

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 24 № 97**

**2022**

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 перереєстрація згідно з наказом Міністерства освіти і науки України № 1301 від 15 жовтня 2019 р.).

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

#### РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

##### Голова редакційної колегії:

В. В. СТИБЕЛЬ, д. вет. н. (Україна)

##### Заступник голови редакційної колегії

О. М. ФЕДЕЦЬ, к. с.-г. н. (Україна)

##### Відповідальний секретар

Б. В. ГУТИЙ, д. вет. н. (Україна)

##### Члени редакційної колегії

В. М. АТАМАНЮК, д. т. н. (Україна)  
Л. В. БАЛЬ-ПРИЛИПКО, д. т. н. (Україна)  
Ю. Л. БЛОНОГА, д. т. н. (Україна)  
О. Я. БЛИК, 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)  
Ю. Р. ГАЧАК, к. 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. ПАСЕЧКО, д. т. н. (Республіка Польща)  
Б. І. СОКІЛ, д. 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 № 4 від 28.06.2022 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:

V. STYBEL, Dr. Vet. Sci. (Ukraine)

##### Deputy Editors:

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

##### Executive Secretary:

B. GUTYJ, Dr. Vet. 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)  
Y. HACHAK, Cand. 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)  
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 № 4 of 28.06.2022).

##### 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-f9701  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 539.23

## Production of thin film of multicomponent inorganic semiconductors under quasi-equilibrium conditions

B. Tsizh<sup>1,2</sup>✉, Z. Dziamski<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine

### Article info

Received 17.01.2022

Received in revised form

17.02.2022

Accepted 18.02.2022

Kazimierz Wielki University in  
Bydgoszcz, 30 Chodkiewicza,  
Bydgoszcz, 85-064, Poland.

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska Str., 50, Lviv,  
79010, Ukraine.  
Tel.: +38-032-239-26-35  
E-mail: tsizhb@ukr.net

*Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2022). Production of thin film of multicomponent inorganic semiconductors under quasi-equilibrium conditions. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 3–8. doi: 10.32718/nvlvet-f9701*

Issues of improving the properties of semiconductor thin film and their reproducibility, as well as improving and reducing the cost of manufacturing technology stimulate research and development of new, advanced methods. Therefore, it is important to optimize the technology of getting reproducible, competitive, high-tech thin films of multicomponent semiconductor compounds with predetermined properties. In the given article it is shown that constructive and technological improvements of a method of thermal spraying in vacuum allow to minimize nonequilibrium conditions of film growth, keeping the advantages of thermovacuum spraying, such as high reproducibility, processability and productivity, a wide range of variations in the synthesis conditions, and, accordingly, the properties of condensates, maximum purity of growth processes, as well as ease of performing and management and cost-effectiveness of the process of getting perfect condensates. For this purpose, we have developed a special construction of a quasi-fusion evaporator and a device for getting semiconductor film in vacuum, as well as a version of a transparent “hot wall”. The resistivity, cross section and geometric dimensions of the cover and the heater of the developed structures were selected so that in the mode of resistive heating of the evaporator temperature gradient due to the difference in their electrical resistance, and, accordingly, the Joule heat of current, in the temperature range 673... 1473 K provided the temperature of the cover 1.1 ... 1.3 times higher than the temperature of the heater. Due to the elevated temperature of the cover, the solid fraction is either repelled on the sublimating (evaporating) surface and the walls of the crucible, or undergoes sublimation (evaporation) from the surface of the cover. Depending on the values of the sputtering rate, the grain size of semiconductor polycrystalline film varied from units of nanometers to several micrometers. Crystallinely ordered films were got at relatively low values of the sputtering rate (0.5...5 nm·s<sup>-1</sup>). It was set up the technological conditions for getting thin films of multicomponent semiconductors, which ensure the independence of the chemical composition of condensates from the evaporation rate in the wide range from 0.05 to 20 nm·s<sup>-1</sup>, uniform composition of the gas phase during sublimation, absence of inhomogeneous solids in films, wide range properties of condensates and their high reproducibility.

**Key words:** thin films, semiconductors, technological methods of obtaining, thermal spraying, quasi-equilibrium conditions.

## Отримання тонких плівок багатокomпонентних неорганічних напівпровідників у квазірівноважних умовах

Б. Циж<sup>1,2</sup>✉, З. Дзямські<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Bydgoszcz, Poland

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

*Питання поліпшення властивостей напівпровідникових тонких плівок і їхньої відтворюваності, а також удосконалення і зде- шевлення технології їх виготовлення стимулюють дослідження і розробку нових, прогресивних методик. Тому важливою є оптимізація технології отримання відтворюваних, конкурентоздатних, високотехнологічних тонких плівок багатоконпонентних напівпровідникових сполук із наперед заданими властивостями. В даній статті показано, що конструктивні та технологічні вдосконалення методу термічного наплення у вакуумі дозволяють мінімізувати нерівноважні умови росту плівок, зберігаючи при цьому такі переваги термовакуумного наплення, як високі відтворюваність, технологічність і продуктивність, широкий спектр варіювання умовами синтезу, а відповідно і властивостями конденсатів, максимальна чистота процесів росту, а також простота виконання і керування та економічність процесу отримання досконалих конденсатів. Для цього нами розроблена спеціальна конструкція квазіефузійного випарника та пристрій для отримання напівпровідникових плівок у вакуумі, а також варіант прозорі "гарячої стінки". Питомий опір, поперечний переріз і геометричні розміри кришки і нагрівника розроблених конструкцій підбирали таким чином, щоби в режимі резистивного нагрівання випарника градієнт температур за рахунок різниці їх електроопору, а відповідно і Джоулевої теплоти струму, в температурному інтервалі 673...1473 К забезпечував температуру кришки в 1,1...1,3 раза більшу від температури нагрівника. За рахунок підвищеної температури кришки твердотільна фракція або відштовхується на сублимуючу (випаровуючу) поверхню і стінки тигля, або зазнає сублимації (випаровування) з поверхні кришки. Залежно від значень швидкості наплення розмір зерен напівпровідникових полікристалічних плівок змінювався від одиниць нанометрів до декількох мікрометрів. Кристалічно впорядкованіші плівки отримували при порівняно низьких значеннях швидкості наплення (0,5...5 нм·с<sup>-1</sup>). Встановлено технологічні умови отримання тонких плівок багатоконпонентних напівпровідників, які забезпечують незалежність хімічного складу конденсатів від швидкості випаровування в широких межах від 0,05 до 20 нм·с<sup>-1</sup>, рівномірний склад газової фази при сублимації, відсутність неоднорідних твердотільних включень у плівках, широкий спектр фізичних властивостей конденсатів та їхню високу відтворюваність.*

**Ключові слова:** тонкі плівки, напівпровідники, технологічні методи отримання, термічне наплення, квазірівноважні умови.

## Introduction

In previous reviews (Tsizh & Dziamski, 2019; 2020) we have given an analysis of existing methods for applying thin films of inorganic semiconductor materials. This analysis showed that the technological aspects of obtaining semiconductor films have been studied in detail for many years and today we have formed dozens of relevant methods and technological regulations. However, the issues of improving the properties of semiconductor films and their reproducibility, as well as improving and reducing the cost of production technology stimulate research and development of new, advanced techniques (Bunshah, 1994; Seshan, 2002; Hosokawa et al., 2008; Bahmut, 2014; Hartmut & Hamid, 2015; Antoniuk, 2016; Shahinian, 2017). Therefore, a significant amount of our research was devoted to the optimization of the technology of reproducible, competitive, high-tech thin films of multicomponent semiconductor compounds with predetermined properties (Aksimentyeva et al., 2018).

The choice of method of manufacturing thin films is determined by the optimal expected set of their properties in combination with the maximum reproducibility, manufacturability and economy of the process. After analyzing the known methods of obtaining semiconductor condensates, we focused in more detail on thermal spraying in vacuum, which, despite the nonequilibrium conditions of films growth, has good manufacturability, a wide range of variations in synthesis conditions, and, accordingly, the properties of condensates, maximum purity of growth processes, reproducibility, productivity, as well as ease of execution and management, which makes it a universal method for many modern developments, in particular, for the creation of thin-film sensitive elements for gas sensors and other electronic devices, including for use in the food and processing industries. In addition, the results of constructive and technological improvements in the method of thermal spraying in vacuum give reason to hope to minimize the imbalance of the conditions of film growth and obtaining perfect condensates.

## Material and methods

The application of multicomponent semiconductor thin films of materials such as compounds A<sub>3</sub>B<sub>5</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>6</sub>, chalcogenide glassy semiconductors, oxides and others was carried out in serial installations of vacuum spraying as previous generations, such as UPM 3.279.011 with high-oil high-vacuum pump and UPM 3.279.047 with high-vacuum ion-getter pump, and in the modern combined installation of vacuum spraying of thin films produced by "Torr International" (USA). Glass, quartz, sileand other plates were used for substrates. The substrates were heated by infrared radiation of quartz lamps, the temperature was controlled by chromel-aluminum thermocouples.

To improve the quality and adhesion of condensates, chemical and, in some cases, ionization cleaning of substrates was performed before spraying. Technology was used and allows to quickly and efficiently remove contaminants, including organic in nature. The glass substrates, after pre-degreasing with acetone, were cleaned by boiling in hydrogen peroxide solution in the presence of ammonia, followed by washing in hot deionized water and drying in isopropyl alcohol vapor. Ultrasonic excitation was used for more effective action of detergents. In addition, before spraying, the substrates were heat-cleaned in vacuum by half-hour heating at 623 K.

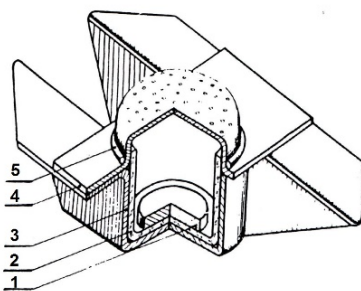
The control of the sputtering speed and the thickness of the films during their growth was performed by the optical method, which is based on the interference of transmitted light beams, due to reflection from the boundaries of the films with the substrate and vacuum. In this case, the increase in the physical thickness of the films by a value equal to a quarter of the wavelength  $\lambda$  of light, corresponds to an increase in the order of the interference extremum. Since in the field of film transparency the value of the refractive index weakly depends on  $\lambda$ , the interference pattern was isolated using an interference filter with a bandwidth of  $\lambda = 774 \pm 15$  nm, which increases the accuracy of measurements. In addition, in the field of films transparency there are no undesirable processes of reducing the intensity of the interference pattern

due to absorption. In the installations used by us blocks of optical control are provided, that allow modulation, isolation and amplification of the useful light signal, which provided the measurement of condensate thickness with an accuracy of at least 10 nm at the extremes and 20 nm between them.

In addition to controlling the thickness of the films in the spraying process, thickness measurements were performed on an МИИ-4 interference microscope and on two-beam spectrometers. Microinterferometer of Linnik МИИ-4 made it possible to measure the height of irregularities of thin films, such as etched edge, scratches and others from 0.1 to 5  $\mu\text{m}$  with an accuracy of 6 % by using the phenomenon of interference reflected from the surface of the films and substrate, pre-separated light beams, coming from one point of the source. To increase the measurement accuracy, the films thickness 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, the wavelength at which  $0.5 < D < 2.0$  for films of this composition with  $0.1 < d < 0.5 \mu\text{m}$  was chosen on the spectral dependence  $D$ , and the value of  $d$  was specified according to the calibrated dependence  $D(d)$ . This allowed to increase the accuracy of measuring the thickness of the films up to 4 % in the thickness range of 0.1 ... 0.5  $\mu\text{m}$ .

### Results and discussions

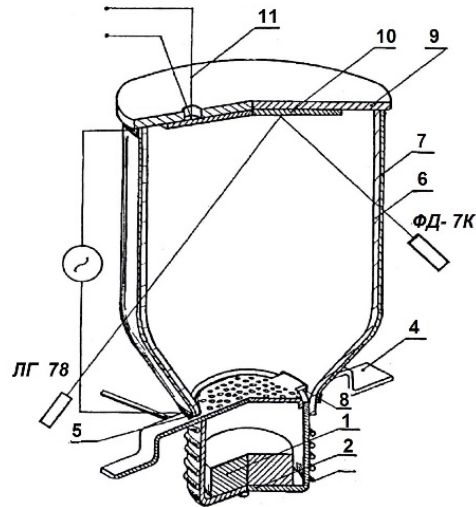
Due to the disadvantages of the existing evaporators, we have developed a special design of the quasi-fusion evaporator and a device for obtaining semiconductor films in vacuum, schematically shown in Fig. 1 and 2, respectively, as well as a variant of a transparent "hot wall" (Fig. 3) (Aksimentyeva et al., 2018). The thermal quasi-fusion evaporator for vacuum spraying (Fig. 1) consists of a cylindrical quartz crucible (2) with a height of 25 ... 35 mm, a diameter of 15 ... 25 mm and a wall thickness of 1 ... 1.5 mm, which, together with the tablet (1) of the source semiconductor material, is placed in a tantalum or molybdenum heater (3), that provides uniform heating, and tightly, with a clamp (5), close the tantalum or molybdenum lid with 40 ... 60 holes with a diameter of 0.1 ... 0.3 mm, adapted to pass current through it.



