyk, H. V., Nahovska, V. O. (2021). Doslidzhennia yakisnykh pokaznykiv morozyva parfe z ovochevymy napovniuvachamy. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii imeni S. Z. Gzhytskoho. Seriiia "Kharchovi tekhnolohii"*, 23(96), 76–81. DOI: 10.32718/nvlvet-f9613 (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Bernyk, I. M., & Bondar, M. M. (2021). Znachennia funktsionalnykh kyslomolochnykh napoiv v diietychnomu ta profilaktychnomu kharchuvanni. *Prodovolchi resursy*, 9(16), 180–191. DOI: 10.31073/foodresources2021-16-17 (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Kazmiruk, N. M., & Tuzova, S. D. (2020). Mikrobiolohiiia kharchovykh vyrobnytstv: navch. posib. Vinnytsia: RVV VNAU. URL: <http://repository.vsau.org/getfile.php/25443.pdf> (in Ukrainian).
- Sukhenko, Yu. H., Polishchuk, H. Ie., & Sarana, V. V. (2019). *Naukove i tekhnichne zabezpechennia vyrobnytstva morozyva: monohrafiia*. Kyiv: NUBiP Ukrainy (in Ukrainian).
- Trubnikova, A. A. (2019). Rozroblennia bezlaktoznogo kontsentratu maslianky iz zadanyim skladom nutriendiv. *Dys. kand. tekhn. nauk 05.18.04*. Odesa (in Ukrainian).
- Typova tekhnolohichna instruktiiia z vyrobnytstva morozyva molochnogo, vershkovoho, plombiru; plodovo-yahidnogo, aromatychnogo, shcherbetu, lodu; morozyva z kombinovanim skladom syrovyny (2007). TTI 31748658-1-2007 do DSTU 4733:2007, 4734:2007, 4735:2007. K.: Asotsiatsiia ukrainskykh vyrobnykiv "Ukrainske morozyvo ta zamorozheni produkty" (in Ukrainian).
- Vezhlyitseva, S. P., & Riaba, O.P. (2019). Analiz yakosti morozyva plombir na spozhyvchomu rynku Ukrainy. *Internauka*, 1(63), 7–10 (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10128
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.1.05:303.211-047.36(477)

Monitoring of the main indicators of milk quality of Ukrainian dairy producers

N. P. Kvitkovskaya¹, V. M. Ischenko^{1✉}, O. V. Kochubei-Lytvynenko¹, M. V. Ischenko²

¹National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

²Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 11.03.2024

Received in revised form

11.04.2024

Accepted 12.04.2024

National University of Food
Technologies, Volodymyrska Str., 68,
Kyiv, 01601, Ukraine.
Tel.: +38-096-436-82-72
E-mail: ischenko_vn@ukr.net

Taras Shevchenko National
University of Kyiv,
Volodymyrska Str., 60, Kyiv,
01033, Ukraine.

Kvitkovskaya, N. P., Ischenko, V. M., Kochubei-Lytvynenko, O. V., & Ischenko, M. V. (2024). Monitoring of the main indicators of milk quality of Ukrainian dairy producers. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 190–193. doi: 10.32718/nvlvet-f10128

The composition and properties of milk are significantly influenced by various factors, such as the breed of cows, stages of lactation, the environment, as well as its temperature treatment. In the research carried out in 2017–2022, ultrasonic analysis of 56 samples of different types of dairy products was carried out: pasteurized and ultra-pasteurized milk of the largest Ukrainian producers of dairy products and milk produced at small enterprises, as well as a dairy product made in laboratory conditions from milk powder (reconstituted milk). The following indicators of milk composition were determined by the method of ultrasonic analysis, such as the content of fat, protein, lactose, solids non fat (SNF), and freezing temperature. The fat content in the samples was in the range of 2.5–3.2 %, the protein content was on average 3.3%, and a clear pattern of increasing the protein content with increasing fat content was observed. The content of SNF was on average 8.4 %, and lactose in the range of 4.5–5.5 g/100 g of milk; in the produced reconstituted milk, the lactose content was somewhat lower and averaged 3.5 %. The freezing temperature of the studied samples ranged from -0.50 °C (reconstituted milk) to -0.60 °C (pasteurized and ultra-pasteurized). The method of principal components analysis was used to process the obtained data array. Application of the method of principal components analysis (PCA) made it possible to divide all the studied samples into two groups. The first compact group consists mainly of samples of pasteurized and ultra-pasteurized milk from well-known producers of dairy products. The second diffuse group consists of samples of reconstituted milk, and this group includes several samples of pasteurized milk of a low price category from small producers. The analysis of the eigenvectors and eigenvalues of the PCA indicates that the main factors affecting the grouping of the samples are the content of lactose, protein and the value of the freezing temperature. At the same time, the application of PCA modeling did not reveal any grouping of samples by seasons and years. In the future, based on this method, a discriminatory model can be made, which will allow to quickly detect falsified samples or samples manufactured in violation of technical conditions.

Key words: milk, ultrasound analysis, Principal Component Analysis.

Моніторинг основних показників якості молока українських виробників молочної продукції

Н. П. Квітковська¹, В. М. Іщенко^{1✉}, О. В. Кочубей-Литвиненко¹, М. В. Іщенко²

¹Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

²Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна

На склад та властивості молока значний вплив мають різноманітні фактори, такі як порода корів, стадії лактації, навколишнє середовище, а також його температурна обробка. В дослідженнях, які проводились в 2017–2022 роках, проведено ультразвуковий аналіз 56 зразків різних видів молочної продукції: пастеризованого та ультрапастеризованого молока найбільших українських виробників молочної продукції та молока, виготовленого на невеликих підприємствах, а також виготовленого у лабораторних умовах молочної продукції із сухого молока (відновлене молоко). Методом ультразвукового аналізу визначені такі показники складу молока як вміст жиру, білка, лактози, сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ), та температуру замерзання. Вміст

жиру у зразках був в межах 2,5 – 3,2 %, вміст білку в середньому 3,3 %, при чому спостерігалась чітка закономірність збільшення вмісту білку при збільшенні вмісту жиру. Вміст СЗМЗ був в середньому 8,4 %, а лактози в межах 4,5 – 5,5 г/100 г молока; у виготовленому відновленому молоці вміст лактози був дещо нижчий і в середньому складав 3,5 %. Температура замерзання досліджуваних зразків коливалась від -0,50 °C (відновлене молоко) до -0,60 °C (пастеризоване і ультрапастеризоване). Для обробки одержаного масиву даних був використаний метод головних компонент. Застосування методу головних компонент (МГК) дозволило розділити всі досліджувані зразки на дві групи. Перша компактна група складається переважно із зразків пастеризованого та ультрапастеризованого молока відомих виробників молочної продукції. Другу дифузну групу утворюють зразки відновленого молока, причому в цю групу потрапило декілька зразків пастеризованого молока низької цінової категорії від невеликих виробників. Аналіз власних векторів та власних значень МГК вказує на те, що основними факторами, що впливають на групування зразків є вміст лактози, білку та значення температури замерзання. Водночас застосування МГК моделювання не виявило ніякого групування зразків за сезонами та роками. В подальшому на основі даного методу можна зробити дискримінаційну модель, що дозволить швидко виявляти фальсифіковані зразки або зразки, що виготовлені з порушенням технічних умов.

Ключові слова: молоко, ультразвуковий аналіз, метод головних компонент

Вступ

Молоко вже давно визнано одним з найбільш цінних продуктів харчування, що містить високоякісні білки, кальцій, незамінні жирні кислоти, амінокислоти, в тому числі незамінні, жир, водорозчинні та жиророзчинні вітаміни, а також біологічно активні сполуки. Різні фактори, такі як порода корів, стадії лактації та фактори навколишнього середовища можуть суттєво впливати на склад і властивості молока (Salfer et al., 2019, Hayes et al., 2023). Серед факторів навколишнього середовища значний вплив на фізико-хімічні показники молока має годівля корів та пора року: різні пори року часто пов'язані з різним режимом харчування корів, тому, наприклад, влітку молоко буде багатшим цінними жирними кислотами, такими як омега-3 і антиоксидантами (Nazarenko et al., 2019; Yener et al., 2021; Timlin et al., 2021). В осінньо-зимовий період порівняно з весняно-літнім в молоці більша кількість соматичних клітин, вищий рівень білка, жиру та лактози, довший час коагуляції (Czyzak-Runowska et al., 2020). Відмічаються також міжсезонні зміни в молоці вмісту загального та іонного кальцію, рН, співвідношення казеїн/загальний білок (Li et al., 2019).

Вплив різних факторів на склад сирого молока вивчається дослідниками з тієї причини, що це, в свою чергу, має великий вплив на молочну промисловість і якість молочної продукції (Bolgova et al., 2019).

Молоко, яке поступає в торгівлю, зазнає термічної обробки і є більш уніфіковане за своїм складом. Проте при термічній обробці молока, крім зменшення кількості мікроорганізмів, відбуваються фізико-хімічні зміни його властивостей: змінюється точка замерзання, густина, відбувається денатурація та агрегація білків, ізомеризація лактози, утворюються продукти реакції Майяра, відбуваються зміни рівноваги мінерального складу молока (Sestan et al., 2016). З питанням сезонності складу молока тісно пов'язане питання виробництва, так званого, відновленого молока, тобто молочного продукту, виготовленого із сухого молока шляхом його розведення водою для отримання заданої кількості сухих речовин (Du et al., 2020). За даними Спілки молочних підприємств України (<https://uadairy.com/yak-zminylosya-molochne-skotarstvo-ukrayiny-za-ostanni-6-rokiv/>) за період 2017–2022 рр. поголів'я корів в Україні знизилось на 36 %. Дефіцит молока-сировини, особливо у зимовий період, може спонукати нечесних виробників молочної

продукції його сфальсифікувати шляхом виготовлення продуктів із суміші звичайного і сухого молока.

Мета дослідження

Метою дослідження було проведення кількісного визначення основних показників якості питних видів молока українських виробників молочної продукції та молочних напоїв, виготовлених в лабораторних умовах із сухого молока. А також здійснення аналізу одержаних результатів з використанням методів хеометрики.