**Fig. 1.** The design of a thermal quasi-fusion evaporator for spraying semiconductor thin films in vacuum:  
1 – tablet of source material, 2 – quartz crucible,  
3 – tape heater, 4 – perforated lid, 5 – sealing clamp

The device for obtaining semiconductor films in vacuum (Fig. 2) consists of a quartz chamber (6) 130 mm high with a wall thickness of 2 mm, made in the form of a

cylinder that smoothly transitions into an inverted truncated cone, upper and lower outer diameters of 70 and 25 mm, with slots (8) under the cover (4).

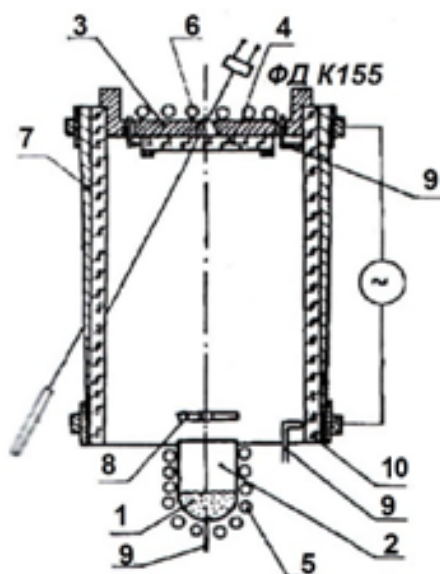


**Fig. 2.** Device for obtaining semiconductor films in vacuum: 1 – tablet of starting material, 2 – quartz crucible, 3 – evaporator heater, 4 – perforated evaporator cover, 5 – conductive tires, 6 – quartz evaporation chamber, 7 – transparent resistive heater, 8 – slots on the cover, 9 – substrate holder, 10 – substrate, 11 – thermocouple

A thin ( $\sim 0.2 \mu\text{m}$ ) layer of a mixture of oxides of indium and stannum (7) with optical transmission  $T = 97\%$  ( $\lambda = 633 \text{ nm}$ ) was applied to the outer walls of the chamber by high-frequency ion-plasma sputtering of the target ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ) 90 ( $\text{SnO}_2$ ) 10 in vacuum and the specific electrical surface resistance  $\rho_{\text{ш}} = 300 \text{ Ohm} \cdot \text{cm}^{-2}$ . At both ends of the chamber alternate thermal spraying in a vacuum of Cr-Cu-Ni films with a total thickness of about  $2 \mu\text{m}$  and a width of 5 mm electrically conductive busbars (5) are applied for uniform current flow through the heater. In a cylindrical quartz evaporator (2) with a height of 30 mm and a diameter of 20 mm with a wall thickness of 1.5 mm load a tablet (1) of starting material. The evaporator is inserted into a tantalum, molybdenum or tungsten heater (3), which ensures uniform heating, and tightly closed with a tantalum lid (4) with fifty holes with a diameter of 0.2 ... 0.4 mm. The evaporation chamber is placed on the evaporator and the tires, the evaporator heater and the cover are connected to the heat source. A stainless steeldisc holder (9) is placed on the chamber and a substrate (10) and a thermocouple (11) are attached to it. The substrate is heated by infrared radiation of quartz lamps. He-Ne laser ЛГ-278 and photodiode ФД-7К are used for optical control of film thickness. Tablets of the starting material were compressed from a mechanical mixture of the required ratio of fine dispersed powders of the selected semiconductors. In both cases, the crucible heater and the lid were connected to a common source of electric heat.

Similar structural elements are present in the device, which is commonly called the "hot wall" (Fig. 3).





**Fig. 3.** Construction of a “hot wall” for thermal spraying of semiconductor thin films in a quasi-closed volume: 1 – source material, 2 – evaporator, 3 – substrate holder, 4 – substrate, 5 – evaporator heater, 6 – substrate heater, 7 – wall heater, 8 – reflective screen, 9 – thermal steam, 10 – quartz cylinder

This device does not have a crucible lid, and the problem of preventing direct contact of the subliming material on the substrate is solved using a protective reflective screen (Fig. 3, 8). In addition, there is no tight contact between the crucible (evaporator) 2 and the quartz cylinder 10, which makes the process of condensate synthesis less balanced, but simplifies the construction and makes this type of thermovacuum spraying more widely available.

The resistivity, cross section and geometric dimensions of the cover and the heater in the first and second versions (Fig. 1 and 2) were selected so that in the mode of resistive heating of the evaporator temperature gradient due to the difference in their electrical resistance, and, accordingly, the Joule heat of the current, in the temperature range 673... 1473 K provided the temperature of the cover of the  $T_c$  in 1.1 ... 1.3 times higher than the temperature of the heater  $T_h$ . Such an evaporator can be considered as one of the variants of the Knudsen cell, the mechanism of evaporation of which has its own laws (Kalinkin et al., 1978).

Due to the increased temperature of the lid, the solid fraction is either repelled on the sublimating (evaporating) surface and the walls of the crucible, or undergoes sublimation (evaporation) from the surface of the lid. It is known (Kalinkin et al., 1978) that the diffusion rate from the Knudsen cell is largely determined by the temperature of the lid grows with its increase. Therefore, the vapor pressure of subliming (evaporating) substances in the crucible with increasing  $T_c/T_h$  ratio increases and becomes closer to the saturated vapor pressure compared to the evaporator, in which the lid and the heater have the same temperature. This reduces the difference between the gas pressures of the individual components, which further improves the stoichiometry of semiconductor condensates. In addition, due to the specified temperature

gradient along the vertical axis of the evaporator increases the variable interaction between the vapor and the source material, which improves the homogeneity composition of the gas phase. At the same temperatures of the lid and the heater there is a significant increase in the individual components on the inner side of the lid and their departure from the crucible is due to re-evaporation from the lid. This significantly slows down the spraying process, uncontrollably changes the composition of the vapor phase, and also causes the cover holes to stick. The speed of sublimation in this situation is reduced also because the electrical resistance of the cover decreases due to the condensation of semiconductors on it, while reducing the heat of the Joule, which heats it. In a situation where  $T_c > T_h$  at least 1.1 times the condensation of vapors on the inner surface of the cover is practically absent, semiconductor atoms fly out of its holes without the above-described double sublimation or re-evaporation, spraying can be carried out at temperatures lower than  $T_c = T_h$ . It is convenient to enter some coefficient  $S = T_c/T_h$  as the effective capacity of the evaporator. Then the required temperature gradient of the cover and heater, determined by us empirically for semiconductors of group A<sup>II</sup>B<sup>IV</sup>, can be written as:

$$1.1 < S < 1.3 \text{ at } 600 \text{ K} < T_h < 1400 \text{ K.} \quad (1)$$

The temperature limits of condition (1) are due to experimental data that at values of  $T_h < 600$  K the sublimation process is very slow, with a significant (> 1 atomic %) deviation from the stoichiometry, and at  $T_h > 1400$  K high temperatures of the heater material and, especially, the lids contribute to its rapid (after 2–3 loads of the crucible) burnout, which is accelerated by the corrosive action of semiconductor components at high temperatures.

From the dependences of the values of  $S$  on the degree of filling of the evaporator crucible with the starting material, we determined that when the crucible is filled by 30–70 % there is a certain stabilization of the temperature gradient of the lid and heater. Therefore, the first and last phases of spraying, as less stable and non-congruent, were performed using a damper.

The evaporators developed by us allowed to create molecular fluxes of vapors of subliming compounds of regulated intensity homogeneous in composition in a wide range of application conditions, which made it possible to get homogeneous, reproducible films of stoichiometric composition at different spray rates. In the case of using evaporators with non-compliance with ratio (1), the quality of the films deteriorated sharply: welded protrusions appeared due to the sedimentation of the solid fraction of steam, for the same concentration of the source material, the chemical composition of the film significantly depended on the spray rate, there was often a strong deviation from the stoichiometric composition (up to 5 ... 7 atomic %), deteriorating the homogeneity of the films in area and reproducibility of their properties, evaporation was accompanied by undesirable processes of sticking holes in the evaporator cover, which prevented the gas phase.

The described thermal evaporators have the following advantages over the known closed-type evaporators used for spraying thin films of semiconductor compounds:

- independence of the chemical composition of condensates from the evaporation rate in a wide range from 0.05 to 20 nm·s<sup>-1</sup>;
- uniform composition of the gas phase during sublimation;
- absence of inhomogeneous solid inclusions in the films;
- no sticking processes of the lid outlets.

In addition, in the device with a heating chamber (Fig. 2) tight connection of the evaporation chamber with the evaporator brings this construction closer to a quasi-closed volume, in this case, in contrast to the latter, it is possible to optically control the thickness of the films and their growth rate.

One of the most important technological parameters in the thermal spraying of semiconductor thin films in vacuum is the lining temperature ( $T_l$ ) and the spray rate ( $V_h$ ).  $T_l$  influences on the ratio of components that condense and re-evaporate. Continuous predominant vapor condensation of this substance is possible only for temperatures lower than critical.

With the growth of  $T_l$  the migration of sublimated molecules is increasing on the condensation surface, while the association of molecules of individual components improves, and although the reflection of their vapors also increases, the process of formation of homogeneous, stoichiometric condensates stabilizes.  $V_h$  spray rate has an influence on the structure and properties of semiconductor films. Due to the processes of re-evaporation and desorption from the substrate,  $V_h$  condensate is determined by the ratio of  $T_l$  and the rate of vapor flow to the substrate, which in turn depends on the temperature of the evaporator. Depending on the  $V_h$  values, the grain size of semiconductor polycrystalline films can vary from nanometer units to several micrometers. Crystallinely more ordered films were got at relatively low  $V_h$  values (0.5 ... 5 nm·s<sup>-1</sup>).  $V_h$  has also an influence on the composition of the films. For small (0.05 ... 0.2 nm·s<sup>-1</sup>) and large (30 ... 50 nm·s<sup>-1</sup>)  $V_h$  values, deviations of the molar ratio of semiconductor components from stoichiometric to a few percent were observed. In most works, the optimal  $V_h$  of semiconductor layers is in the range from a few tenths to several units of nm·s<sup>-1</sup>.

In addition to the values of  $T_l$  and  $V_h$ , the depth of vacuum and the composition of residual gases in the spraying process have a significant influence on the structural features and properties of semiconductor condensates. In order to effectively control the growth processes and good reproducibility of the properties of thin films, it is necessary to ensure the cleanest possible conditions of preparation. This is achieved by improving the vacuum, increasing the purity of the source components, minimizing the influence of the evaporator material on the properties of the films.

### Conclusions

This article shows that the construction and technological improvements of the method of thermal spraying in

vacuum can minimize the nonequilibrium conditions of film growth, while maintaining the following advantages of thermovacuum spraying, such as high reproducibility, processability and productivity, a wide range of variations in the conditions of synthesis, and, accordingly, the properties of condensates, maximum purity of growth processes, as well as ease of execution and management and cost-effectiveness of the process of getting perfect condensates. Technological conditions for getting thin films of multicomponent semiconductors, which ensure the independence of the chemical composition of condensates from the evaporation rate in a wide range from 0.05 to 20 nm·s<sup>-1</sup>, uniform composition of the gas phase during sublimation, the absence of inhomogeneous solid inclusions in the films, a wide range of physical properties of condensates and their high reproducibility.

**Perspectives for further research.** Further research should continue to optimize the methods of getting thin films of multicomponent inorganic semiconductors in order to achieve the highest degree of equilibrium conditions of condensate growth and, consequently, to improve their properties. To do this, it is necessary to develop new constructions of devices for the synthesis of thin films and improve the technological regulations for their receipt.

### Acknowledgments

This work was supported by the project of Ministry of Education and Science of Ukraine "Development of composite organo-inorganic heterostructures for reversible gas sensors" (state registration number 0120U101998).

### Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

### References

- Aksimientyeva, O., Tsizh, B., & Chokhan', M. (2018). Sensory kontrolyu gazovyh seredovyshch u harchoviy promyslovosti ta dovkilli: monografiya. Lviv, Piramida (in Ukrainian).
- Antoniuk, V. S., Tymchyk, G. S., Bondarenko, Yu. Yu., Kovalenko, Yu. I., Bondarenko, M. O., & Gaydash, R. P. (2016). Pokryttia u prykladobuduvanni. Kyiv, Politehnika. URL: <http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/36387> (in Ukrainian).
- Bahmut, A. H. (2014). Elektronnaya mikroskopiya plyonok, osazhdionnyh lazernym isparieniyem: monografiya. Harkiv, NTU "HPI". URL: [http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/10107/1/Bagmut\\_Elekr\\_mikroskopiya\\_2014.pdf](http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/10107/1/Bagmut_Elekr_mikroskopiya_2014.pdf) (in Russian).
- Hartmut, F., & Hamid, R. K. (2015). Handbook of Thin Film Technology, Springer. URL: <https://www.springer.com/us/book/9783642054297>.
- 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>.
- Seshan, K. (2002). Handbook of Thin Film Deposition Processes and Techniques. Edited by New York, Noyes Publication / William Andrew Publication.

- URL: <https://www.elsevier.com/books/handbook-of-thin-film-deposition/seshan/978-1-4377-7873-1>.
- Kalinkin, I. P., Alieskovskiy, V. B., & Simashkievich, A. V. (1978). Epitaksial'nyie plionki sovedin ieniy A<sup>IV</sup>B<sup>VI</sup>. Leningrad, Izdatielstvo Leningradskogo universiteta (in Russian).
- Hosokawa, M., Naito, M., Nogi, K., & Yokoyama, T. (2008). Nanoparticle Technology Handbook. New York, Elsevier B.V. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/9780444531223/nanoparticle-technology-handbook#book-info>.
- Shahinian, L. R. (2017). The Mechanisms of Formation of Thin Films and Coatings Deposited by Physical Vapor Deposition Technology. Kyiv, Akadempriodyka. URL: [http://akadempriodyka.org.ua/en/books/the\\_mechanisms\\_of\\_formation\\_of\\_thin\\_films\\_and\\_coatings\\_deposited\\_by\\_physical\\_vapor\\_deposition\\_technology](http://akadempriodyka.org.ua/en/books/the_mechanisms_of_formation_of_thin_films_and_coatings_deposited_by_physical_vapor_deposition_technology).
- Tsizh, B., & Dziamski Z. (2019). Technological Methods of Forming Thin Semiconductor Layers. Part 1. Scientific Messenger LNUVMB. Series: Food Technologies, 21(91), 20–24. DOI: 10.32718/nvlvet-f9104.
- Tsizh, B., & Dziamski, Z. (2019). Technological Methods of Forming Thin Semiconductor Layers. Part 2. Scientific Messenger LNUVMB. 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 LNUVMB. Series: Food Technologies, 22(93), 15–17. DOI: 10.32718/nvlvet-f9303.





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-f9702  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.95

## Research of changes in quality indicators of fish pate with non-traditional raw materials

N. Holembovska✉, A. Vlasenko

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

### Article info

Received 19.01.2022  
Received in revised form  
21.02.2022  
Accepted 22.02.2022

National University of Life and  
Environmental Sciences of  
Ukraine, Colonel Potekhin Str., 16,  
Kyiv, 03041, Ukraine.  
Tel. : +38-096-206-62-76  
E-mail: natashagolembovska@gmail.com

*Holembovska, N., & Vlasenko, A. (2022). Research of changes in quality indicators of fish pate with non-traditional raw materials. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 9–13. doi: 10.32718/nvlvet-f9702*

Taking into account the results of literature research on the nutritional value of quail eggs, it was found that the development of technology of fish pates with their use is relevant and has practical significance in the technology of production of fish products. The article presents the results of chemical composition, organoleptic evaluation and physico-chemical changes of fish pate with the addition of non-traditional raw materials and setting their shelf life. The expediency of combining freshwater fish with plant and animal raw materials to expand the range of biologically valuable food products is shown. Positive general impressions, harmonious, fishy and sweet-salty taste, showed the feasibility of combining quail eggs and vegetable raw materials with freshwater fish, as evidenced by high performance in appearance, taste and smell. According to the consistency of fish pate smeared and quite dense. It was found that in the experimental sample during storage are hydrolytic spoilage, which indicates the intensive hydrolysis of lipids and the accumulation of free fatty acids in these samples. In the prototypes, the hydrolytic damage gradually increases and only reaches the critical point by the end of the shelf life. Oxidative processes in the lipids of fish pastes were studied by changes in the accumulation of primary oxidation products – peroxides and secondary products – carbonyl compounds. According to the dynamics of changes in the peroxide content of lipids in pate, it was found that the control sample is not subject to storage for 5 days as well as the test sample, the fat content deteriorates and is characterized as non-storage. It has been experimentally established that the addition of non-traditional raw materials allows not only to improve the technology of pate production, but also to solve the problem of obtaining a product of high nutritional value. The authors found that the developed technology of fish pate will significantly expand the range of functional products based on natural ingredients, which will to some extent expand the current problem of processing raw materials in inland waters of Ukraine.

**Key words:** fish pate, non-traditional raw materials, quail eggs, vegetable raw materials, organoleptic evaluation.

## Дослідження змін показників якості паштетів рибних з нетрадиційною сировиною

Н. В. Голембовська✉, А. С. Власенко

Національний університет біоресурсів та природокористування України, м. Київ, Україна

Враховуючи результати літературних досліджень щодо харчової цінності перепелиних яєць, встановлено, що розробка технології рибних паштетів з їх використанням є актуальною і має практичне значення у технології виробництва рибних продуктів. У статті наведені результати хімічного складу, органолептичної оцінки та фізико-хімічних змін рибних паштетів з додаванням нетрадиційної сировини та встановлення їхнього терміну зберігання. Показано доцільність поєднання прісноводної риби з рослинною та тваринною сировиною для розширення асортименту біологічно цінної харчової продукції. Отримані позитивні загальні враження, гармонійний, рибний та солодкувато-солонуватий смак показали доцільність поєднання перепелиних яєць та рослинної сировини з прісноводною рибою, про що свідчать високі показники зовнішнього вигляду, смаку та запаху. За показником оцінки консистенції рибні паштети ніжні та пастоподібні. Було встановлено, що в дослідному зразку протягом зберігання відбуваються

процеси гідролітичного псування, що свідчить про інтенсивний гідроліз ліпідів і накопичення вільних жирних кислот у цих зразках. У дослідних зразках поступово збільшується гідролітичне псування і лише до кінця терміну зберігання досягає критичної точки. Окислювальні процеси в ліпідах рибних паштетів вивчали за змінами у накопичуванні первинних продуктів окислення – перекисів і вторинних продуктів – карбонільних сполук. За динамікою змін пероксидного числа ліпідів паштетів встановлено, що контрольний зразок протягом 5 діб не підлягає зберіганню, як і дослідний зразок, а жир, що є у його складі, погіршується та характеризується як такий, що не підлягає зберіганню. Дослідним шляхом встановлено, що додавання нетрадиційної сировини дозволяє не лише удосконалити технологію виробництва паштетів, а й вирішити завдання отримання продукту підвищеної харчової цінності. Авторами було встановлено, що розроблена технологія рибних паштетів значно розширить асортимент продуктів функціонального призначення на основі природних компонентів, що дозволить певною мірою розширити актуальну проблему перероблення сировини внутрішніх водойм України.

**Ключові слова:** рибні паштети, нетрадиційна сировина, перепелині яйця, рослинна сировина, органолептичне оцінювання.

## Вступ

Постійно відбуваються зміни сировинної бази рибної промисловості, які обумовлюють необхідність удосконалення технології та розширення асортименту рибних паштетів. Тепер існує дуже обмежений асортимент продукції зі ставкових риб. Тому завдання створення технологій перероблення ставкових риб в консервну продукцію є актуальним і дозволить істотно розширити асортимент продукції рибопереробних підприємств (Bredikhina & Zarubin, 2019; Ivaniuta et al., 2021; HOLEMBOVSKA et al., 2021).

У традиційних способах виробництва рибних паштетів не передбачається використання як основної сировини прісноводної риби і рослинних, тваринних добавок для підвищення біологічної цінності та поліпшення смакових властивостей готової продукції. Прісноводна риба містить повноцінні білки, біологічно цінні жири, жиророзчинні вітаміни й фактично не містить таких дефіцитних на сьогодні мікроелементів як Йод, Бром, Селен, які є необхідними складовими рецептур функціональних харчових продуктів в екологічних умовах розвитку суспільства. Тому поліпшення сенсорних показників і функціональних властивостей продукції з прісноводної риби можливе шляхом додавання нетрадиційної сировини, що сприяє розв'язанню актуальної проблеми. Відповідно постає проблема виробництва та споживання якісних збалансованих біологічно цінних продуктів (Cui et al., 2020; MENCHYNSKA et al., 2021; Zhao et al., 2022).

**Метою роботи** є дослідження змін показників якості рибних паштетів з прісноводної риби, збагачених нетрадиційною сировиною.

**Об'єктом дослідження** є комбіновані паштети із риби внутрішніх водойм з додаванням різних видів рослинної (морква, цибуля) та тваринної сировини (перепелині яйця). **Предметом дослідження** є показники якості та безпеки паштетів з прісноводної риби з додаванням нетрадиційної сировини та їх зміни упродовж зберігання.

## Матеріал і методи досліджень

Композиції рослинної сировини підібрали з урахуванням вмісту в них основних компонентів: 1 зразок – з додаванням моркви та цибулі; 2 зразок – з додаванням перепелиних яєць; 3 зразок – з додаванням моркви, цибулі та перепелиних яєць. Контрольним зразком було вибрано паштет із прісноводної риби без додавання рослинних та тваринних добавок.

Підготовку проб досліджуваних зразків для органолептичних, фізико-хімічних і мікробіологічних досліджень здійснювали згідно з методиками, наведеними в навчальному посібнику (Slobodianiuk et al., 2018; Lebska et al., 2021).

Характеристику хімічного складу рибних паштетів проводили за такими методиками: масову частку вологи методом висушування зразка продукту до постійної маси за температури 100–105 °С; масову частку золи – ваговим методом, після мінералізації наважки продукту в муфельній печі за температури 500–600 °С; масову частку ліпідів – методом Сокслета; масову частку білка визначенням загального азоту за методом Кьельдаля. Озолення зразків проводили на Velp Scientifica серії DK6 (Італія) та відгін на апараті для перегонки з парою Velp Scientifica UDK 129 (Італія) (Slobodianiuk et al., 2018).

## Результати та їх обговорення

Процес виробництва рибних паштетів складається з таких операцій: підбір та підготовка сировини, бланшування, подрібнення, додавання функціональних добавок, термічна обробка, перемішування, фасування в скляну тару, миття та сушіння банок, маркування, зберігання (Golembovskaya, 2019).

Для виробництва рибних паштетів були розроблені рецептури, наведені в таблиці 1.

Співвідношення рибної та рослинно-тваринної сировини в рибних паштетах становило 80 : 20.

В результаті органолептичних досліджень було встановлено доцільність поєднання рослинної та тваринної сировини з прісноводною рибою, про що свідчить приємний, властивий, без стороннього присмаку, маловиражений рибний смак. Зразок 2 та 3 шляхом додавання овочів мав приємний колір від сіро-жовтого до оранжевого забарвлення порівняно з контролем, який був однорідний, світло-сірий, а додавання перепелиних яєць зумовлювало створення ніжної, соковитої та мажучої консистенції.

На основі даних досліджень було встановлено, що найкращі результати отримав паштет зразок 3, в якому було поєднано як рослину, так і тваринну сировину, які гармонізували не лише смак, колір, запах, а й дозволили отримати стабільну структуру паштетної системи з повноцінним комплексом харчових речовин.

З метою оцінювання якості готових паштетів були проведені дослідження їхнього хімічного складу. Отримані результати наведені в таблиці 2. Аналізуючи дані таблиці зауважуємо, що при збільшенні вмісту

перепелиних яєць вміст мінеральних речовин збільшується, що пояснюється додаванням до рецептури паштетів перепелиних яєць, які характеризуються високим вмістом мінеральних речовин.

На тривале зберігання залишали зразок 3, оскільки він за всіма органолептичними та фізико-хімічними

показниками отримав найкращі результати. Показники якості паштетів визначали протягом усього терміну зберігання.

Динаміка зміни органолептичних показників паштетів показана на [рисунок 1](#).