Матеріал і методи досліджень

В даній роботі був використаний ультразвуковий метод аналізу складу питного молока та виготовленого молочного напою з використанням ультразвукового аналізатора “Екомілк-Бонд” (Болгарія). Цей аналізатор широко використовується в заводських лабораторіях, приймальних пунктах, міні-заводах і фермах. Проведена в попередніх дослідженнях (Ischenko et al., 2018) валідація методики визначення основних показників якості молока з застосуванням даного аналізатора показала його повну придатність для вирішення поставлених завдань. Для гомогенізації зразків відновленого молока використовували диспергатор SONOPULS HD 2070 (Bandelin, Німеччина).

Результати та їх обговорення

В дослідженнях, які проводились впродовж 2017–2021 років, аналізувались зразки молочної продукції різних сезонів. Були проаналізовані 56 зразків термічно обробленого молока та відновленого молока, виготовленого із сухих молочних продуктів в лабораторних умовах. Термічно оброблені зразки молока відрізнялись способом пастеризації (пастеризоване (П) і ультрапастеризоване (УП)) та мали жирність від 2,5 % до 3,2 %: ці характеристики були вказані виробниками продукції на упаковці. Щодо виробників, то в основному це була продукція найбільших виробників молока в Україні: ТОВ “БМК ПрАТ “Білоцерківський молочний комбінат” (ТМ “Ферма”), ТОВ “Люстдорф” (ТМ “Селянське”, “На здоров'я”), ТДВ “ЯГОТИНСЬКИЙ МАСЛОЗАВОД” (ТМ “Яготинське”), ТОВ “Молочна компанія “Галичина” (ТМ “Галичина”), ПрАТ “Тернопільський молокозавод” (ТМ “Молокія”), ПрАТ “КОМБІНАТ ПРИДНІПРОВСЬКИЙ” (ТМ

“Злагода”), ТОВ “Молочний дім” (ТМ “Lactel”), ПрАТ “Вімм-Білл-Данн Україна” (ТМ “Слов’яночка”) і ТОВ “ОРГАНІК МІЛК” (ТМ “Organic Milk”). Молоко цих торгових марок було придбано в супермаркетах м. Києва. Також в різні сезони в невеличких магазинах м. Києва було придбано пастеризоване молоко трьох маловідомих виробників молочної продукції. В порівнянні з відомими торговими марками, таке молоко було дешевше.

Зразки відновленого молока (В) готували із сухого продукту українських виробників сухого незбираного молока жирністю 25 %, розчиняючи порошок у відповідному об’ємі підготовленої питної води за температури (40 ± 2) °С. Кількість води розраховували, щоб одержати продукт жирністю 2,5 % та досягнути вмісту сухих речовин, що відповідає питному молоку.

В досліджуваних зразках визначали такі основні фізико-хімічні показники складу молока як вміст жиру, білку, лактози, сухого знежиреного молочного залишку (далі – СЗМЗ) та температуру замерзання. В усіх зразках вміст жиру відповідав тому, який був зазначений на упаковці, а саме 2,5...3,2 %, у виготовленому відновленому молоці – 2,5 %. Вміст білку був в середньому 3,3 %, при чому спостерігалась чітка закономірність збільшення вмісту білку при збільшенні вмісту жиру. Вміст СЗМЗ був в середньому 8,4 %, а лактози в межах 4,5...5,5 %; у виготовленому відновленому молоці вміст лактози був дещо нижчий і в середньому складав 3,5 %. Температура замерзання досліджуваних зразків коливалась від -0,50 °С (відновлене молоко) до -0,60 °С (пастеризоване і ультрапастеризоване) і складала в середньому -0,550 °С.

При обробці даних, що містять багато змінних (в даному випадку виміряних показників) використання традиційних статистичних методів часто є ускладненим, через багатовимірність такого масиву. Більшу

кількість інформації з масиву даних можна отримати використовуючи хемометричні методи. Одним з популярних методів обробки багатовимірних даних є метод головних компонент (МГК) (Miller et al., 2018). Метод головних компонент (МГК) дає можливість компактифікувати масив даних шляхом його зведення до масиву меншої розмірності шляхом переведення початкових змінних до нових (головних компонент), що мають більшу інформативність. МГК часто використовують для розвідувального аналізу даних з метою пошуку кластерів або груп зразків (Massart et al., 1997). Аналіз основних компонентів базується на розкладанні загальної дисперсії даних у невелику кількість головних компонентів (ГК) за допомогою математичного перетворення. В результаті перша ГК описує максимум інформації з даних; друга ГК описує максимальну величину залишкової дисперсії. Кожен наступний головний компонент є ортогональною комбінацією вихідних змінних, так що він покриває максимум дисперсії, не врахований попередніми компонентами. Діаграма рахунків ГК1 проти ГК2 є поширеним методом класифікації зразків за вимірними властивостями. Розподіл зразків на цьому графіку може виявити закономірності, які можуть бути пов’язані із загальними характеристиками зразків. Аналіз методом головних компонент проводили за допомогою пакета програмного забезпечення Minitab 19 (Minitab, LLC).

На [рисунку 1](#) наведено графік навантажень першої та другої головних компонент. Разом перша та друга ГК можуть пояснити 98,9 % відмінностей між зразками. З графіку видно, що окремі зразки (що позначені точками) утворюють фактично дві групи. Перша компактна група складається переважно із зразків пастеризованого та ультрапастеризованого молока.

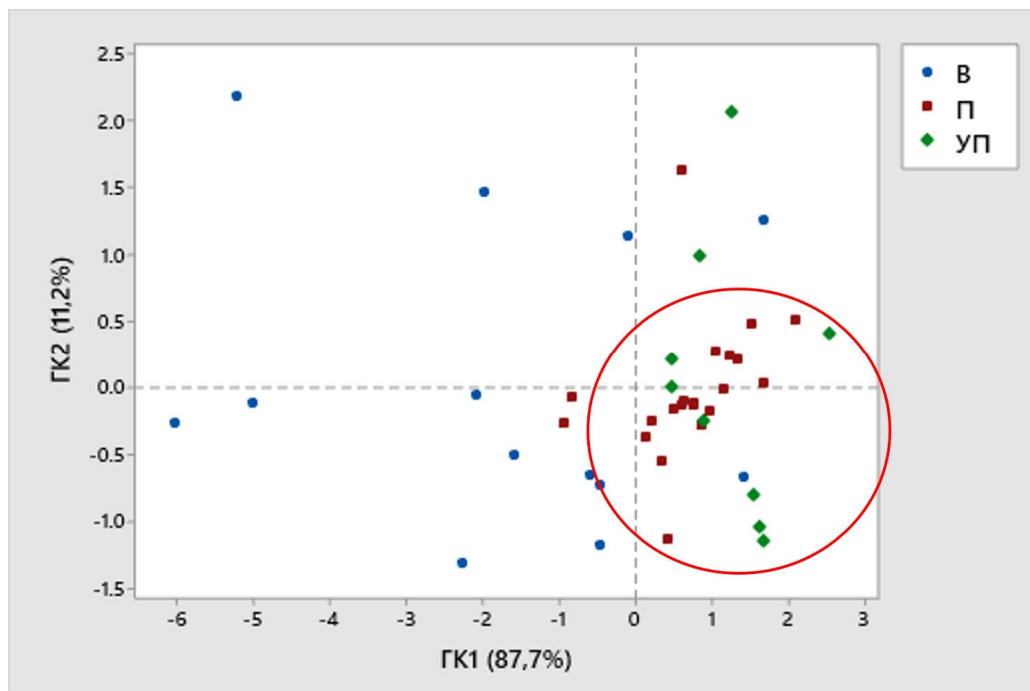


Рис. 1. Графік рахунків першої та другої головних компонент (В – відновлене молоко, П – пастеризоване молоко, УП – ультрапастеризоване молоко)

Другу дифузну групу утворюють зразки відновленого молока. Цікаво, що в групу зразків відновленого молока потрапило декілька зразків пастеризованого молока низької цінової категорії від невеликих виробників, що свідчить про те, що деякі невеликі підприємства недостатньо добре слідкують за дотриманням технічних умов виготовлення продукції чи, можливо, дані зразки були сфальсифіковані додаванням відновленого молока. Аналіз власних векторів та власних значень МГК моделювання вказує на те, що основними факторами, що впливають на групування зразків є вміст лактози, білку та значення температури замерзання.

Слід відмітити, що МГК-моделювання не виявило ніякого групування зразків за сезонами та роками.

Висновки

Застосування методу головних компонент дозволило розділити досліджувані зразки на дві групи: одна група – це зразки пастеризованого і ультрапастеризованого молока великих виробників молочної продукції і друга група виготовленого відновленого молока, в яку ввійшли кілька зразків пастеризованого молока від невеликих промислових підприємств. Проте для однозначної відповіді на питання, чи були ці зразки сфальсифіковані потрібно зробити значно більшу вибірку, а також долучити додаткові дослідження.

Найбільш важливими показниками, які впливають на віднесення молока до певної групи є вміст лактози, білку та значення температури замерзання.

Перспективи подальших досліджень. В подальшому на основі даного методу можна зробити дискримінаційну модель, що дозволить швидко виявляти фальсифіковані зразки або зразки, що виготовлені з порушенням технічних умов.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Bolgova, N., Huba, S., Sklyarenko, Y., Tsyhura, V., & Marchenko, M. (2019). Dependence of the production process of rennet semi-solid cheeses on quality indicators of raw milk. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(92), 42–46. DOI:10.32718/nlvvet-f9208.

Czyzak-Runowska, G., Wojtowski, J., Bielinska-Nowak, S., Wojtczak, J., & Markiewicz-Keszycka, M. (2020). Seasonal variation in the quality parameters of milk from an extensive, small family farm. *Scientiarum Polonorum Zootechnica*, 19(3), 63–70. DOI: 10.21005/asp.2020.19.3.08

Du, L., Lu, W., Zhang, Y., Gao, B., & Yu, L. (2020). Detection of milk powder in liquid whole milk using hydrolyzed peptide and intact protein mass spectral fingerprints coupled with data fusion technologies. *Food Science & Nutrition*, 8(3), 1471–1479. DOI: 10.1002/fsn3.1430.