**Таблиця 1**

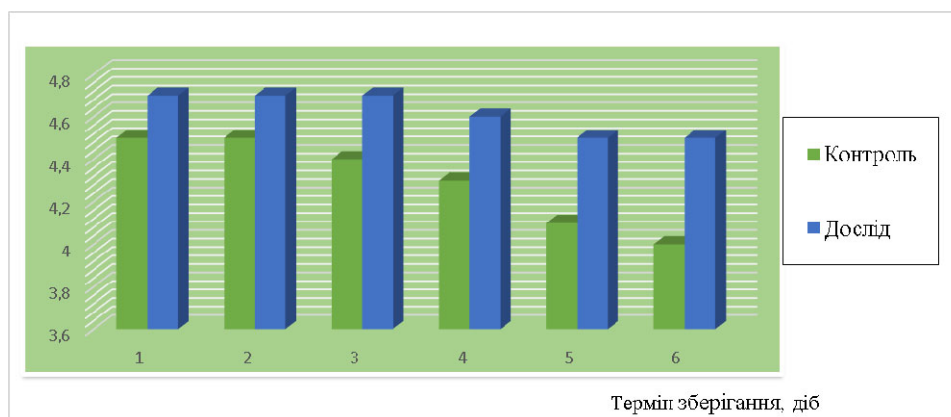
Рецептурний склад рибних паштетів, кг на 100 кг продукції

Найменування компонентів	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3
Товстолобик	88	68	68	68
Сіль	1,5	1,5	1,5	1,5
Перець	0,5	0,5	0,5	0,5
Олія	10	10	10	10
Морква	-	10	-	5
Цибуля	-	10	-	5
Перепелині яйця	-	-	20	10
Всього	100	100	100	100

**Таблиця 2**

Загальний хімічний склад рибних паштетів, % (n = 5, P ≤ 0,05)

Показник	Зразки паштетів			
	контроль	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Вміст вологи	57,91 ± 2,4	63,20 ± 2,3	58,90 ± 2,7	60,60 ± 2,3
Вміст білку	20,50 ± 0,7	16,40 ± 0,9	19,80 ± 0,8	18,00 ± 0,9
Вміст жиру	18,42 ± 0,22	18,90 ± 0,21	18,60 ± 0,23	18,10 ± 0,25
Вміст мінеральних речовин	3,08 ± 0,14	1,31 ± 0,16	2,56 ± 0,16	3,10 ± 0,17



**Рис. 1.** Динаміка органолептичних показників паштетів протягом зберігання

При проведенні органолептичної оцінки було встановлено, що оптимальний термін зберігання для паштетів складає 3 доби, бо вони не піддавались стерилізації, а це був лише кулінарний продукт. Протягом цього періоду зберігання паштети відповідають високим смаковим властивостям. При зберіганні паштетів понад 5 днів спостерігається зниження органолептичних властивостей та показників якості шляхом псування м'язової тканини сировини.

Також паралельно з дослідженням органолептичних показників були проведені дослідження граничного напруження звуку, який показав зміну структурно-механічних властивостей контрольного та дослідного зразка. ГНЗ піддослідних зразків показані на [рисунок 2](#).

Аналізуючи даний рисунок, можна побачити, що найкращі показники зразків спостерігаються при тер-

міні зберігання 3 доби. При збільшенні термінів зберігання зменшується щільність паштетів, яка зумовлена псуванням структурних зв'язків рибної сировини в їхньому складі.

Також в процесі зберігання були досліджені процеси гідролітичного та окисного псування в паштетах. На [рисунок 3](#) зображено динаміку накопичення продуктів гідролізу жиру в паштетах.

У контрольному зразку накопичення продуктів гідролізу жиру відбувається більш інтенсивно порівняно з дослідним зразком. Така ж тенденція спостерігається під час визначення змін пероксидного числа, яке показує накопичення первинних продуктів окиснення жиру ([Golembovskaya, 2018](#)). Зміни пероксидного числа під час зберігання зразків показані на [рисунок 4](#).



Рис. 2. Динаміка ГНЗ протягом зберігання паштетів

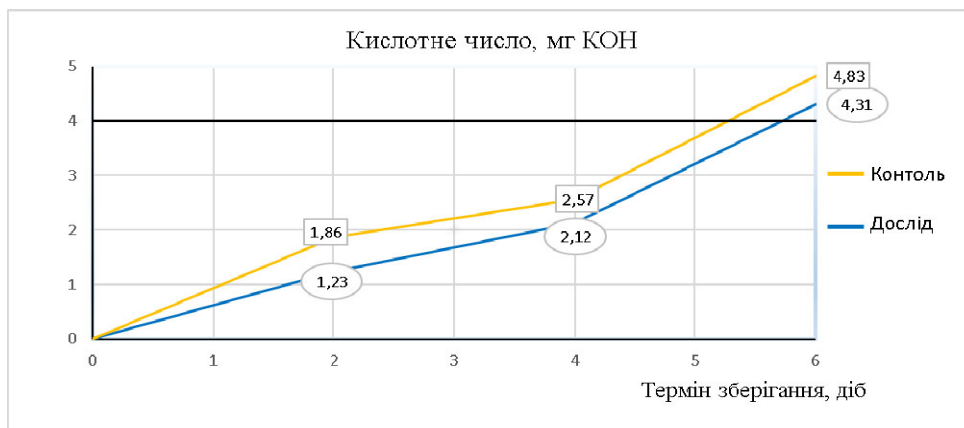


Рис. 3. Зміни кислотного числа жиру під час зберігання паштетів

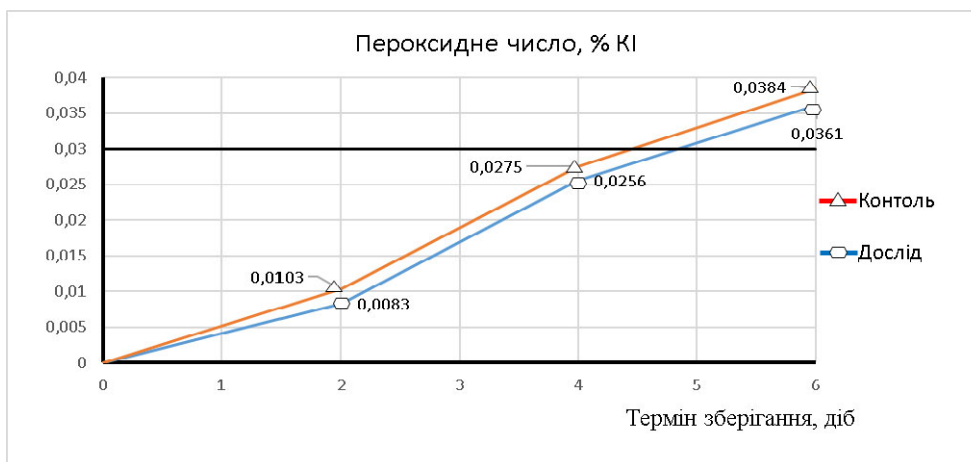


Рис. 4. Зміни пероксидного числа під час зберігання паштетів

Аналізуючи дані рисунку, можна зауважити, що оптимальним значенням показників якості паштетів є термін їхнього зберігання 3 доби, який відповідає доброякісному, свіжому жиру в продукті.

### Висновки

Проаналізувавши показники харчової цінності прісноводних риб, було доведено що м'ясо товстолобика є цінним продуктом, який належить до безпечних у харчовому плані. Характеризується високою харчовою та біологічною цінністю і є придатним для усіх видів перероблення харчової продукції, а саме для

виробництва паштетів з додаванням рослинної, та тваринної сировини.

Дослідженнями встановлено, що розроблені рецептури рибних паштетів з використанням нетрадиційної сировини (перепелиних яєць) мають однорідну масу без сторонніх домішок, соковиту та пастоподібну консистенцію, приємний запах, смак та однорідний колір, а використання перепелиних яєць у технології рибних паштетів підвищує харчову та біологічну цінність готових виробів.

*Перспективи подальших досліджень.* Впровадження на технологія розроблених рибних паштетів значно розширить асортимент продуктів функціонального призначення на основі природних компонентів, що

дозволить певною мірою розширити актуальну проблему переробки прісноводної риби. Отримані позитивні перші дослідження свідчать про продовження вивчення даної технології та потребують подальших розробок.

#### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

#### References

- Bredikhina, O., & Zarubin, N. (2019). Development of an integrated technology for processing organic waste from fish processing enterprises into collagen-containing hydrolysates for food purposes. *VNIRO Works*, 176, 109–121. DOI: 10.36038/2307-3497-2019-176-109-121.
- Cui, Z., Yan, H., Manoli, T., Mo, H., Li, H., & Zhang, H. (2020). Changes in the volatile components of squid (*Illex argentinus*) for different cooking methods via headspace–gas chromatography–ion mobility spectrometry. In *Food Science & Nutrition*, 8(10), 5748–5762. DOI: 10.1002/fsn3.1877.
- Golembovskaya, N. (2018). Research on changes of the quality indicators of semi-finished of dietary minced products during their storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20(90), 17–21. DOI: 10.32718/nvlvet9004.
- Golembovskaya, N. (2019). Usage of chia seeds in the composition of dietary semi-finished minced products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(92), 19–22. DOI: 10.32718/nvlvet-f9204.
- Holembovska, N., Tyshchenko, L., Slobodyanyuk, N., Israelian, V., Kryzhova, Y., Ivaniuta, A., Pylypchuk O., Menchynska, A., Shtonda, O., & Nosevych, D. (2021). Use of aromatic root vegetables in the technology of freshwater fish preserves. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 296–305. DOI: 10.5219/1581.
- Ivaniuta, A., Menchynska, A., Nesterenko, N., Holembovska, N., Yemtcev, V., Marchyshyna, Y., Kryzhova, Y., Ochkolyas, E., Pylypchuk O., & Israelian, V. (2021). The use of secondary fish raw materials from silver carp in the technology of structuring agents. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 546–554. DOI: 10.5219/1626.
- Lebska, T. K., Bal-Prylypko, L. V., Slobodianiuk, N. M., Holembovska, N. V., Menchynska, A. A., & Ivaniuta, A. O. (2021). *Tekhnolohiia ryby ta moreproduktiv: navchalnyi pidruchnyk*. Kyiv: NUBiP Ukrainy (in Ukrainian).
- Makarenko, A., Mushtruk, M., Rudyk-Leuska, N., Kononenko, I., Shevchenko, P., Khyzhniak, M., Martseniuk, N., Glebova, J., Bazaeva, A., & Khalturin, M. (2021). The study of the variability of morphobiological indicators of different size and weight groups of hybrid silver carp (*Hypophthalmichthys* spp.) as a promising direction of development of the fish processing industry. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15(1), 181–191. DOI: 10.5219/1537.
- Menchynska, A., Manoli, T., Tyshchenko, L., Pylypchuk, O., Ivanyuta, A., Holembovska, N., & Nikolaenko, M. (2021). *Biologichna tsinnist ta spozhyvni vlastyvoli rybnykh past*. *Food Science and Technology*, 15(3). DOI: 10.15673/fst.v15i3.2121 (in Ukrainian).
- Slobodianiuk, N. M., Holembovska, N. V., Menchynska, A. A., Androshchuk, O. S., & Tulub, D. O. (2018). *Tekhnolohiia pererobky ryby*. K.: TsP “Komprynt” (in Ukrainian).
- Zhao, X., Zhang, Z., Cui, Z., Manoli, T., Yan, H., Zhang, H., Shlapak, G., Menchynska, A., Ivaniuta, A., & Holembovska, N. (2022). Quality changes of sous-vide cooked and blue light sterilized Argentine squid (*Illex argentinus*). *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 16, 175–186. DOI: 10.5219/1731.





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-f9703  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.64.022.39

## Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production

M. Kukhtyn<sup>✉</sup>, K. Kravchenyuk, V. Selskyi, O. Pokotylo, O. Vichko, N. Kopchak, A. Hmelar

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine*

### Article info

Received 21.01.2022  
Received in revised form  
22.02.2022  
Accepted 23.02.2022

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

*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 Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 14–19. doi: 10.32718/nvlvet-f9703*

*The bakery industry is increasingly using technologies that improve the quality of finished products. Such technologies of bread production include technology with the use of natural leavens of spontaneous fermentation, which are made without the addition of various artificially created chemical ingredients. The aim of the work was to determine the influence of basil seeds on the activity of rye-wheat leaven in the technology of its renewal and to investigate the physicochemical, organoleptic characteristics of the dough during fermentation and the quality of bread. The research used generally accepted in the bakery industry methods of physical and chemical research of sourdough, dough and finished products. It was found that the introduction of basil seeds in the composition of spontaneous leaven in the amount of 1.5 to 3.0 % reduces the time of renewal of the leaven and accelerate the increase in acidity, which is the result of the development of its own microbiota. The expediency of adding basil seeds (up to 2.0 %) to the technology of spontaneous leaven production was established, as the time of ball emergence after the fifth stage of renewal was 8 minutes shorter compared to the control sample of leaven. The addition of basil accelerates the development and biochemical activity of the yeast microbiota, resulting in more enzymes of the reductase class. The dough is made with the addition of spontaneous fermentation leaven, which contains basil seeds ferment and ripen faster. In the evaluation of bread samples, the highest total score was obtained by samples № 2 and №3, which were made on spontaneous leaven with a content of 1.0 and 1.5 basil – the total number of points was 19.3 points, which is 0.5 points more than the control sample. Therefore, for the production of rye-wheat spontaneous leaven, it is advisable to add basil seeds to its composition to enhance biochemical and microbiological processes.*

*Key words: spontaneous fermentation leaven, basil seeds, rye-wheat bread.*

## Оцінка закваски спонтанного бродіння з вмістом базилику в технології виробництва житньо-пшеничного хліба

М. Д. Кухтин<sup>✉</sup>, Х. Ю. Кравченко, В. Р. Сельський, О. С. Покотило, О. І. Вічко, Н. А. Копчак, Н. Б. Хмельяр

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

*У хлібопекарській промисловості усе частіше почали використовувати технології, які поліпшують якість готових продуктів. До таких технологій виробництва хліба належить технологія із застосуванням природних заквасок спонтанного бродіння, які виготовлені без додавання різних штучно створених хімічних інгредієнтів. Метою роботи було визначити вплив насіння базилику на активність житньо-пшеничної закваски в технології її оновлення та дослідити фізико-хімічні, органолептичні показники тіста в процесі бродіння та якість хліба. У дослідженнях використовували загальноприйняті у хлібопекарському виробництві методи фізико-хімічних досліджень закваски, тіста і готових виробів. Виявлено, що введення насіння базилику у склад спонтанних заквасок у кількості від 1,5 до 3,0 % дозволяє скоротити час оновлення закваски і пришвидшити наростання кислотності, яка є результатом розвитку власної мікробіоти. Встановлено доцільність додавання насіння базилику (до 2,0 %) у технологію виробництва спонтанної закваски, оскільки час спливання кульки після п'ятої стадії оновлення був на 8 хв менший, порівняно з контроль-*

ним зразком закваски. Додавання базилику прискорює розвиток і біохімічну активність мікробіоти закваски, внаслідок чого виробляється більше ферментів класу редуктаз. Тісто виготовлене з додаванням закваски спонтанного бродіння, яке у своєму складі містить насіння базилику, швидше бродить і дозріває. За бального оцінювання зразків хліба найбільшу сумарну оцінку балів отримали зразки № 2 та № 3, які були виготовлені на спонтанній заквасці з вмістом 1,0 та 1,5 базилику – загальна кількість балів становила 19,3 бала, що на 0,5 бала більше, ніж у контрольного зразка. Отже, для виготовлення житньо-пшеничної спонтанної закваски доцільно додавати у її склад насіння базилику для посилення біохімічних і мікробіологічних процесів.

**Ключові слова:** закваска спонтанного бродіння, насіння базилику, житньо-пшеничний хліб.

## Вступ

У хлібопекарській промисловості усе частіше почали використовувати технології, які поліпшують якість готових продуктів. До таких технологій виробництва хліба належить технологія із застосуванням природних заквасок спонтанного бродіння, які виготовлені без додавання різних штучно створених хімічних інгредієнтів (Lialyk et al., 2019; Karyk et al., 2021). Закваска спонтанного бродіння у своєму складі містить біохімічно-активні молочнокислі бактерії та дріжджі, які здатні проявляти ферментативну дію з утворенням різних продуктів бродіння (Cheliabiieva et al., 2018). Саме дані продукти бродіння справляють благополучний вплив як на технологічні та реологічні властивості, так і на ароматично-смакові відчуття готових виробів. Тому виробництво хліба на заквасках вважається технологічно складнішим процесом, проте одержані продукти є більш корисними та поживними. Завдяки цьому застосування таких технологій на даний час вважається актуальним під час виробництва хліба.

Найчастіше закваски спонтанного бродіння застосовують при виробництві житньо-пшеничного хліба (Pshenyshniuk et al., 2011). Дане явище можна пояснити тим, що житнє борошно більш придатне до ферментації завдяки особливостям білково-протеїназної та вуглеводно-амілазної системи (Drobot et al., 2016; Savchenko et al., 2019). За хімічним складом у житньому борошні менший вміст білка, ніж у пшеничному, тому за структурою дане борошно є менш пружне і еластичне через відсутність клейковинного каркасу, який властивий тісту, виготовленому із пшеничного борошна (Yazar et al., 2012; Mis et al., 2017). Тому у виробничому процесі приготування хліба на заквасках спонтанного бродіння поєднують два види борошна: житнє і пшеничне, які доповнюють одне одного за хімічними інгредієнтами, що в підсумку покращує фізико-хімічні показники готових виробів. Проте біохімічні процеси, які відбуваються у заквасці та в тісті, залежать не тільки від якості борошна, а й від кількісного складу і ферментативної активності наявної мікробіоти (Kukhtyn et al., 2016; Sylchuk et al., 2016). Саме під час розвитку мікрофлори закваски у тісті відбуваються відповідні зміни (накопичення кислот, діоксиду вуглецю, ароматичних сполук, спирту тощо). У виробництві часто відбувається зниження активності спонтанної мікробіоти заквасок, тому у її склад вводять часто чисті культури лактобактерій, які пригнічують активність диких дріжджів, або додають різні фітодобавки, які активізують життєдіяльність мікробіоти (Israr et al., 2017). У дослідженнях (Savchenko et al., 2019) повідомляється, що екстракт

базилику має позитивний вплив на активність мікробіоти під час виготовлення житньо-пшеничного хліба.

Отже, виконання досліджень з додавання базилику до складу закваски спонтанного бродіння має на меті пришвидшити процеси поновлення мікробіоти у технології її виготовлення та поліпшити технологічні параметри виробництва хліба.

**Метою роботи** було визначити вплив насіння базилику на активність житньо-пшеничної закваски в технології її оновлення та дослідити фізико-хімічні, органолептичні показники тіста в процесі бродіння та якість хліба.

## Матеріал і методи досліджень

У технології виробництва житньо-пшеничного хліба використовували закваску спонтанного бродіння, до якої додавали насіння базилику. Технологія приготування закваски передбачала подальші технологічні операції з додаванням борошна в однаковому співвідношенні (1 : 1) пшеничного до житнього, насіння базилику, води та проводили заквашування за температури 28–30 °C і поновлення кожні 24 год до втрати бродильної активності закваски. Для приготування закваски спочатку змішували 50,0 г борошна (25,0 г пшеничного і 25,0 г житнього), насіння базилику (від 0,5 до 3,0 %) з 40,0 мл води питної. Тобто отримували шість дослідних зразків закваски з кількістю насіння базилику: зразок № 1 – 0,5 %, № 2 – 1,0 %, № 3 – 1,5 %, № 4 – 2,0 %, № 5 – 2,5 %, № 6 – 3,0 %. У контролі насіння базилику не застосовували. Після цього закваски поміщали у термостат на ферментацію за температури +28–30 °C протягом 24 год. Після процесу бродіння закваски поновлювали способом замішування попередньої закваски (90,0–93,0 г) з додаванням борошна 50,0 г (25,0 плюс 25,0), води 40,0 мл та насіння базилику (0,5–3,0 г). Знову ставили на ферментацію за температури +28–30 °C. Через дві доби ферментації маса закваски становила 180–186 г. Знову поновлювали шляхом змішування борошна 110,0 г (55,0 г пшеничного та 55,0 г житнього) води 70,0 та насіння базилику (0,5–3,0 г), ставили на бродіння в термостат. Поновлення в загальному проводили протягом 72–120 год, залежно від вмісту насіння базилику до того моменту, коли закваска не проявляла загальних видимих ознак бродіння. При цьому вологість у дослідних заквасках становила від 57,2 до 59,4 %, а кислотність в межах від 7,8 до 9,2 град.

У дослідженнях використовували загальноприйняті у хлібопекарському виробництві методики фізико-хімічних досліджень закваски, тіста і готових хлібобулочних виробів. Зокрема, використано методики, які описані у лабораторних практикумах, посібниках тощо (Drobot et al., 2006; Kobasa et al., 2014).

Статистичну обробку експериментальних результатів за темою роботи проводили на комп'ютері із застосуванням загальновідомої ліцензійної програми Statistica 10. Результати вважали достовірними за  $P < 0,05$ .

### Результати та їх обговорення

Результати дослідження технологічних показників закваски спонтанного бродіння, які характеризують її якість під час стадій поновлення, наведено в табл. 1.

З аналізу табл. 1, видно, що кислотність поступово наростала після кожної стадії поновлення закваски.

**Таблиця 1**

Зміна показника кислотності закваски під час оновлення, град ( $M \pm m$ ,  $n = 3$ )

Номер зразка, концентрація базилику	Свіжо-виготовлена	Стадія оновлення закваски, год				
		1 стадія 24	2 48	3 72	4 96	5 120
Контроль	6,3 ± 0,1	7,0 ± 0,1	7,4 ± 0,1	7,6 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,0 ± 0,1
№ 1 – 0,5 %	6,3 ± 0,1	7,1 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,7 ± 0,1	8,0 ± 0,1	8,2 ± 0,1
№ 2 – 1,0 %	6,3 ± 0,1	7,2 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,1 ± 0,1	8,3 ± 0,1
№ 3 – 1,5 %	6,3 ± 0,12	7,4 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,0 ± 0,1*	8,3 ± 0,1	8,5 ± 0,1*
№ 4 – 2,0 %	6,3 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,8 ± 0,1	8,2 ± 0,1	8,4 ± 0,1	8,6 ± 0,1
№ 5 – 2,5 %	6,3 ± 0,1	7,6 ± 0,1	7,9 ± 0,1	8,3 ± 0,1	8,6 ± 0,1	8,9 ± 0,1
№ 6 – 3,0 %	6,3 ± 0,1	7,7 ± 0,1	8,2 ± 0,1*	8,7 ± 0,1*	9,0 ± 0,1*	9,2 ± 0,1*

Примітка: \* $P \leq 0,05$  – порівняно з показником контролю

З літературних джерел відомо (Drobot et al., 2016; Hrushkovska et al., 2019), що під час 48–72 год (другого і третього поновлення) у заквасці інтенсивно розмножуються молочнокислі бактерії, які представлені гетеро- та гомоферментативними мікроорганізмами видами: *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, у меншій мірі видами: *Lactobacillus buchneri* та *Lactobacillus casei*. Саме завдяки життєдіяльності даних популяцій мікроорганізмів закваски мають притаманний їм смак, аромат та відповідну кислотність. Гетероферментативні молочнокислі палички під час ферментації поживних речовин борошна за нормального перебігу оновлення закваски продукують близько 70 % молочної кислоти, близько 20 % продукують леткі кислоти (основу яких становить оцтова) та газ (діоксид вуглецю), ще до 10 % припадає на етиловий спирт.

На п'ятій стадії поновлення закваски виявляємо наростання кислотності у дослідних зразках від 8,2 до 9,2 град, що на 0,5 та 1,2 град більше проти контрольного зразка закваски. Проте згідно з даними авторів (Savchenko et al., 2019; Stabnikova et al., 2019), якісна житньо-пшенична закваска спонтанного бродіння готова до використання за умови кислотності від 7,8 до 9,2 град. У наших дослідженнях усі види дослідних заквасок із вмістом базилику мали кислотність від 8,2 до 9,2 град, а контрольний зразок спонтанної закваски – 8,0 град. Тобто, закваски із вмістом базилику від 1,5 до 3,0 % – № 3 – № 6 уже на третій стадії поновлення мали відповідну кислотність. Це вказує на те, що додавання у закваску насіння базилику сприяє активізації мікробіологічного процесу у заквасці з інтенсивним наростанням кислотності. Загалом дослідження

При цьому чітко прослідковується закономірність, що у дослідних зразках закваски з вмістом базилику кислотність швидше зростала, ніж у контрольній заквасці без базилику. Зокрема, на другій стадії оновлення (48 год) кислотність у дослідній заквасці з вмістом базилику 3,0 % була на 0,8 град вищою, ніж у контрольній заквасці. На третій стадії поновлення закваски (72 год) різниця у кислотності ще більше була помітна, так, у дослідному зразку № 3 (1,5 % базилику) кислотність становила  $8,0 \pm 0,1$  град, а у зразку № 6 (1,5 % базилику) –  $8,7 \pm 0,1$  град, що на 0,4 та 1,1 град більше проти контролю без вмісту базилику.

вказують, що за допомогою введення насіння базилику до складу спонтанних заквасок у кількості від 1,5 до 3,0 % дозволяє скоротити час оновлення закваски і пришвидшити наростання кислотності, яка є результатом розвитку власної мікробіоти.

У технологічному процесі виробництва хліба, якісна закваска повинна мати підйомну силу “за показником спливання кульки”, не менше 30 хв. Збільшення показника підйомної сили призводить до збільшення терміну бродіння тіста, а це своєю чергою буде подовжувати тривалість виробництва хліба, що неодмінно відобразиться на його рентабельності. Тому під час біотехнологічних процесів з отримання закваски намагаються отримати напівфабрикат, підйомна сила якого була б якнайменшою в часі. На показник спливання кульки впливає біохімічна активність мікробіоти, наявної в борошні. Нами було визначено даний біотехнологічний показник за часом спливання кульки. Результати досліджень наведено в табл. 2.