Hayes, E., Wallace, D., O'Donnell, C., Greene, D., Hennessy, D., O'Shea, N., Tobin, J. T., & Fenelon, M. A. (2023). Trend analysis and prediction of seasonal changes in milk composition from a pasture-based dairy research herd. *Journal of Dairy Science*, 106(4), 2326–2337. DOI: 10.3168/jds.2021-21483

Ischenko, V., Kvitkovska, N., Kochubei-Lytvynenko, O., & Ischenko, M. (2018). Using of fluorescent spectroscopy and ultrasound analysis for unskimmed dairy products identification. *Methods Objects Chem. Anal.*, 13(3), 131–135. DOI: 10.17721/moca.2018.131-135.

Li, S., Ye, A., & Singh, H. (2019). Seasonal variations in composition, properties, and heat-induced changes in bovine milk in a seasonal calving system. *Journal of Dairy Science*, 102(9), 7747–7759. DOI: 10.3168/jds.2019-16685.

Massart, D. L., Vandeginste, B. G. M., Buydens, L. M. C., DeJong, S., Lewi, P. J., & Smeyers-Verbeke, J. (1997). *Handbook of chemometrics and qualimetrics: part A*. Elsevier, Amsterdam.

Miller, J. N., Miller, J. C., & Miller, R. D. (2018). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry*, 7th Pearson Education. UK.

Nazarenko, Y., Ladyka, V., Opara, V., & Pavlenko, Y. (2019). Determining the influence of the composition of milk from cows of different breeds on quality indicators for the dutch-type cheese. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(11(97)), 23–33. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.155487.

Salfer, I. J., Dechow, C. D., & Harvatine, K. J. (2019). Annual rhythms of milk and milk fat and protein production in dairy cattle in the United States. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 742–753. DOI: 10.3168/jds.2018-15040.

Sestan, I., Odobasica, A., & Bratovcic, A. (2016). The effect of heat treatment on the physical-chemical properties of milk. *Academia Journal of Environmental Science*, 4(7), 131–136. DOI: 10.15413/ajes.2016.0306.

Timlin, M., Tobin, J. T., Brodkorb, A., Murphy, E. G., PDillon, P., Hennessy, D., O'Donovan, M., Pierce, K. M., Tom, F., & O'Callaghan, T. F. (2021) The Impact of Seasonality in Pasture-Based Production Systems on Milk Composition and Functionality. *Foods*, 10(3), 607–639. DOI: 10.3390/foods10030607.

Yener, S., Pacheco-Pappenheim, S., Heck, J. M. L., & Valenberg, H. J. F. (2021). Seasonal variation in the positional distribution of fatty acids in bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, 104(12), 12274–12285. DOI: 10.3168/jds.2021-20570.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10129
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 619:616.98:37.013.001.76:338.436

Verification the detection method *Staphylococcus aureus* from food products

A. M. Kursheva¹, U. M. Yanenko^{1✉}, N. I. Kosyanchuk²

¹SE “UKRMETRTTESTSTANDART” bacterial laboratory of the center No. 172, Kyiv, Ukraine

²National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 12.03.2024
Received in revised form
15.04.2024
Accepted 16.04.2024

SE “UKRMETRTTESTSTANDART”
bacterial laboratory of the center
No. 172, Metrologichna Str., 4,
Kyiv, 03143, Ukraine.
Tel.: +38-050-381-99-55
E-mail: ulyanakuzyk@ukr.net

National University of
Bioresources and Nature
Management of Ukraine,
Heroiv Oborony Str., 15,
Kyiv, 03041, Ukraine.

Kursheva, A. M., Yanenko, U. M., & Kosyanchuk, N. I. (2024). Verification the detection method *Staphylococcus aureus* from food products. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 194–198. doi: 10.32718/nvlvet-f10129

The article highlights an example of verification of a new version of a normative document with its subsequent introduction to the production base of an institution for research of pathogenic microorganisms from food products. Such work is necessary for obtaining accreditation of the bacteriological laboratory by national organizations. All standards, domestic and international, are subject to review, which may lead to the introduction of new approaches to research, or regulate normative indicators of microorganisms, etc. In this regard, it is recommended to use the latest editions of regulatory documents in research. The text presents the work of bacteriological laboratory operators on the isolation of *Staphylococcus aureus* from food products, namely dry egg powder. After all, the leading place in the etiology of diseases of the food chain is given to *Staphylococcus aureus* and its toxin (enterotoxin), which is the cause of gastroenteritis. Minor disturbances in the temperature regime throughout the food chain can lead to the accumulation of pathogens in raw materials or finished products. In accordance with the requirements for certified institutions, employees must participate in interlaboratory and intralaboratory studies to confirm their qualifications. The aim of the study was to verify DSTU ISO 6888-1:2021 and DSTU ISO 6888-1:2003 by obtaining standard deviation of reproducibility (SR), limit of reproducibility (Rlab) and expanded uncertainty (U) in an intra-laboratory study of *Staphylococcus aureus* from food products. After examining the matrix sample, *Staphylococcus aureus* cultures were obtained in log10 CFU/g, which were subsequently subjected to mathematical calculations to determine reproducibility values. The calculations substantiated the reliability of the results obtained during the analysis of the substance under study, as evidenced by the indicators that are within the controlled limits of $Rlab \leq Rstand$. The estimated error of the method is 0.56 log10 CFU/g. This gives grounds for asserting that the method of selection of *St. aureus* is performed correctly by specialists.

Key words: regulatory documents, *Staphylococcus aureus*, verification, analyte, uncertainty.

Верифікація методу виявлення *Staphylococcus aureus* з харчової продукції

A. M. Куршева¹, У. М. Яненко^{1✉}, Н. І. Кос'янчук²

¹ДП “УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ” бактеріальна лабораторія центру № 172, м. Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна

У статті висвітлено приклад проведення верифікації нової редакції нормативного документу із подальшим впровадженням його до виробничої бази установи з досліджень патогенних мікроорганізмів від харчових продуктів. Подібна робота необхідна для отримання акредитації бактеріологічної лабораторії національними організаціями. Усі стандарти, вітчизняні та міжнародні, підлягають перегляду, рецензуванню, що може спричинити впровадження нових підходів дослідження, або регламентувати нормативні показники мікроорганізмів, тощо. Через це рекомендовано застосовувати при дослідженнях останні видання нормативних документів. У наведеному нижче тексті представлено роботу операторів бактеріологічної лабораторії з виділення золотистого стафілокока із харчової продукції, а саме яєчного сухого продукту. Адже провідне місце в етіології захворювань харчового ланцюга відведено золотистому стафілококу (*Staphylococcus aureus*) і його токсину (ентеротоксину), що є причиною гастроентериту. Незначні порушення температурного режиму впродовж усього харчового ланцюга можуть призвести до накопичення

патогену у сировині, або готовому продукті. Згідно вимог до сертифікованих закладів співробітники мають брати участь в між-лабораторних та внутрішньолабораторних дослідженнях для підтвердження своєї кваліфікації. Метою дослідження було провести верифікацію ДСТУ ISO 6888-1:2021 та ДСТУ ISO 6888-1:2003 шляхом отримання стандартного відхилення відтворюваності (S_R), межі відтворюваності ($R_{\text{лаб}}$) та розширену невизначеність (U) при внутрішньолабораторному визначенні *Staphylococcus aureus* від продуктів харчування. Після дослідження матричного зразка було отримано культури *Staphylococcus aureus* у $\log_{10}$ КУО/г, які згодом підлягали математичним обчисленням для визначення величин відтворюваності. Розрахунки обґрунтували достовірність отриманих результатів при дослідженні аналіту, про що свідчать показники, які знаходяться в контрольованих межах $R_{\text{лаб}} \leq R_{\text{станд}}$. Оцінка невизначеності методу становить – $0,56 \log_{10}$ КУО/г. Це дає підстави стверджувати, що метод ізоляції *St. aureus* фахівцями виконується правильно.

Ключові слова: нормативні документи, *Staphylococcus aureus*, верифікація, аналіт, невизначеність.

Вступ

Для здоров'я людини та продовольчої безпеки необхідно створити належний контроль харчової продукції. Токсикоінфекція – захворювання, яка виникає внаслідок вживання їжі, що містить патоген, який згодом виробляє токсин. Від харчових отруєнь потерпають усі країни планети Земля. Домінуючим чинником харчових хвороб є умовно-патогенні бактерії, які продукують токсини. До цієї категорії бактерій відносяться: клостридії (*Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*); стафілококи, особливе місце посідає золотистий стафілокок (*Staphylococcus aureus*); стрептокок (*Streptococcus* spp.) сальмонели (*Salmonella* spp.), лістерії (*Listeria monocytogenes*), сенна паличка (*Bacillus cereus*) та ерсенія (*Yersinia enterocolitica*) (McMeekin et al., 1997). Продукти харчування для вищезазначених збудників є оптимально-комфортним середовищем для перебування, розмноження і продукування токсинів, тим самим створюючи загрозу для здоров'я та життя людей.

На сьогоднішній день описано близько 250 різних інфекцій харчового походження, серед яких бактерії становлять дві третини спалахів від цих захворювань.

За даними Держпродспоживслужби в Україні за 11 місяців 2023 було виявлено 25 спалахів гострих кишкових інфекційних захворювань бактеріального походження, внаслідок яких постраждала 271 особа, з них 141 дитина (52 %). За аналогічний період 2022 року працівниками Держпродспоживслужби розслідувано 34 спалахи гострих кишкових інфекційних захворювань, внаслідок яких постраждало 302 особи, з них 138 дітей (45,7 %) (Держпродспоживслужба).

Провідне місце в етіології захворювань харчового ланцюга відведено золотистому стафілококу (*Staphylococcus aureus*) і його токсину (ентеротоксину), що є причиною гастроентериту. Ентеротоксин *St. aureus* утворюється та накопичується в продуктах харчування при незначному порушенні температурного режиму зберігання та транспортування (Le Loir et al., 2003).

Аналіз статистичних даних за 2018 рік по харчовим інфекціям свідчить, що серед 950 спалахів, які були зареєстровані в країнах Європейського Союзу (ЄС) – 114 (12 %) випадків спричинені стафілококовими ентеротоксинами (EFSA et al., 2020). Вважається, що ентеротоксини стафілококів становлять загрозу здоров'ю населення, а повідомлення про спалахи харчових отруєнь є обов'язковими з 2005 року (EFSA & ECDC, 2017).