З даних табл. 2 можемо констатувати, що зі збільшенням вмісту насіння базилику в дослідних зразках закваски прискорюється час спливання кульки. Зокрема, виявлено, що після другої стадії поновлення закваски (48 год) підйомна сила була відсутня у контрольному зразку без вмісту базилику та в дослідному з вмістом 0,5 % базилику. В інших дослідних зразках (№ 2 – № 6) з вмістом базилику від 1,0 до 3,0 % час спливання кульки виявився прямо пропорційним кількості базилику в заквасці. Так, у дослідних зразках № 5 і № 6 час спливання кульки був на 8 хв менший, ніж у зразку № 2 (1 % базилику), а у зразку під № 4 на 11 хв.

**Таблиця 2**

Зміна показника підйомної сили закваски під час оновлення, хв ( $M \pm m, n = 3$ )

Номер зразка, концентрація базилику	Свіжо-виготовлена	Оновлення закваски, год				
		Стадія 1 24	2 48	3 72	4 96	5 120
Контроль	–	–	–	45	37	28
№ 1 – 0,5 %	–	–	–	36	29	25
№ 2 – 1,0 %	–	–	52	33	26	24
№ 3 – 1,5 %	–	–	48	32	25	23
№ 4 – 2,0 %	–	–	41	27	23	20
№ 5 – 2,5 %	–	–	44	29	27	24
№ 6 – 3,0 %	–	–	44	28	26	23

Після третього оновлення закваски (72 год) підйомна сила спостерігалася у всіх дослідних зразках і в контрольному. Проте найшвидший час спливання кульки рееструвався у дослідного зразка № 4 (2,0 % базилику) – 27 хв, що на 18 хв менше, ніж у контрольному зразку без базилику. Також виявлено, що додавання базилику понад 2,0 % не сприяло значному зменшенню часу спливання кульки, що, на нашу думку, пов'язано з порушенням консистенції тіста через збільшення газоутворення, зміни структури та зростання вологості.

Після четвертої і п'ятої стадії оновлення закваски спостерігаються такі ж зміни, як і після третьої стадії. Зокрема, виявлено, що всі дослідні зразки закваски з вмістом базилику на 120 год оновлення за часом спливання кульки вкладалися у визначенні вимоги до 25 хв, у контрольному зразку без вмісту базилику кулька спливала за 28 хв, що також вважається задовільним. Проте найоптимальнішим дослідним зразком закваски, який за показником спливання кульки пока-

зував найменший час, був зразок № 4 з 2,0 % базилику. Час спливання кульки становив 20 хв.

Отже, отримані дані вказують на доцільність додавання насіння базилику (до 2,0 %) у технологію виробництва спонтанної закваски, оскільки час спливання кульки після п'ятої стадії оновлення був на 8 хв меншим порівняно з контрольним зразком закваски.

Ще одним тестом, який характеризує біохімічну активність молочнокислої мікрофлори спонтанної закваски, є визначення часу відновлення метиленового синього доданого до закваски (Kobasa et al., 2014). При цьому за тривалістю відновлення закваску поділяють на низької активності – час знебарвлення метиленового синього становить від 90 до 100 хв; високої біохімічної активності – час відновлення барвника становить від 35 до 50 хв; та дуже високої біохімічної активності – відновлення відбувається протягом 7–30 хв. Результати дослідження біохімічної активності мікробіоти спонтанної закваски з вмістом базилику на 120 годину її поновлення наведено на рис. 1.



**Рис. 1.** Динаміка зміни біохімічної активності мікроорганізмів закваски з вмістом базилику

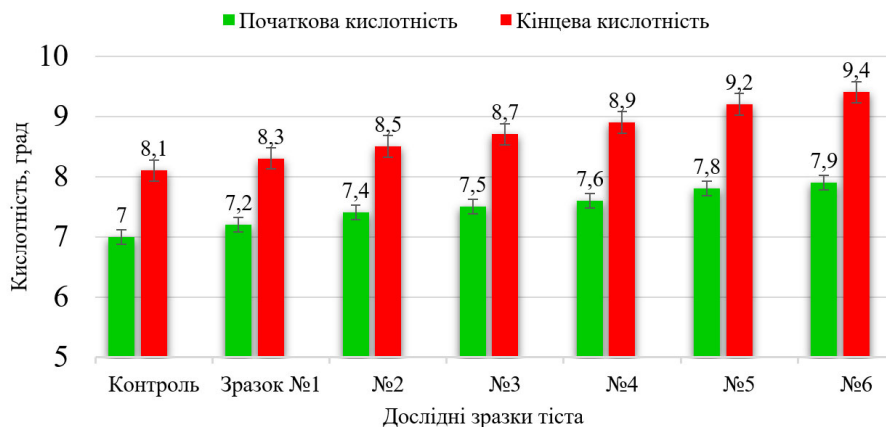
На рис. 1 показана чітко виражена залежність між вмістом доданого насіння базилику до дослідних зразків спонтанної закваски та біохімічною активністю наявної мікробіоти. Зокрема встановлено, що найбільший час знебарвлення метиленового синього реестрували у контрольному зразку закваски без базилику, який становив –  $46 \pm 1$  хв. У дослідних зразках спонтанної закваски з вмістом базилику найповільніше знебарвлення метиленового синього відбувалося у

зразку № 1 з 0,5 % базилику –  $4,0 \pm 1$  хв. В міру збільшення кількості базилику у зразках закваски від 1 до 3 % (№ 2 – № 6) час знебарвлення поступово зменшується. Так, у зразку закваски № 2 знебарвлення становило  $40 \pm 1$  хв, а у зразку № 6 – 30 хв, що практично на 10 хв менше. За класифікацією контрольний і дослідні зразки спонтанної закваски № 1 – № 5 вважалися високо біохімічно активними, а зразок № 6 дуже високо активним. Отримані результати вказують, що



додавання базилику прискорює розвиток і біохімічну активність мікробіоти закваски, внаслідок чого виробляється більше ферментів класу редуктаз, які швидше відновлюють метиленовий синій. При цьому в дослідному зразку спонтанної закваски № 6 окисно-відновна реакція із знебарвлення барвника проходила в 1,5 раза швидше, ніж у контрольному зразку.

Таким чином виявлено, що у заквасці кислотність зростала в міру збільшення у ній кількості насіння базилику, що обумовлено стимулюванням мікробіоти борошна поживними речовинами, наявними у насінні. Це дозволяло отримувати швидше спонтанну закваску вищої кислотності порівняно з тою, яка була без вмісту насіння базилику. На рис. 2 наведено дані зміни кислотності у тісті під час його бродіння.



**Рис. 2.** Оцінка дослідних зразків тіста на спонтанній заквасці за показником кислотності на початку та наприкінці в кінці процесу бродіння

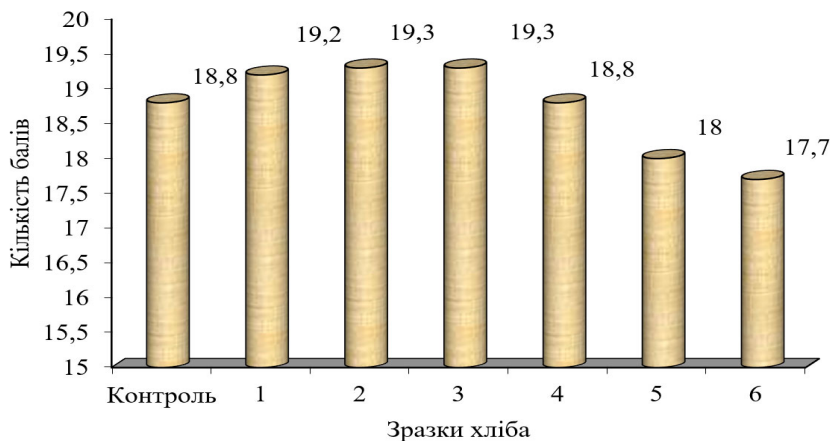
З рис. 2 видно, що відбувається посилення кислотоутворюючої здатності молочнокислої мікрофлори у тісті, яке виготовлене на спонтанній заквасці з додаванням насіння базилику порівняно з тістом без жодних фітодобавок (контрольний зразок). При цьому виявляємо поступове збільшення кислотності тіста у всіх зразках, починаючи від № 1 (0,5 % базилику у спонтанній заквасці) до № 6 (3,0 % базилику у заквасці). Так, у зразку № 4 кінцева кислотність становила  $8,9 \pm 0,2$  град, що на 0,8 г град більше, ніж у контрольному тісті, яке виготовлено тільки на чистій спонтанній заквасці без фітодобавок.

У дослідному зразку тіста № 6, яке виготовлено на заквасці з максимальною кількістю взятої у дослід насіння базилику – 3,0 %, кінцева кислотність становила  $9,4 \pm 0,2$  град, що на 1,3 град більше проти контрольного зразка. Даний процес ми пояснюємо більшим

вмістом кислотоутворюючої мікрофлори у самій заквасці, яку вносили у тісто для заквашування порівняно з контрольною закваскою. Більша кількість мікробіоти зумовлювала швидші зміни біохімічних процесів з ферментації крохмалю борошна і накопичення різних органічних кислот та ароматичних речовин. Внаслідок цього процесу бродіння у тісті відбувалися швидше. Таким чином, тісто, виготовлене з додаванням закваски спонтанного бродіння, яке у своєму складі містить насіння базилику, швидше бродить і дозріває.

Із тіста дослідних зразків нами було випечено житньо-пшеничний хліб, який піддано аналізуванню за фізико-хімічними показниками, що характеризують його якість та свіжість.

Органолептична характеристика готових зразків хліба, яка виражена як сума балів за кожен показник, наведена на рис. 3.



**Рис. 3.** Бальне оцінювання органолептичних показників зразків житньо-пшеничного хліба

Примітка: зовнішній вигляд і колір максимум – 4 балів; стан мякуша – 5 балів; смак – 5 балів; запах – 3 бали; загальне враження – 3 бали.



З рис. 3 видно, що за бального оцінювання зразків хліба найбільшу сумарну оцінку балів отримали зразки № 2 та № 3, які були виготовлені на спонтанній заквасці з вмістом 1,0 та 1,5 базилику – загальна кількість балів становила 19,3 бала, що на 0,5 бала більше, ніж у контрольного зразка. Зразок хліба № 4 мав 18,8 бала, що відповідало кількості балів, як у контролі. Зразки виробів № 5 та № 6 мали найменшу кількість балів –18,0 та 17,7 відповідно. Зниження балів членами дегустаційної комісії було пов'язано із занадто відчутним ароматом базилику.

Отже, враховуючи комплекс досліджень, який включав час поновлення спонтанної закваски, її біохімічну і мікробіологічну активність, фізико-хімічні та органолептичні показники тіста та готових дослідних зразків хліба, нами обрано як оптимальний – зразок, що виготовлений на спонтанній заквасці з вмістом 2,0 % базилику. Даний зразок житньо-пшеничного хліба характеризувався дещо вираженим присмаком і запахом базилику.

### Висновки

Виявлено доцільність додавання насіння базилику (до 2,0 %) у технологію виробництва спонтанної закваски. Запропоновано для виготовлення житньо-пшеничної спонтанної закваски додавати у її склад насіння базилику для посилення біохімічних і мікробіологічних процесів.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Cheliabiieva, V., & Sosedova, E. (2018). Using of leaven 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.
- Drobot, V. I., & Sylchuk, T. A. (2016). Vykorystannia zakvasky spontannoho brodinnia pry vyrobnytstvi zhytno-pshenychnoho khliba [Using spontaneous fermentation sourdough in the production of rye-wheat bread]. *Naukovi pratsi NUXT – Scientific works of NUFT*, 22(1), 180–184 (in Ukrainian).
- Drobot, V. I., Arsenieva, L. Iu., & Bilyk, L. I. (2006). *Laboratornyi praktykum z tekhnologii khlibopekarnoho ta makaronnoho vyrobnytstva*. Kyiv: Tsentri 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 V. I. Vernadsky*, 30(69), 92–97. DOI: 10.32838/2663-5941/2019.4-2/15.
- 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, G., 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(95), 3–7. DOI: 10.32718/nvlvet-f9601.
- Kobasa, I. M., Cheban, L. M., Vorobets, M. M., Yukalo, V. H., & Kukhtyn, M. D. (2014). *Khimichniy ta mikrobiolohichniy analiz kharchovoi produktsii*. Chernivtsi: Chernivetskyi nats. un-t imeni Yurii Fedkovycha (in Ukrainian).
- 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), 1266–1272. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/18328>.
- Lialyk, A., Pokotylo, A., & Kukhtyn, M. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 124–129. DOI: 10.32718/nvlvet-f9121.
- Miś, A., Nawrocka, A. & Dziki, D. (2017). Behaviour of Dietary Fibre Supplements During Bread Dough Development Evaluated Using Novel Farinograph Curve Analysis. *Food Bioprocess Technol*, 10, 1031–1041. DOI: 10.1007/s11947-017-1881-8.
- Pshenyshniuk, H. F., Pavlovskiy, S. M., & Korpak, Yu. S. (2011). Zakvasky spontannoho brodinnia v tekhnologii zhytnoho khliba. *Naukovi pratsi ONAKhT*, 40(1), 141–145 (in Ukrainian).
- Savchenko, O., & Kalinichenko, Y. (2019). Technology of manufacturing rye and wheat sourdough bread with the use of basil. *Technical sciences and technologies*, 4(18), 183–191. DOI: 10.25140/2411-5363-2019-4(18)-183-191.
- Sylchuk, T., Zuiko, V., & Tsyurulnikova, V. (2016). Doslidzhennia zminy fizychnykh vlastyvostei zhytnopshenychnoho tista pry vykorystanni pidkysliuvachiv [Investigation of changes in the physical properties of ryewheat dough when using acidifiers]. *Food Science and Technology*, 10(1), 49–53. DOI: 10.21691/fst.v10i1.79.
- Stabnikova, O., Antoniuk, M., & Stabnikov, V. (2019). Ukrainian Dietary Bread with Selenium-Enriched Soya Malt. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74, 157–163. DOI: 10.1007/s11130-019-00731-z.
- 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-f9704  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.344.8