Стафілококи добре зберігаються у навколишньому середовищі. Температурні межі їхнього розмноження досить широкі – від 6,6 до 45 °С. Патоген стійкий проти високої концентрації кухонної солі та цукру (EFSA & ECDC, 2017).

Ентеротоксин стафілококу термостійкий. Навіть при кип'ятінні протягом 1 год він зберігається майже повністю. Повна інактивація його виникає лише через 2,5–3 годин безперервного кипіння (Hennekinne et al., 2012).

Загалом, сприятливим середовищем для продукування стафілококами токсину вважається молоко та молочні продукти. При кімнатній температурі в молоці ентеротоксин утворюється через 8 год. У кисло-молочних продуктах патоген не накопичується, оскільки молочна кислота гальмує розмноження стафілококів (McMeekin et al., 1997; Hennekinne et al., 2012).

Поживним середовищем для розмноження і продукування ентеротоксину є кондитерські вироби із заварним кремом з концентрацією цукру менш як 50 % (торти, тістечка). До складу цих продуктів входять яйця (яєчний меланж, або яєчний порошок). При температурі 37 °С ентеротоксин утворюється у заварному кремі вже через 4 год. У м'ясному фарші і порційному сирому й вареному м'ясі при оптимальній температурі життєдіяльності стафілококів (35–37 °С) ентеротоксин накопичується через 14–26 год. (EFSA & ECDC, 2017).

Тому ідентифікація *St. aureus* у харчових продуктах завжди посідає провідне місце у бактеріологічних установах медичної та ветеринарної сфери.

В Україні дослідні бактеріологічні лабораторії керуються такими нормативними документами з визначення стафілококів: ДСТУ ISO 6888-1:2022 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку коагулазопозитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 1. Метод із використанням агаризованого середовища Берда-Паркера (DSTU ISO 6888-1:2021, 2023), ДСТУ ISO 6888-2:2022 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку коагулазопозитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 2. Метод із використанням агарового середовища з фібриногеном плазми кролика (DSTU ISO 6888-2:2022, 2023), ДСТУ IDF 138:2003 Сухе молоко. Визначання *Staphylococcus aureus*. Методика підрахування колоній за температури 37 °С (DSTU IDF 138:2003, 2004) та за вимогою замовника ГОСТ 10444.2-94 Продукти харчові. Методи виявлення та визначення кількості *Staphylococcus aureus*.

Щорічно сертифіковані бактеріологічні лабораторії для підтвердження своєї компетентності повинні проводити внутрішньолабораторні, а також міжлабораторні дослідження з виділення харчових патогенів, зокрема й *St. aureus*.

Згідно ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій, пункту 7.2.1.5 “лабораторія до початку використання методів має переконатися, що вони можуть бути правильно виконані (верифікувати метод) доведенням того, що очікувані результати можуть бути досягнуті” (DSTU EN ISO/IEC 17025:2019, 2021). Опираючись на вищезазначений ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019, співробітники бактеріологічної лабораторії ДП “УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ” проводять планові внутрішньолабораторні верифікації методів визначення патогенів у продуктах харчування із залученням двох операторів.

Мета дослідження

Метою верифікації є визначення стандартного відхилення відтворюваності S_R та межі відтворюваності $R_{\text{лаб}}$ за внутрішньолабораторного визначення *Staphylococcus aureus* з продуктів харчування згідно ДСТУ ISO 6888-1:2021, що впроваджено замість ДСТУ ISO 6888-1:2003

Матеріал і методи досліджень

Внутрішньолабораторні експерименти по оцінці методу проводились в Бактеріологічній лабораторії з організації випробувань (центр № 172) ДП “УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ”.

Матриця дослідження – яєчний продукт сухий.

Робота проводилася з дотриманням

- ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 “Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій;

- ДСТУ ISO/TS 22117:2014 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Спеціальні вимоги і методологічні принципи для кваліфікаційних досліджень методом міжлабораторних порівнянь;

- ДСТУ ISO 6888-1:2021 Мікробіологія харчового ланцюга. Горизонтальний метод підрахунку коагулазопозитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів). Частина 1. Метод із використанням агаризованого середовища Берда–Паркера (DSTU ISO 6888-1:2021, 2023);

- ДСТУ ISO 6887-1:2003 2014 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Готування досліджених проб, вихідної суспензії та десятикратних розведень для мікробіологічного досліджування. Частина 1. Загальні правила вихідної суспензії та десятикратних розведень;

- ДСТУ ISO 16140: 2006 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Протокол валідації альтернативних методів (DSTU ISO 16140:2006, 2007);

- Лабораторне устаткування і обладнання, що використовувалися в роботі відповідають ДСТУ ISO/IEC 17025:2017, середовища ДСТУ ISO 6888-

1:2021 (DSTU ISO 6888-1:2021, 2023) та ДСТУ EN ISO 11133:2014 (DSTU EN ISO 11133:2014, 2016);

- ДСТУ ISO 19036: 2014 Мікробіологія харчових продуктів і кормів для тварин. Настанова щодо оцінювання невизначеності вимірювання для кількісних результатів (DSTU ISO 19036:2014, 2015).

Математичні розрахунки були проведено за допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення

У лабораторії проводилися дослідження однакових зразків різними операторами за температури 20 °C і вологості 45 %. Типом матриці експерименту слугував – яєчний продукт сухий.

Для оцінки визначення величин: стандартного відхилення відтворюваності (S_R) та межі відтворюваності ($R_{\text{лаб}}$) проводилися дослідження зразків дослідної матриці паралельно двома операторами внутрішньолабораторно, починаючи з 11.03.2024. Було взято мінімальну кількість зразків, тобто – десять ($n=10$), від одної матриці, що залучено для проведення верифікації.

Випробовувану пробу готували відповідно до стандарту ДСТУ ISO 6887-1:2003. У стерильний посуд поміщали 1,0 г сухого яєчного продукту та додавали 900,0 см³ ізотонічного розчину натрій хлору (0,9 % NaCl). Суміш ретельно перемішували ковочними рухами. Отримували перше розведення, 10⁻¹.

Стерильною піпеткою переносили 1 см³ вихідної суспензії у пробірку з 9 см³ стерильного ізотонічного розчину натрій хлору. Ретельно розмішували новою стерильною піпеткою, одержували розведення 10⁻². Повторювали вищезазначену маніпуляцію для отримання більших розведень, до 10⁻⁵.

На кожне розведення дослідного зразка готували по дві чашки Петрі з агаровим середовищем Беард-Паркера. Стерильною піпеткою переносили по 0,1 см³ вихідної суспензії (кожного дослідного розведення) на дві чашки Петрі з агар середовищем. Шпателем розтирали інокулянт по поверхні агару. Давали висохнути середовищу в чашках із закритими кришками 15 хв. за кімнатної температури. Ставили чашки догори дном до термостату для інкубування на 24 год, згодом ще на 24 год за температури 37 °C.

Після інкубації реєстрували ріст типових колоній: чорні блискучі випуклі колонії, які оточені чистою зоною, діаметром від 1мм до 1,5 мм після інкубації 24 год і 1,5–2,5 мм після інкубації через 48 годин.

Операторами проводився підрахунок колоній *St. aureus*, що досліджувалися у різних умовах й вирости після культивування.

Згідно одержаних експериментальних даних проведено обчислення загального стандартного відхилення (S_R) для 10 зразків за формулою:

$$S_R = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(Y_{IA} - Y_{IB})^2}{2}} \quad (1),$$

де: Y_{IA} – десятковий логарифм від чисельності отриманих колоній мікроорганізмів оператором А, $\log_{10}(X_{IA})$;

Y_{iB} – десятковий логарифм від чисельності отриманих колоній мікроорганізмів оператором В, $\log_{10}(X_{iB})$;
 n – кількість зразків (повторень);

i – індекс проби, $i = 1$ до n ($n \geq 10$) (ДСТУ ISO 19036 : 2014).

Результати роботи операторів представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Обчислення загального стандартного відхилення (S_R) за внутрішньо лабораторного відтворювання ($n = 10$)

№ зразка	Чисельність колоній, (КУО/г)		$Y_A = \log_{10}(X_A)$	$Y_B = \log_{10}(X_B)$	$\frac{1}{2}(Y_A - Y_B)^2$
	оператор А (X_A)	оператор В (X_B)			
1	$7,0 \times 10^2$	$8,5 \times 10^2$	2,85	2,93	0,0036
2	$6,5 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	2,81	2,60	0,0222
3	$4,8 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	2,68	2,54	0,0094
4	$6,0 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$	2,78	2,90	0,0078
5	$9,0 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	2,95	2,78	0,0155
6	$7,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	2,85	2,70	0,0107
7	$9,0 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	2,95	2,81	0,0100
8	$6,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$	2,78	2,60	0,0155
9	$4,5 \times 10^2$	$6,0 \times 10^2$	2,65	2,78	0,0078
10	$7,5 \times 10^2$	$9,0 \times 10^2$	2,88	2,95	0,0031

Із обчислених даних, користуючись програмою Microsoft Excel та формулою (1), отримуємо $S_R = 0,10 \log_{10}$ КУО/г.

Для кожного методу дослідження і кожного рівня аналізу розраховуємо межу відтворюваності (R), використовуючи дані стандартного відхилення повторності. Межу відтворюваності ($R_{\text{лаб}}$) при довірчій ймовірності 95 % (максимальне значення різниці між двома одержаними паралельними окремими результатами) обчислювали за формулою:

$$R_{\text{лаб}} = 2,8 S_R \quad (2),$$

де: 2,8 – константа з 95% рівнем довірчої ймовірності.

У нашому досліді: $R_{\text{лаб}} = 0,28 \log_{10}$ КУО/г.

Наступний етап – порівняння значення межі внутрішньолaboratorної відтворюваності із заданою стандартною величиною ($R_{\text{лаб}} \leq R_{\text{станд}}$). Згідно ISO/TS 22117:2010, фахівці бактеріологічної лабораторії застосували правило $0,5 \log_{10}$ КУО/г, тому що абсолютна різниця між двома окремими результатами одержана в умовах відтворюваності та не перевищує її межу. У цілому 95% довірчого інтервалу знаходиться навколо середньої кількості колоній, що зазвичай не більше $\pm 0,5 \log_{10}$ КУО/г. Отримані результати знахо-

дяться у зазначених межах і вважаються прийнятними.

Порівняння $R_{\text{лаб}}$ та $R_{\text{станд}}$ має вигляд:

$$R_{\text{лаб}} = 0,28 \log_{10} \text{ КУО/г} < R_{\text{станд}} = 0,5 \log_{10} \text{ КУО/г}$$

Отримані результати прийнятні, знаходяться в контрольованих межах: $R_{\text{лаб}} \leq R_{\text{станд}}$, що дає підстави вважати виконання нормативного документа правильно та не потребує коригувальних дій.

Додатково провели обчислення оцінки невизначеності методу. Згідно ISO/IEC 17025 для розрахунку невизначеності мікробіологічних досліджень достатньо скористатися лише даними збіжності та (або) відтворюваності. Відносно розширену невизначеність було вираховано за формулою:

$$U = k \times u_c(y), \quad (3)$$

де: U – відносна розширена невизначеність;

u_c – стандартне відхилення відтворюваності;

k – коефіцієнт охоплення.

Стандартне відхилення відтворюваності (u_w) для даного методу становить $0,28 \log_{10}$ КУО/г. Тоді розширена невизначеність (U) з коефіцієнтом охоплення 2 (при довірчому рівні 95 %), становить:

$$U = 0,28 \times 2 \log_{10} \text{ КУО/г} = 0,56 \log_{10} \text{ КУО/г (табл. 2).}$$

Таблиця 2

Оцінка невизначеності методу дослідження *Staphylococcus aureus* з продуктів харчування за ДСТУ ISO 6888-1:2021

Стандартне відхилення відтворюваності, $\log_{10}$ КУО/г	Коефіцієнт охоплення	Довірча ймовірність	Розширена невизначеність, $\log_{10}$ КУО/г
u_w	k	P	U
0,28	2	95	0,56

Висновки

Проведені дослідження показують, що горизонтальний метод підрахування коагулазо-позитивних стафілококів (*Staphylococcus aureus* та інших видів) Частина 1. Метод з використанням агарового середовища Беард-Паркера (ISO 6888-1:1999, IDT) ДСТУ ISO 6888-1:2021 аналогічний з ДСТУ ISO 6888-

1:2003. Застосування даного нормативного документу при дослідженні 1,0 г зразку сухого яєчного продукту виконується правильно, результати прийнятні, про що свідчать дані з підтвердження отриманих величин: контрольованих меж $R_{\text{лаб}} \leq R_{\text{станд}}$, оцінки розширеної невизначеності методу $U = 0,56 \log_{10}$ КУО/г та значення стандартного відхилення $S_R = 0,102 \log_{10}$ КУО/г.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Derzhprodsposhyvsluzhba (2023). Informatsiia shchodo spalakhiv hostrykh kyshkovykh infektsiinykh zakhvoriuvan ta kharchovykh otruien za 11 misiatsiv 2023 roku ta vzhyti zakhody. URL: <https://dpss.gov.ua/news/informatsiia-shchodo-spalakhiv-hostrykh-kyshkovykh-infektsiinykh-zakhvoriuvan-ta-kharchovykh-otruien-za-11-misiatsiv-2023-roku-ta-vzhyti-zakhody> (in Ukrainian).
- DSTU EN ISO 11133:2014 (2016). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Hotuvannia, vyroblennia, zberihannia, vyprobuvannia kulturalnykh seredovyshech (EN ISO 11133:2014, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=105376 (in Ukrainian).
- DSTU EN ISO/IEC 17025:2019 (2021). Zahalni vymohy do kompetentnosti vyprobuvalnykh ta kalibruvalnykh laboratorii. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88724 (in Ukrainian).
- DSTU IDF 138:2003 (2004). Sukhe moloko. Vyznachannia *Staphylococcus aureus*. Metodyka pidrakhovuvannia kolonii za temperatury 37 °S (IDF 138:1986, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=108527 (in Ukrainian).
- DSTU ISO 16140:2006 (2007). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Protokol validatsii alternatyvnykh metodiv (ISO 16140:2006, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84232 (in Ukrainian).
- DSTU ISO 19036:2014 (2015). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Nastanova shchodo otsiniuvannia nevyznachenosti vymiriuvannia dlia kilkisnykh rezultativ (ISO 19036:2006, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=92119 (in Ukrainian).
- DSTU ISO 6887-1:2003 (2004). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Hotuvannia doslidzhenykh prob, vykhidnoi suspensii ta desiatykratnykh rozveden dlia mikrobiolohichnoho doslidzhuvannia. Chastyna 1. Zahalni pravyla vykhidnoi suspensii ta desiatykratnykh rozveden. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=95727 (in Ukrainian).
- DSTU ISO 6888-1:2021 (2023). Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalni metod pidrakhunku koahulazopozytyvnykh stafilokokiv (*Staphylococcus aureus* ta inshykh vydiv). Chastyna 1. Metod iz vykorystanniam aharyzovanoho seredovyshecha Berda - Parkera (EN ISO 6888-1:2021, IDT; IDT; ISO 6888-1:2021, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104971 (in Ukrainian).
- DSTU ISO 6888-2:2022 (2023). Mikrobiolohiia kharchovoho lantsiuha. Horyzontalni metod pidrakhunku koahulazopozytyvnykh stafilokokiv (*Staphylococcus aureus* ta inshykh vydiv). Chastyna 2. Metod iz vykorystanniam aharovoho seredovyshecha z fibrynohenom plazmy krolyka (EN ISO 6888-2:2021, IDT; ISO 6888-2:2021, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=108573 (in Ukrainian).
- DSTU ISO/TS 22117:2014 (2015). Mikrobiolohiia kharchovykh produktiv i kormiv dlia tvaryn. Spetsialni vymohy i metodolohichni pryntsyipy dlia kvalifikatsiinykh doslidzen metodom mizhlaboratornykh porivnian. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=106291 (in Ukrainian).
- EFSA & ECDC (2017). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. Microbiology of Food and Animals Feeding Stuffs. Brussels, European Commission, Enterprise and Industry Directorate-General. Brussels. EFSA J. 15(12), e05077. DOI: 10.2903/j.efsa.2017.5077.
- EFSA (European Food Safety Authority), Beloeil, P.-A., Bocca, V., Boelaert, F., Gibin, D., Guerra, B., Papanikolaou, A., & Stoicescu, A.-V. (2020). Zoonoses, antimicrobial resistance and food-borne outbreaks guidance for reporting 2019 data. EFSA supporting publication, 2020, EN-1792.110. DOI: 10.2903/sp.efsa.2020.EN-1792.
- Hennekinne, J. A., De Buyser, M. L., & Dragacci, S. (2012). *Staphylococcus aureus* and its food poisoning toxins: characterization and outbreak investigation. FEMS Microbiol Rev., 36(4), 815–836. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2011.00311.x.
- HOST 10444.2-94 (1998). Produkty kharchovi. Metody vyivlennia ta vyznachennia kilkosti *Staphylococcus aureus*. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84567 (in Ukrainian).
- Le Loir, Y., Baron, F., & Gautier, M. (2003). *Staphylococcus aureus* and food poisoning. Genet Mol Res., 2(1), 63–76. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12917803>.
- McMeekin, T. A., Brown, J. L., Krist, K., Miles, D., Neumeyer, K., Nichols, D. S., Olley, J., Presser K., Ratkowsky, D.A., Ross, T., Salter, M., & Soontrannon, S. (1997). Quantitative microbiology: a basis for food safety. Emerging Infect Dis 3(4), 541–550. DOI: 10.3201/eid0304.970419.



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies

ISSN 2519-268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f10130
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 691. 731

Cold-resistant high-strength cast iron (HCC) – production, use and problems of its development

N. N. Dronyuk¹, V. I. Kyryliv², A. V. Shalko^{3✉}, V. A. Anderson¹, I. N. Dronyuk¹

¹Institute of Physics and Technology of Metals and Alloys of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Karpenko Institute of Physics and Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Ukraine

³Stepan Gzhyskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 12.03.2024

Received in revised form
15.04.2024

Accepted 16.04.2024

Dronyuk, N. N., Kyryliv, V. I., Shalko, A. V., Anderson, V. A., & Dronyuk, I. N. (2024). Cold-resistant high-strength cast iron (HCC) – production, use and problems of its development. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 26(101), 199–203. doi: 10.32718/nvlvet-f10130

Institute of Physics and Technology
of Metals and Alloys of the National
Academy of Sciences of Ukraine,
Acad. Vernadskyi Blvd. 34/1,
Kyiv, 03142, Ukraine.

Karpenko Institute of Physics
and Mechanics of the National
Academy of Sciences of Ukraine,
Naukova str., 5, Lviv, 79060,
Ukraine.

Stepan Gzhyskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-912-20-82
E-mail: Shalko_av@ukr.net

It is common knowledge that at low and ultra-low temperatures, many metals and alloys are prone to cold brittleness, which leads to the destruction of bridges, pipelines, gas-pumping compressors and other equipment. As such material, it is advisable to use high-strength, cold-resistant cast iron with nodular graphite (HCV). The importance of manufacturing technology development, properties research and implementation of cold-resistant high-strength cast iron is shown. The effect of heat treatment on its mechanical properties was studied. HF castings, compared to billets from steel casting and rolling, have a number of significant advantages. The cold resistance of structural steels does not exceed minus 40 °C. HF differs favorably from steel in terms of its casting properties, its lower cost (by 15–20 %), stronger wear resistance, higher corrosion resistance, and better machinability by cutting; lower HF density (by 8–10 %) allows to reduce the mass of parts compared to the mass of steel parts; the damping ability to extinguish vibration mechanisms arising during operation is much higher in HF than in steel. We performed a whole complex of robots on the specified topic and as a result developed technologies for obtaining unalloyed cold-resistant high-strength cast iron with spheroidal graphite – HHF – capable of working up to -80 °C; -100 °C; -150 °C, and also implemented for mass production of castings. HHF has a unique combination of physical, mechanical, operational and technological properties, namely: high strength and plasticity, high cold resistance (down to minus -100 °C, -150 °C), very high damping capacity (this is a very important factor for wind turbine parts); high corrosion resistance, manufacturability of castings during their production, as well as cheapness compared to other structural materials. This type of cast iron is an ideal structural material for responsible highly loaded parts of wind energy installations (WEE) in both northern and high-altitude versions. In order to develop and verify the effectiveness of the technology for obtaining HVC, numerous tests of HVC metal samples on mechanical properties at normal and subzero temperatures were carried out. At the same time, certain regularities were obtained, which are described in numerous publications on this subject. Prospects for development and fields of its use are described.