## Low allergenic fermented drink enriched with bioactive peptides of whey proteins

V. G. Yukalo✉, K. Ye. Datsyshyn, M. B. Shkilna

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

### Article info

Received 21.01.2022

Received in revised form  
22.02.2022

Accepted 23.02.2022

Ternopil Ivan Puluj National  
Technical University, Ternopil,  
Ruska Str., 56, Ternopil,  
46001, Ukraine.  
Tel.: +38-067-358-80-00  
E-mail: [biotech@tu.edu.te.ua](mailto:biotech@tu.edu.te.ua)

**Yukalo, V. G., Datsyshyn, K. Ye., & Shkilna, M. B. (2022). Low allergenic fermented drink enriched with bioactive peptides of whey proteins. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 20–26. doi: 10.32718/nvlvet-f9704**

Whey protein hydrolysates are most often used in the production of hypoallergenic products, as low molecular weight proteolysis products do not cause allergic reactions in consumers. However, it has been found that whey proteins are not only a good source of amino acids, but also a large number of natural biologically active peptides (BAP). They are formed during normal digestion in the gastrointestinal tract. These natural BAP have a positive effect on various functions of the human body regardless of age. When using microbial and plant enzyme preparations, as well as hydrolysis conditions other than physiological, the formation of such biologically active peptides is impossible, and such products lose much of their biological value. The article highlights the results of research on the development of technology of low-allergenic fermented drink enriched with biologically active peptides of whey proteins. To develop the technology of beverage, we proposed to use micellar casein, which is a source of basic milk protein – casein and whey protein hydrolysate, obtained in physiological conditions, as a source of biologically active peptides from whey proteins. Whey protein hydrolysate was added to the product in two ways: to the normalized mixture before and after fermentation. The hydrolysate was added to the product in an amount corresponding to the whey protein content: 0.5 %; 0.7 %; 0.9 %; 1.1 %. It was found that the amount of hydrolysate introduced affects the duration of fermentation of the studied samples. It was noted that until the end of the recommended shelf life, the organoleptic characteristics of samples fermented with hydrolysate remained virtually unchanged, while the consistency of samples in which the hydrolysate was added after fermentation became slightly thinner compared to the day of production. It is also proved that the usage of whey protein hydrolysate helps to reduce the release of whey when filtering a fermented beverage during storage for seven days.

**Key words:** whey proteins, hydrolysate of whey proteins, biologically active peptides, allergies, fermented low allergenic drink.

## Низькоалергенний ферментований напій, збагачений біоактивними пептидами протеїнів сироватки молока

В. Г. Юкало✉, К. Є. Дацишин, М. Б. Шкільна

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

У виробництві гіпоалергенних продуктів найчастіше використовують гідролізати протеїнів сироватки, оскільки низькомолекулярні продукти протеолізу не викликають алергічних реакцій у споживачів. Проте встановлено, що протеїни молочної сироватки є не тільки повноцінним джерелом амінокислот, а й великої кількості природних біологічно активних пептидів (БАП). Вони утворюються в процесі нормального травлення в шлунково-кишковому тракті. Ці природні БАП позитивно впливають на різноманітні функції організму людини незалежно від віку. При використанні мікробних та рослинних ферментних препаратів, а також умов гідролізу, відмінних від фізіологічних, утворення таких біологічно активних пептидів є неможливим, а такі продукти втрачають значну частину своєї біологічної цінності. У статті висвітлено результати досліджень з розробки технології низькоалергенного ферментованого напою, збагаченого біологічно активними пептидами протеїнів сироватки молока. Для розроблення технології напою нами запропоновано застосувати мицелярний казеїн, який є джерелом основного білка молока – казеїну, та гідролізат протеїнів сироватки молока, отриманий у фізіологічних умовах, як джерело біологічно активних пептидів із протеїнів сироватки. Гідролізат протеїнів сироватки молока у продукт вносили двома способами: у нормалізовану суміш до сквашування та

після його завершення. Гідролізат у продукт вносили у кількості, що відповідає вмісту сироваткових протеїнів: 0,5 %; 0,7 %; 0,9 %; 1,1 %. Встановлено, що кількість внесеного гідролізату впливає на тривалість сквашування досліджуваних зразків. Виявлено, що до завершення рекомендованого терміну зберігання органолептичні показники зразків сквашених із гідролізатом залишались практично незмінними, тимчасом як консистенція взірців, у котрі гідролізат вносили після сквашування, стала децю рідшою порівняно із днем виготовлення. Доведено також, що внесення гідролізату протеїнів сироватки сприяє зменшенню виділення сироватки при фільтруванні ферментованого напою при його зберіганні протягом семи діб.

**Ключові слова:** протеїни сироватки молока, гідролізат протеїнів сироватки молока, біологічно активні пептиди, алергія, ферментований низькоалергенний напій.

## Вступ

Алергія на протеїни сироватки молока є характерною для дітей різного віку, а також і для дорослого населення (Hochwallner et al., 2014; Villa et al., 2018). Сироваткові протеїни містять два основних алергени  $\beta$ -LG та  $\alpha$ -LA, і також менш алергенні компоненти лактоферин, сироватковий альбумін (BSA) та імуноглобуліни (Selo, 1999; Mann et al., 2019).

Найбільш ефективним способом зниження алергенності протеїнів сироватки є їхній протеоліз, який призводить до розщеплення відповідних алергенних епітопів (Matsuo et al., 2015; Cabana, 2017; Villa et al., 2018). Аналіз технологій низькоалергенних продуктів з використанням гідролізаців протеїнів сироватки показав, що продукти даної категорії виробляються в основному для немовлят та дітей молодшого віку (Kumar & Wong, 2007; Affolter et al., 2010; Gee et al., 2019). Для дорослих розроблено значно менше технологій низькоалергенних продуктів (Takahashi et al., 1995; Elisabeth et al., 2016; Won et al., 2017). У технологіях таких продуктів використовують гідролізати протеїнів сироватки, отримані в основному з ферментними препаратами, що забезпечують добрі технологічні показники та високий ступінь гідролізу, однак далеко не завжди відображають фізіологічні умови розщеплення протеїнів сироватки у шлунково-кишковому тракті, хоча саме при таких умовах можливе утворення природних біологічно активних пептидів, які позитивно впливають на більшість систем організму (Madadlou & Abbaspourrad, 2016; Deeth & Bansal, 2019; Yukalo, 2021). При використанні мікробних та рослинних ферментних препаратів, а також умов гідролізу, відмінних від фізіологічних, утворення таких біологічно активних пептидів є неможливим, а такі продукти втрачають значну частину своєї біологічної цінності (Datsyshyn, 2021).

У зв'язку із вищезазначеним актуальним є отримання ферментованих низькоалергенних молочних продуктів, збагачених біологічно активними пептидами протеїнів сироватки молока, які також характеризуються високими органолептичними показниками.

**Мета і завдання дослідження.** Розробити технологію низькоалергенного ферментованого напою, збагаченого біологічно активними пептидами протеїнів сироватки молока.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі завдання дослідження:

- розробити рецептури досліджуваних зразків ферментованого напою;
- дослідити вплив гідролізату протеїнів сироватки молока на процес сквашування ферментованого напою;

– провести органолептичну оцінку та дослідити фізико-хімічні показники зразків низькоалергенного ферментованого напою, збагаченого біологічно активними пептидами протеїнів сироватки молока.

## Матеріал і методи досліджень

Для проведення досліджень було використано таку сировину: вода питна “Карпатська джерельна” ТУ У 15.9-31778022-001; міцелярний казеїн “Ingredia” (Франція); концентрат сироваткових білків, вироблений на ТОВ “Бучацький сирзавод” (Україна) згідно з проектом ТУ У 15.5-00419880-XXX:2011 “Концентрат сироваткових білків (КСБ-УФ). Технічні умови”; ферментний препарат “Панкреатин» виробництва ПрАТ “Технолог” (Україна); закваска прямого внесення “Йогурт” (“Vivo”), що містить у своєму складі чотири штами: *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium lactis*.

Активну кислотність визначали потенціометрично на рН-метрі марки рН-150-МІ. Визначення показників титрованої кислотності та ступеню синерезису проводили за методиками, описаними у лабораторному практикумі (Hrek et al., 2015). Вологоутримуючу здатність (ВУЗ) досліджуваних зразків визначали центрифугуванням 10 г продукту при 4500 об/хв протягом 30 хв при 4 °С. Розрахунок проводили згідно з (Poltavska & Kovalenko, 2014). Для оцінювання органолептичних показників: смаку, запаху, консистенції, зовнішнього вигляду та кольору було створено дегустаційну комісію. Визначення проводили при температурі 18...22 °С (Hrek et al., 2015).

Для проведення електрофорезу у присутності сечовини використовували лужну систему (рН 7,9), що включала 4,5 М сечовину (Yukalo et al., 2007). Фракційний склад продуктів протеолізу аналізували експрес-методом електрофорезу в анодній системі однорідного поліакриламідного гелю (Yukalo et al., 2019). Гель-фільтрацію проводили на колонках з набору для рідинної хроматографії фірми “Reanal”. При цьому використовували сефадекс G-50 фірми “Pharmacia” (Швеція) (Yukalo & Datsyshyn, 2018). Спектрофотометрію продуктів протеолізу концентрату сироваткових білків проводили на спектрофотометрі СФ-46 (Yukalo et al., 2019a).

Точність результатів гарантується триразовим повторенням експерименту. Отримані вимірювання були розраховані за допомогою стандартної статистичної програми Microsoft Excel. За допомогою програми Microsoft Excel здійснювали графічне представлення експериментальних даних.

## Результати та їх обговорення

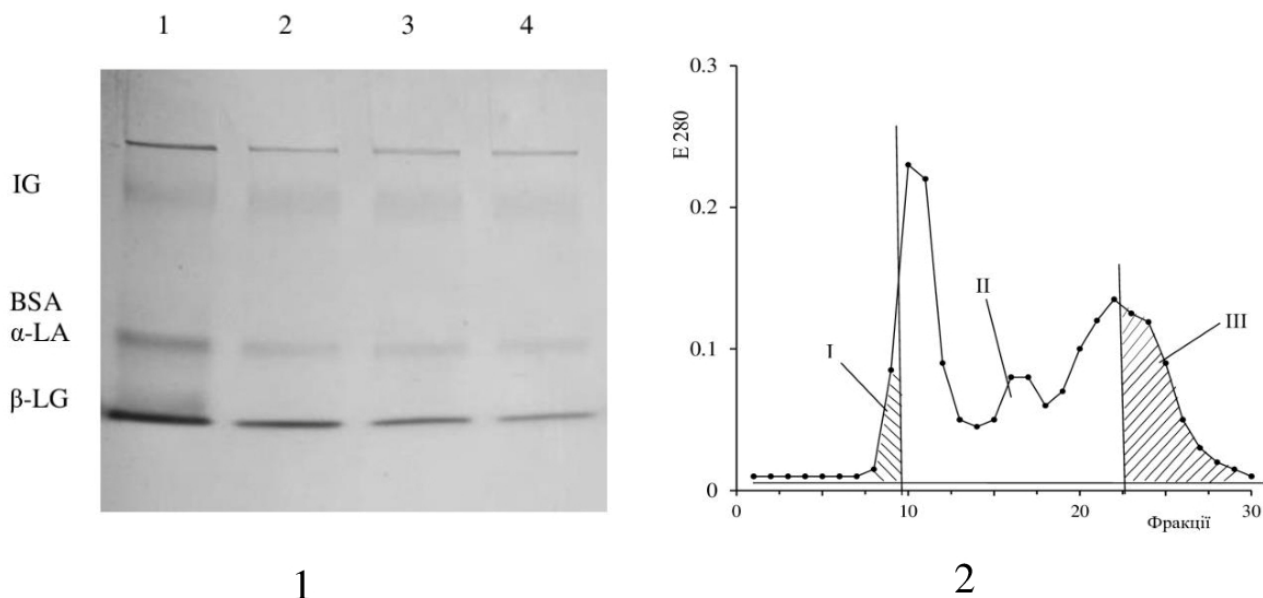
Для розширення асортименту кисломолочних напоїв, котрі можуть бути рекомендовані для харчування людей, що страждають на алергію до протеїнів сироватки молока, нами розроблена технологія ферментованого напою, який отримано комбінацією міцелярного казеїну та гідролізату протеїнів сироватки молока. При отриманні дослідних зразків такого напою, як джерело казеїну, нами був використаний міцелярний казеїн фірми “Ingredia” (Франція).