Key words: Cold-resistant high-strength cast iron, low temperatures, cryogenic equipment, technological refrigeration equipment, wind power plants, castings, mechanical properties.

Холодостійкий високоміцний чавун (ХВЧ) – отримання, використання і проблеми його розвитку

М. М. Дронюк¹, В. І. Кирилів², А. В. Шалько^{3✉}, В. А. Андерсон¹, І. Н. Дронюк¹

¹Фізико-технологічний інститут металів і сплавів НАН України, м. Київ, Україна

²Фізико-механічний інститут імені Г. В. Карпенка НАН України, м. Львів, Україна

³Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Загальновідомо, що за низьких і наднизьких температур багато металів і сплавів схильні до холодноламкості, що призводить до руйнувань мостів, трубопроводів, газоперекачувальних компресорів та іншої техніки. Як такий матеріал доцільно застосовувати високостійкий холодостійкий чавун з кулястим графітом (ХВЧ). Показано важливість розробки технології виготовлення, дослідження властивостей та впровадження холодостійкого високоміцного чавуну. Досліджено вплив термічної обробки на його механічні властивості. Виливки з ВЧ, порівняно із заготовками зі сталевого лиття та прокату, мають цілу низку істотних переваг. Холодостійкість конструкційних сталей не перевищує мінус 40 °С. ВЧ вигідно відрізняється від сталі за своїми ливарними властивостями, меншою його собівартістю (на 15–20 %), сильнішою зносостійкістю, вищою корозійною стійкістю та кращою оброблюваністю різанням; менша щільність ВЧ (на 8–10 %) дозволяє знизити масу деталей проти маси деталей зі сталі; демпфуюча здатність гасить механізми вібрації, що виникають при роботі, у ВЧ значно вища, ніж у сталі. Нами виконано цілий комплекс робіт за вказаною тематикою і в результаті розроблено технології отримання нелегованого холодостійкого високоміцного чавуну з кулястим графітом – ХВЧ – працездатним до -80 °С; -100 °С; -150 °С, а також впроваджена для масового виробництва виливок. ХВЧ має унікальне поєднання фізико-механічних, експлуатаційних та технологічних властивостей, а саме: високою міцністю та пластичністю, високою холодостійкістю (до мінус -100 °С, -150 °С), дуже високою демпфуючою здатністю (це є дуже важливим фактором для деталей ВЕУ); високою корозійною стійкістю, технологічністю виливків при їх виготовленні, а також дешевизною порівняно з іншими конструкційними матеріалами. Саме такий чавун є ідеальним конструкційним матеріалом для відповідальних високонавантажених деталей вітрових енергетичних установок (ВЕУ) як у північному, так і високогірному виконанні. Для розробки та перевірки ефективності технології отримання ХВЧ проведено численні випробування зразків металу ХВЧ на механічні властивості за нормальних та мінусових температурах. При цьому отримано певні закономірності, які описані у чисельних публікаціях за цією тематикою. Описано перспективи розвитку та галузі його використання.

Ключові слова: холодостійкий високоміцний чавун, низькі температури, кріогенна техніка, технологічне холодильне обладнання, вітрові енергетичні установи, виливки, механічні властивості.

Вступ

Технічний прогрес створив небезпечну екологічну ситуацію шляхом непомірного навантаження на екосистему (Kyrylenko, 2020). Однією із вагомих складових поліпшення цієї ситуації є виробництво прогресивних енергоощадних матеріалів. Серед них варто вирізнити високоміцний чавун. У зв'язку з інтенсивним освоєнням північних районів планети і потребою у холодостійких конструкційних матеріалах для машин і механізмів у північному виконанні, для технологічного холодильного обладнання харчової і переробної промисловості, для кріогенної техніки, а також для металевих конструкцій вітрових енергетичних установок (ВЕУ) у північному і високогірному виконанні виникає гостра необхідність у створенні надійного і дешевого холодостійкого конструкційного матеріалу.

Загальновідомо, що за низьких і наднизьких температур багато металів і сплавів схильні до холодноламкості, що призводить до руйнувань мостів, трубопроводів, газоперекачувальних компресорів та іншої техніки. Як такий матеріал доцільно застосовувати холодостійкий високоміцний чавун (ХВЧ) з кулястим графітом.

Виливки з високоміцного чавуну (ВЧ), порівняно із заготовками зі сталевого лиття та прокату, мають цілу низку істотних переваг. Холодостійкість конструкційних сталей не перевищує мінус 40 °С. ВЧ вигідно відрізняється від сталі за своїми ливарними властивостями, меншою його собівартістю (на 15–20 %), сильнішою зносостійкістю, вищою корозійною стійкістю та кращою оброблюваністю різанням; менша щільність ВЧ (на 8–10 %) дозволяє знизити масу деталей проти маси деталей зі сталі; демпфуюча здатність гасить механізми вібрації, що виникають при роботі, у ВЧ значно вища, ніж у сталі.

Нині обсяг виробництва лиття із сірого чавуну становить близько 46,0 %, зі сталевого лиття – близько 9,0 %, та якщо з ВЧ – понад 25,0 % від загального світового виробництва лиття чорних і кольорових сплавів. Ці показники підтверджують загальновідомі

переваги лиття із ВЧ порівняно з литтям зі сталі. Зменшення обсягів виробництва лиття зі сталі здійснюється за рахунок подальшого зростання обсягів виробництва лиття з ВЧ (Dronyuk, 1985; 1987; Kyrylenko, 2020; Dronyuk, 2021).

ВЧ широко застосовується майже у всіх галузях промисловості: транспортне машинобудування, верстатобудування, суднобудування, дорожнє та енергетичне машинобудування, а також у нафто- та газодобувній та інших галузях промисловості.

ВЧ, при всіх його відомих і незаперечних перевагах, має суттєвий недолік – це недостатня холодостійкість звичайних марок ВЧ, що обмежує його застосування за низьких температур – нижче мінус 50 °С. Тому підвищення холодостійкості ВЧ є дуже важливою проблемою і потребує комплексного рішення (Dronyuk, 2021).

Нами виконано комплекс робіт за вказівною тематикою і в результаті термообробки виливок розроблено технології отримання нелегованого холодостійкого високоміцного чавуну з кулястим графітом – ХВЧ – до -80 °С; -100 °С; -150 °С, а також впроваджено їх у масове виробництва (Dronyuk, 1985; 1987; 1991).

ХВЧ володіє унікальним поєднанням фізико-механічних, експлуатаційних та технологічних властивостей, а саме: високою міцністю та пластичністю, високою холодостійкістю (до мінус -100 °С, -150 °С), високою демпфуючою здатністю (це є дуже важливим фактором для деталей ВЕУ); високою корозійною стійкістю, технологічністю виливків під час їх виготовлення, а також дешевизною порівняно з іншими конструкційними матеріалами. Саме такий чавун є ідеальним конструкційним матеріалом для відповідальних високонавантажених деталей ВЕУ як у північному виконанні.

Для розробки та перевірки ефективності технології отримання ХВЧ проведено численні випробування зразків металу ХВЧ для визначення механічних властивостей за нормальних та мінусових температур. При цьому отримано цінні певні закономірності, які описано у чисельних публікаціях за цією тематикою (Dronyuk, 1985; 1987; 1991; 2021; 2022).

Нижче наведено результати одного з чисельних варіантів досліджень механічних властивостей нелегованого ХВЧ при нормальних та мінусових (до -150°C) температурах.

Технологія отримання металу ХВЧ, його хімічний склад та структура, а також виготовлення зразків на механічні випробування та їх випробування викладено у (Dronyuk, 1985; 1987; 1991; 2021).

Мета дослідження

Мета роботи – дослідити вплив термічної обробки на зміну механічних властивостей високоміцного чавуну стосовно умов роботи обладнання за низьких температур.

Таблиця 1

Показники міцності, пластичності та ударної в'язкості нелегованого ХВЧ при нормальних та мінусових температурах

ХВЧ стан	Температура випробувань, °C	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_1 , %	ψ , %	КС, Дж/см ²
Литий ХВЧ1	+20	504	310	14,0	8,2	42
	-60	599	382	13,0	8,0	20
	-80	-	-	-	-	10
	-100	607	398	10,1	7,6	5
	-150	621	457	7,2	7,6	-
Термооброблений за режимом № 1 ХВЧ2	+20	396	308	14,5	10,5	113
	-60	493	352	16,0	11,0	114
	-80	-	-	-	-	25
	-100	483	367	10,0	9,8	30
	-150	486	373	9,0	10,0	7
Термооброблений за режимом № 2 ХВЧ3	+20	415	277	18,5	13,5	130
	-60	490	335	20,0	14,5	120
	-80	-	-	-	-	128
	-100	470	339	12,5	12,9	52
	-150	506	365	12,1	12,0	11

Аналіз даних, наведених у таблиці 1, дозволяє зробити такі висновки:

- характеристики міцності σ_b і $\sigma_{0,2}$ ХВЧ1, ХВЧ2 і ХВЧ3 перебувають на високому рівні, а при зниженні температури від +20 °C до -150 °C ці показники зростають в 1,2–1,3 рази;

- для термооброблених ХВЧ2 і ХВЧ3 характерним є незначне, але закономірне процентне підвищення, при зниженні температури від +20 °C до -60 °C, а при подальшому зниженні температури від -60 °C до -150 °C, воно знижується, при цьому найменшою мірою ХВЧ3 (від 18,5 до 12,1 %);

- показник Ψ , % у досліджуваному інтервалі температур знижується дуже мало; при цьому найвищі показники має ХВЧ3;

- Показник КСУ, Дж/см² ХВЧ3 при зниженні температури від +20 °C до -80 °C майже не знижується (від 130 до 128 Дж/см²), а при подальшому зниженні температури до -150 °C знижується значно.

Загалом при зниженні температури від +20 °C до -150 °C зміни механічних властивостей та показників пластичності литого та термообробленого ХВЧ піддаються тим самим закономірностям. При цьому найефективнішим чавуном є ХВЧ3.

Матеріал і методи досліджень

Механічні властивості чавунів (σ_b , $\sigma_{0,2}$, δ_1 і ψ) досліджували на стандартних циліндричних зразках діаметром 5 мм. Ударну в'язкість чавунів (КСУ) досліджували використовуючи зразки Шарпі. Зразки перед випробуванням охолоджували у рідкому азоті до відповідних температур.

Результати та їх обговорення

Результати комплексного дослідження механічних властивостей ХВЧ наведені у таблиці 1.

Використання ХВЧ для енергетичних вітрових установок – ВЕУ. Для умов роботи металевих конструкцій ВЕУ важливими експлуатаційними характеристиками металу є демпфуюча здатність, тріщиностійкість і антикорозійна стійкість. Структура металу ВЧ, що складається з металевої матриці та графітних включень кулястої форми, має дуже високу демпфуючу здатність, що дозволяє ефективно гасити вібрації конструкцій ВЕУ при їх роботі, на відміну від сталевих конструкцій, метал яких має суцільну металеву матрицю (Dronyuk, 2021).

Враховуючи екстремальні умови роботи ВЕУ, варто зазначити, що металеві конструкції ВЕУ повинні володіти при нормальних і мінусових температурах обов'язковим поєднанням таких основних експлуатаційних характеристик: високими механічними властивостями та характеристиками пластичності; високою демпфуючою здатністю. Всім цим вимогам відповідає лише ХВЧ.

Використання ХВЧ для кріогенної техніки. У кріотехніці використовують 4 основні групи холодостійких металевих матеріалів:

1) низьколеговані сталі, що працюють за температур до мінус 600 °C;

2) сталі, леговані нікелем, хромом, титаном та молибденом, що працюють при температурі до мінус 103 та 150 °C;

3) леговані сталі, а також сплави кольорових металів, що працюють за температури до мінус 196 та 150 °C;

4) високолеговані сталі, кольорові сплави, що працюють за температур мінус 196 та 150 °C.

Перераховані вище матеріали є дорогими порівняно з ХВЧ. Перша група холодостійких матеріалів кріотехніки – це низьколеговані сталі, що працюють за температури до мінус 600 °C. Нами розроблено та впроваджено у виробництво ХВЧ для масового виробництва виливків, працездатних до мінус 60 °C (Dronyuk, 1985). Крім того, показники міцності та пластичності ХВЧ, а також ударної в'язкості наведені в таблиці.

Друга група – це леговані сталі які передбачають працездатність за температур до мінус 103 та 150 °C. Вище перелічені показники перебувають на рівні показників за мінус 100 °C і безумовно забезпечують необхідну працездатність ХВЧ другої групи.

Що стосується третьої та четвертої груп холодостійких матеріалів, що працюють за температур нижче мінус 196 та 150 °C, то потрібне їх подальше технологічне доопрацювання, що дозволяє забезпечити підвищення холодостійкості чавуну від мінус 150 °C до мінус 200 °C і нижче. Такі шляхи підвищення холодостійкості ВЧ нам відомі.

Інші галузі використання ХВЧ. ХВЧ рекомендується використовувати для наступних напрямів:

1. Для деталей машин та механізмів у північному виконанні.

Виливки з ХВЧ можуть бути використані як для великовантажних автомобілів, бронетехніки, екскаваторів, всюдиходів-амфібій, так і для інших машин і механізмів, в т. ч. для гірничодобувної техніки.

2. Для деталей високонавантажених металевих конструкцій вітроенергетичних установок (Dronyuk, 2022), а також інших промислових висотних металевих конструкцій у північному виконанні.

За своїми фізико-механічними властивостями, у т. ч. високої демпфуючої здатності та високої корозійної стійкості, ХВЧ є ідеальним матеріалом для відповідальних високо навантажених деталей вітроенергетичних установок як у північному, так і високогірному виконанні. Також ХВЧ можна рекомендувати для металевих конструкцій високовольтних ліній та інших конструкцій, що працюють за низьких температур.

3. Для виливків холодильного обладнання харчової і переробної промисловості.

Для першої та другої груп кріотехніки можна рекомендувати ті розробки, що забезпечують працездатність ХВЧ в умовах до мінус 150 °C.

4. За умови доопрацювання технології отримання ХВЧ з метою досягнення його холодостійкості до мінус 200 °C і нижче такий чавун можна рекомендувати як матеріал для ємностей і резервуарів при збереженні та транспортуванні водню і різних водневих сполук у рідкому стані за низьких температур.

Таким чином, розроблена технологія отримання ХВЧ забезпечує його працездатність до мінусових температур -150 °C і дозволяє його рекомендувати як холодостійкий матеріал: для деталей машин і механізмів у північному виконанні, для високонавантажених металевих конструкцій вітроенергетичних установок та інших промислових висотних конструкцій, а також для деталей кріогенної техніки. Це також дозволить економити матеріальні і енергетичні ресурси під час експлуатації (Buckleu, 1981; Jost & Shofil, 1982).

Подальші роботи з отримання ХВЧ та розширення сфер його застосування. У подальших перспективних напрямках за проблемою ХВЧ необхідно виходити з позицій досягнутих результатів пластичності та холодостійкості, наведених у таблиці 1.

Необхідно відмітити наступне. При досить високих об'ємах застосування ВЧ та суттєвих темпах щорічного його приросту нині поки що незаслужено відсутнє належне розуміння актуальності проблеми підвищення холодостійкості ВЧ. Очевидно, враховуючи розвиток світової промисловості та безсумнівну потребу в холодостійких матеріалах, ера подальшого розвитку та застосування ХВЧ має наступити найближчим часом.

Використання вже випробуваних, зокрема ноу-хау, а також відомих перспективних та доступних технологій, без сумніву, дозволить підвищити пластичність металу на 25–35 %, а також забезпечити підвищення показника холодостійкості на 50–70 °C, досягнувши мінус 200–220 °C. Подальше підвищення холодостійкості металу в промисловості не потрібне.

Дуже актуальним етапом у розвитку холодостійкості ВЧ, поруч із пластичністю, є відпрацювання стабільного та гарантованого технологічного процесу отримання заданих показників.

Застосування ХВЧ замість дорогих металевих матеріалів, що застосовуються в даний час, в рекомендованих, а також в інших галузях промисловості, без сумніву, забезпечить значний економічний ефект.

У колишньому СРСР, як і в Україні, механічні властивості, у т. ч. холодостійкість ВЧ, визначали на зразках, вирізаних з виливків литих клиноподібних проб, згідно з рекомендованими схемами порізки на зразки для їх подальших випробувань за різних температур. Ця методика дуже трудомістка. Тому доцільно розробити нову сучасну просту методику визначення механічних властивостей і холодостійкості ВЧ, а також можливо одночасно і для інших металевих матеріалів. Така розробка необхідна для дослідників, які займатимуться визначенням механічних властивостей та холодостійкості ВЧ.

У зв'язку з цим доцільно організувати міжнародний центр МЦ ХВЧ в одній з таких країн: США, Канада, ФРН, Україна або в інших країнах. Такий центр значно спростить та прискорить розвиток ХВЧ у світовій промисловості.

Висновки

Проведення термічної обробки за різних режимів підвищує холодостійкість високоміцного чавуну. В залежності від експлуатаційних умов необхідно про-

водити різну термічну обробку. Це уможливорює його використання для виробництва деталей холодильного обладнання в харчовій і переробній промисловості та кріотехніки.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Buckleu, D. H. (1981). *Surface effects in adhesion, friction, wear, and lubrication*. New York: Elsevier. URL: <https://shop.elsevier.com/books/surface-effects-in-adhesion-friction-wear-and-lubrication/buckley/978-0-444-41966-8>.
- Dronyuk, N. N. (1985). Cold-resistant high-strength cast iron with nodular graphite for ZIL car castings. *Journal "Foundry Production"*, 8, 30–31.
- Dronyuk, N. N. (1987). Increasing the cold resistance of cast iron to – 100 °C. *Journal "Foundry Production"*, 6, 26–27.
- Dronyuk, N. N. (1991). *Preparation, properties and applications of cold-resistant ductile iron*. Monograph. UkrNIINTI, Kyiv.
- Dronyuk, N. N. (2021). Cold-resistant high-strength cast iron for castings in northern design and cryotechnics. *Journal "New Energy"*, 10, 20–23.
- Dronyuk, N. N. (2022). Cold-resistant high-strength cast iron and its use for wind power plant structures. *Journal "New Energy"*, 1, 13–17.
- Jost, P., & Shofil, J. (1982). Saving energy with the help of tribotechnics. Technical and economic study. *Friction and wear*, 3(2), 356–366.
- Kyrylenko, I. H. (2020). *Kudy pryishla liudyno rozumna?* *Visnyk NAN Ukrainy*, 11, 3–14. DOI: [10.15407/visn2020.11.003](https://doi.org/10.15407/visn2020.11.003) (in Ukrainian).



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f101
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Зміст

1.	Bila V. V., Merzlova H. V., Bilyi V. Y., Merzlov S. V., Mashkin Y. O. Microbiological indicators of cottage cheese using different rennet leavens	3
2.	Кравченко О. І., Михалютенко С. М., Кузьменко Л. М. Вплив температури зберігання на зміну мікробіологічних показників свіжого м'якого сиру ...	8
3.	Котляр Є. О., Єгоров Б. В., Левчук І. В. Розроблення технології виробництва олії Extra Virgin з насіння різних сортів винограду	13
4.	Ющенко Н. М., Шевчук Ю. В. Науково-практичне обґрунтування використання нетрадиційної сировини у технології панкейків для дієтичного харчування	20
5.	Берник І. М., Новгородська Н. В., Овсієнко С. М. Технологія варено-копчених ковбасних виробів за використання побічних продуктів переробки олійного виробництва	26
6.	Лялик А. Т., Кравченко Х. Ю., Кухтин М. Д. Характеристика бродильних змін у тісті для житньо-пшеничного хліба з додаванням пропіоновокислих й молочнокислих бактерій	35
7.	Карпик Г. В., Свента Н. М. Стабілізація споживчих характеристик хліба, виготовленого з пшеничного борошна зі зниженими хлібопекарськими властивостями	41
8.	Кузьменко Л. М., Шостя А. М., Усенко С. О., Поліщук А. А., Ільченко М. О., Шаферівський Б. С. Вплив шроту соняшника в комбікормах на забійні та м'ясні якості свиней	48
9.	Арутюнян Д. А., Покотило О. С. Жирнокислотний склад твердого сиру сичужного з насінням льону	56
10.	Коляновська Л. М., Нистеренко І. О. Доцільність використання соєвої сировини	61
11.	Новгородська Н. В., Берник І. М., Овсієнко С. М. Сокові напої на основі овочевої сировини	70
12.	Соломон А. М. Роль харчових волокон у функціональному харчуванні	77
13.	Бородай А. Б., Суткович Т. Ю., Геречук А. М., Левченко Ю. В. Удосконалення технології попередньої обробки м'яса для приготування в закладах ресторанного господарства	84
14.	Ціж Б., Марголич І. Старіння і деградація прозорих тонкоплівкових електродів йодиду міді для функціональних пристроїв електронної техніки	91
15.	Король-Безпала Л. П., Безпалий І. Ф., Бондаренко Л. В., Король А. П., Наріжний С. А. Оцінка якості та безпечності червоної ікри лососевих риб	97
16.	Коркач Г., Котузаки О., Макарова О., Толстих В. Інкапсуляція пробіотичних бактерій у пектинові та пектин-хітозанові матриці для використання у кондитерських výroбах	103
17.	Масняк І. В., Салата В. З., Гудим О. В., Кококовський О. В., Бойко Н. Р. Розробка технології й дослідження властивостей кисломолочного продукту з селерою	114

18.	Сідоров А. М., Процак П. В., Кухтин М. Д., Войтко Х. В.	
	Характеристика технології виробництва пшеничного хліба з органічними кислотами	121
19.	Хомич Г. П., Наконечна Ю. Г., Олійник Л. Б., Гайворонська З. М., Наконечний К. Р.	
	Використання відходів сокового виробництва у технології харчових продуктів	127
20.	Овсієнко С. М., Берник І. М., Новгородська Н. В., Новгородський О. В.	
	Оцінка якості бринзи із суміші молочної сировини	135
21.	Струтинська Л. Р., Бойківська С. Є.	
	Вплив дистанційного навчання на успішність засвоєння базових дисциплін студентів технічних напрямків підготовки	143
22.	Герцик О., Ташак М., Пандяк Н., Шалько А., Слободний В.	
	Корозійна тривкість аморфних кобальтових сплавів у розчинах ацетатної кислоти	150
23.	Цісарик О. Й., Мусій Л. Я., Сливка І. М., Луцик І. М.	
	Розроблення технології функціонального молочного продукту з фітокомпонентами	156
24.	Овсієнко С. М.	
	Збагачення хлібобулочних виробів нетрадиційною сировиною	164
25.	Гребельник О. П., Загоруй Л. П., Калініна Г. П., Кульбаченко Ю. Л., Андрійчук А. В., Мазур Т. Г., Цебро А. Д.	
	Дослідження якості безлактозного молока за зберігання	171
26.	Borshch O., Narizhnyy S., Mashkin Y., Osipenko I.	
	Comparison of the effect of different rennet enzymes on the amino acid composition and sensory parameters of Lyubitelskyi cheese	177
27.	Берник І. М., Руденко І. А., Новгородська Н. В., Овсієнко С. М., Колісніченко А. Р., Дідик Т. В.	
	Морозиво з ягідно-овочевим наповнювачем	181
28.	Квітківська Н. П., Іщенко В. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Іщенко М. В.	
	Моніторинг основних показників якості молока українських виробників молочної продукції ...	190
29.	Куршева А. М., Яненко У. М., Кос'янчук Н. І.	
	Верифікація методу виявлення <i>Staphylococcus aureus</i> з харчової продукції	194
30.	Дронюк М. М., Кирилів В. І., Шалько А. В., Андерсон В. А., Дронюк І. Н.	
	Холодостійкий високоміцний чавун (ХВЧ) – отримання, використання і проблеми його розвитку	199



**Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького.
Серія: Харчові технології**

**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f101
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Content

1. **Bila V. V., Merzlova H. V., Bilyi V. Y., Merzlov S. V., Mashkin Y. O.**
Microbiological indicators of cottage cheese using different rennet leavens 3
2. **Kravchenko O. I., Mykhailiutenko S. M., Kuzmenko L. M.**
Effect of storage temperature on the change of microbiological indicators of fresh soft cheese 8
3. **Kotliar Ye., Iegorov B., Levchuk I.**
Development of a technology of manufacturing Extra Virgin oil from seeds of different grape cultivars 13
4. **Yushchenko N. M., Shevchuk Yu. V.**
Scientific and practical justification of the use of non-traditional raw materials in the technology of pancakes for dietary nutrition 20
5. **Bernyk I. M., Novgorodska N. V., Ovsienko S. M.**
Technology of the boiled-smoked sausage products is for the use of side foods of processing of oil-bearing production 26
6. **Lialyk A., Kravcheniuk K., Kukhtyn M.**
Characteristics of fermentation changes in the dough for rye-wheat bread with the addition of propionic and lactic acid bacteria 35
7. **Karpyk H., Sventa N.**
Stabilization of consumer characteristics of bread made from wheat flour with reduced baking properties 41
8. **Kuzmenko L. M., Shostya A. M., Usenko S. O., Polishuk A. A., Ilchenko M. O., Shaferivskyi B. S.**
The influence of sunflower meal in feed on slaughter and meat quality of pigs 48
9. **Arutyunyan D. A., Pokotylo O. S.**
Fatty acid composition of hard rent cheese with flax seeds 56
10. **Kolianovska L. M., Nysterenko I. O.**
The feasibility of using soybean raw materials 61
11. **Novgorodska N. V., Bernyk I. M., Ovsienko S. M.**
Juice drinks based on vegetable raw materials 70
12. **Solomon A. M.**
The role of dietary fiber in functional nutrition 77
13. **Borodai A. B., Sutkovych T. Yu., Heredchuk A. M., Levchenko Yu. V.**
Improvement pre-treatment technology of meat for the preparation in restaurants 84
14. **Tsizh B., Margolych I.**
Aging and degradation of transparent copper iodide thin film electrodes for functional electronic devices 91
15. **Korol-Bezpal L., Bezpal L., Bondarenko L., Korol A., Narizhnyy S.**
Assessment of quality and safety of red caviar of salmon fish 97
16. **Korkach H., Kotuzaki O., Makarova O., Tolstykh V.**
Encapsulation of probiotic bacteria in pectin and pectin-chitosan matrices for use in confectionery products 103
17. **Masnyak I., Salata V., Gudym O., Kokokvskyi O., Boyko N.**
Development of technology and research of properties of fermented milk product with celery 114

18.	Sidorov A., Protsak P., Kukhtyn M., Voytko K. Characteristics of the production technology of wheat bread with organic acids	121
19.	Khomych G. P., Nakonechna Yu. G., Oliynyk L. B., Gaivoronska Z. M., Nakonechnyy K. R. Use of juice production waste in food technology	127
20.	Ovsienko S. M., Bernyk I. M., Novgorodska N. V., Novhorodskyi O. V. Evaluation of the quality of brynza cheese from a mixture of dairy raw materials	135
21.	Strutynska L. R., Boikivska S. E. The influence of distance learning on the success of mastering the basic disciplines of students in technical areas of training	143
22.	Hertsyk O., Tashak M., Pandiak N., Shalko A., Slobodnyj V. Corrosion resistance of amorphous cobalt alloys in acetic acid solutions	150
23.	Tsisaryk O., Musii L., Slyvka I., Lutsyk I. Development technology of functional dairy product with phytocomponents	156
24.	Ovsienko S. M. Enrichment of bakery products with non-traditional raw materials	164
25.	Hrebelnyk O., Zahorui L., Kalinina H., Kulbachenko Yu., Andriychuk A., Mazur T., Tsebro A. Study of the quality of lactose-free milk during storage	171
26.	Borshch O., Narizhnyy S., Mashkin Y., Osipenko I. Comparison of the effect of different rennet enzymes on the amino acid composition and sensory parameters of Lyubitelskyi cheese	177
27.	Bernyk I. M., Rudenko I. A., Novgorodska N. V., Ovsienko S. M., Kolisnichenko A. R., Didyk T. V. Ice cream with berry and vegetable filler	181
28.	Kvitkovskaya N. P., Ischenko V. M., Kochubei-Lytvynenko O. V., Ischenko M. V. Monitoring of the main indicators of milk quality of Ukrainian dairy producers	190
29.	Kursheva A. M., Yanenko U. M., Kosyanchuk N. I. Verification the detection method <i>Staphylococcus aureus</i> from food products	194
30.	Dronyuk N. N., Kyryliv V. I., Shalko A. V., Anderson V. A., Dronyuk I. N. Cold-resistant high-strength cast iron (HCC) – production, use and problems of its development ..	199

НАУКОВИЙ ВІСНИК
ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
імені С.З. ГЖИЦЬКОГО
заснований у 1998 році

Scientific Messenger
of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

СЕРІЯ: ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ
SERIES: FOOD TECHNOLOGIES

Том 26 № 101

Підписано до друку 30.05.2024. Формат 60x84/8
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 24,18
Наклад 300 прим. Зам. № 30/05.

Друк ФОП Корпан Б.І.
Львівська обл., Пустомитівський р-н., с Давидів, вул. Чорновола 18
Ел. пошта: bkorpan@ukr.net, тел. 093-480-6141
Код ДРФО 1948318017, Свідоцтво про державну реєстрацію
В02 № 635667 від 13.09.2007