Для характеристики міцелярного казеїну було проведено електрофорез в однорідному поліакриламідному гелі (ПАГ) в присутності сечовини, оскільки білки казеїну найефективніше розділяються саме у такій електрофоретичній системі (McSweeney & Fox, 2013). Проведений аналіз складу міцелярного казеїну свідчить про відсутність алергенів сироватки молока у ньому, що дає змогу використати його як основу для виробництва низькоалергенних щодо протеїнів сироватки молока продуктів. Результати досліджень показали також наявність у досліджуваному зразку міцелярного казеїну всіх фракцій білків казеїнового комплексу, серед яких є основні попередники БАП казеїнового походження.

Низькоалергенний гідролізат протеїнів сироватки молока отримували за раніше розробленою технологією (Datsyshyn, 2021). Рідкий гідролізат було отримано

у лабораторних умовах кафедри харчової біотехнології і хімії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Для характеристики ходу протеолізу нами був побудований графік залежності кількості розчинних у трихлороцтовій кислоті продуктів протеолізу від його тривалості. Дослідженнями встановлено, що найактивніше гідроліз проходить протягом перших 60 хвилин та практично завершується до 120 хвилини. Подальше збільшення кількості продуктів гідролізу є незначним.

Для характеристики отриманого гідролізату протеїнів сироватки нами був проведений електрофорез продуктів гідролізу сироваткових протеїнів на різних етапах процесу. Окрім того, було проведено гель-фільтрацію реакційної суміші, відібраної на 120-й хвилині проходження гідролізу. Для гель-фільтрації використовували сефадекс G-50. Результати електрофоретичних та хроматографічних досліджень подані на рисунку 1 і свідчать про те, що в отриманому у фізіологічних умовах гідролізаті протеїнів сироватки молока вдалось досягнути достатнього рівня гідролізу та зберегти при цьому максимально можливу кількість природних біологічно активних пептидів (Datsyshyn, 2021). Хроматограма (рис. 1.2) була розділена на три сектори, що містять продукти протеолізу з різною молекулярною масою. Сектор III містить пептиди з  $M < 1500$  Да, кількість яких становить майже 40 % від усіх продуктів протеолізу.



**Рис. 1.** Електрофореграми (1) продуктів протеолізу сироваткових протеїнів, отриманих на різних стадіях дії (0 хв, 60 хв, 120 хв, 180 хв) ферментного препарату “Панкреатин” та хроматограма (2) продуктів протеолізу концентрату сироваткових протеїнів, отримана на 120-й хвилині протеолізу за дії ферментного препарату “Панкреатин”

Отриманий у фізіологічних умовах гідролізат є низькоалергенним, що встановлено у проведених раніше дослідженнях (Datsyshyn, 2021), тому може бути використаним для виробництва низькоалергенних продуктів як джерело біологічно активних пептидів з протеїнів сироватки молока.

На наступному етапі нами було виготовлено дослідні зрізки ферментованого напою, які відрізнялись вмістом рецептурних компонентів (табл. 1). Гідролі-

зат протеїнів сироватки молока у продукт вносили двома різними способами: у нормалізовану суміш до сквашування (взірці № 3, 5, 7, 9) та у сквашену основу після завершення сквашування (взірці № 4, 6, 8, 10). У контрольний зірець замість гідролізату протеїнів сироватки вносили концентрат протеїнів сироватки у кількості, що відповідала кількості гідролізату у п'ятому (контрольний зірець № 1к) та шостому (контрольний зірець № 2к) дослідних зразках.



Таблиця 1

Рецептурний склад досліджуваних зрізців

Рецептурні компоненти	Контрольний зрізець		Досліджувані зрізці*							
	№ 1 к	№ 2 к	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
МК (15 %)	276	276	276	276	276	276	276	276	276	276
ГБС (15 %)	-	-	46	-	64	-	82	-	100	-
ГБС (92,2 %)	-	-	-	6,9	-	9,6	-	13,3	-	15
КСБ (15 %)	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-
КСБ (92,2 %)	-	9,6	-	-	-	-	-	-	-	-
Лактоза	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
Вода питна	613	667,4	631	670,1	613	667,4	595	664,7	577	662
Усього	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Для приготування ферментованого напою зважену кількість міцелярного казеїну змішували із розрахованою кількістю пастеризованої питної води з температурою  $30 \pm 2$  °С для отримання 15 % розчину та проводили його змішування із рецептурними компонентами. Отриману суміш гомогенізували та пастеризували при температурі  $88 \pm 2$  °С без витримання, охолоджували до температури заквашування, вносили гідролізат протеїнів сироватки (при першому способі виробництва напою) та проводили сквашування до отримання згустку характерного для кисломолочних напоїв. Після завершення процесу сквашування проводили охолодження до температури  $20 \pm 2$  °С та вносили гідролізат протеїнів сироватки (при другому способі виробництва напою).

Виготовлення досліджуваних зрізців ферментованого напою проводили у термостатній камері лабораторії технології молока і молочних продуктів кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ імені Івана Пулюя. Під час процесу сквашування при внесенні гідролізату протеїнів сироватки у нормалізовану суміш було виявлено, що у контрольному зрізці № 1к та досліджуваних зрізцях № 3 і № 5 сквашування завершилось швидше, через 5–5,5 годин з утворенням характерного для кисломолочних напоїв згустку. У решти досліджуваних зрізцях – № 7 та № 9 процес сквашування тривав близько 12 годин і утворений згусток мав дещо водянисту та рідшу консистенцію порівняно зі зразком № 1к та досліджуваними зрізцями № 3 і № 5. Помітним було також відділення сироватки у зрізцях № 1к та № 5.

Варто зазначити, що у контрольному зразку та у досліджуваних зразках № 5, № 7 і № 9 відділення сироватки після перемішування стало менш вираженим, зовнішній вигляд усіх зразків є характерним для кисломолочних напоїв, найкращою є консистенція у досліджуваному зрізці № 3. Запах є характерним кисломолочним, смак визначається кількістю внесеного гідролізату протеїнів сироватки молока.

Оскільки при проведенні процесу сквашування було виявлено, що кількість внесеного гідролізату протеїнів сироватки молока впливає на тривалість сквашування, було прийнято рішення про внесення сухого гідролізату в уже сквашену основу. Тривалість сквашування становила у цьому випадку від 4 до 4,5 години. Результати проведених досліджень показали,

що найкращими органолептичними показниками характеризувались зразки № 3 та № 5, у які гідролізат протеїнів сироватки вносили у нормалізовану суміш та зразки № 4, № 6 і № 8, отримані при додаванні гідролізату в суміш після сквашування. Суттєвим недоліком досліджуваного зразка № 10 є характерний присмак гідролізату, котрий можна усунути при виготовленні напою із різноманітними наповнювачами. Варто зазначити також, що дослідні зразки, котрі отримували внесенням гідролізату протеїнів сироватки у нормалізовану суміш, до сквашування мали менш виражений присмак альбуміну, ніж зрізці, у котрі вносили гідролізат після сквашування.

В усіх кисломолочних продуктах нормуються показники активної та титрованої кислотності. Результати дослідження цих важливих характеристик кисломолочних напоїв наведені на рисунках 2 та 3. Варто зазначити також, що титрована кислотність зразків напою, при отриманні яких гідролізат вносили у сквашену суміш, є дещо вищою від зрізців, котрі були сквашені із різною кількістю гідролізату. Причиною повільнішого наростання титрованої кислотності у другому випадку, ймовірно, може бути наявність у гідролізаті протеїнів сироватки молока антибактеріальних пептидів, які здатні чинити вплив на накопичення мікроорганізмів закваски.

Ступінь синерезису є одним із показників властивостей кисломолочних напоїв, котрий дозволяє визначити міцність сквашеного згустку. Визначення здійснювали при температурі  $18\text{--}20$  °С через 15 та 30 хвилин після початку досліду. Результати проведених експериментів наведені на [рисунку 4](#) – через 30 хвилин.

Якщо проаналізувати динаміку зміни ступеня синерезису через 30 хвилин протягом 7 діб, то прослідковується така залежність: у досліджуваних зрізцях № 3, № 4, № 5, № 6, № 7 та № 8 кількість сироватки до 7 доби зменшується порівняно з днем виготовлення. Що стосується досліджуваного зразка № 9, то кількість відфільтрованої сироватки зменшується до 7 доби та збільшується у зрізці № 10. Для контрольного зрізця при обох способах внесення гідролізату кількість сироватки до 7 доби дещо зростає, що дає змогу говорити про те, що в процесі зберігання гідролізат протеїнів сироватки має позитивний вплив на міцність згустку досліджуваного продукту.



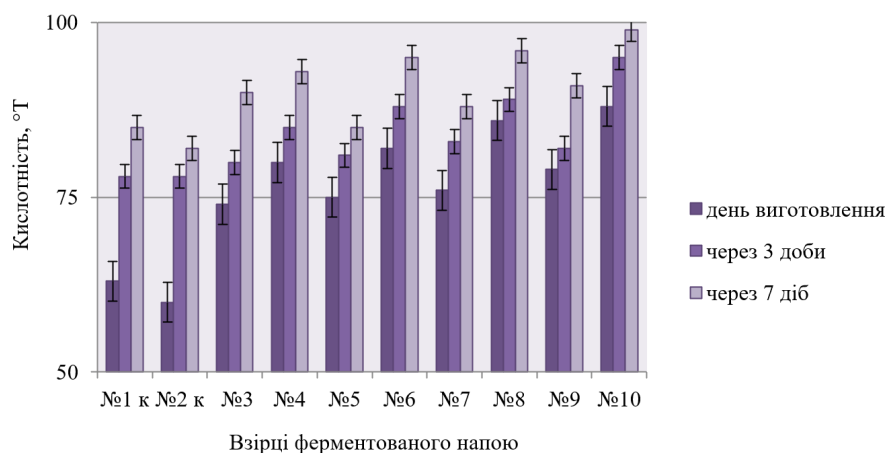


Рис. 2. Зміна показників титрованої кислотності ферментованого напою

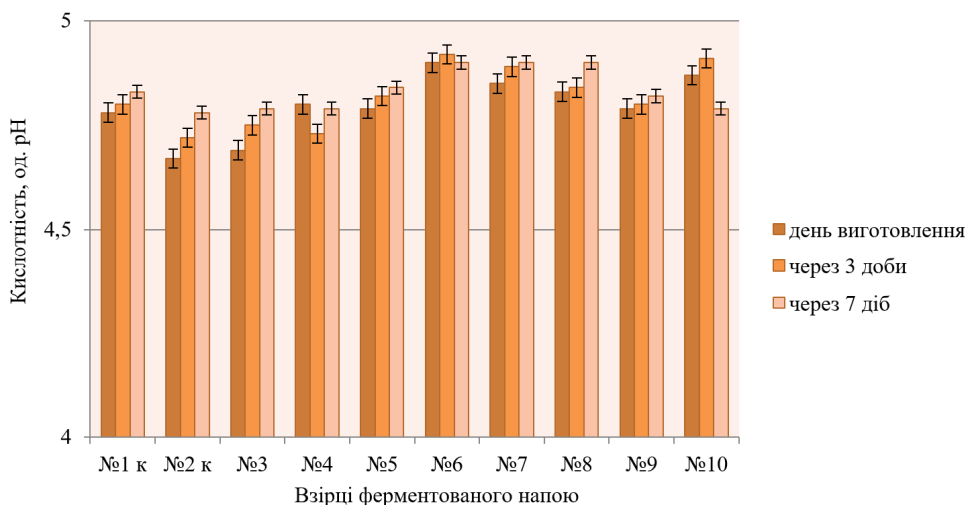


Рис. 3. Зміна показників активної кислотності ферментованого напою

Результати визначення вологоутримуючої здатності свідчать про те, що найкращими показниками володів контрольний зразок незалежно від способу внесення концентрату протеїнів сироватки молока. Із досліджуваних зразків найвища ВУЗ спостерігалась у третього, четвертого, дев'ятого та десятого зразків,

при чому вищою вона була у зразків, у які гідролізат протеїнів сироватки вносили у нормалізовану суміш до сквашування. Результати досліджень вологоутримуючої здатності ферментованого напою наведені на [рисунок 5](#).

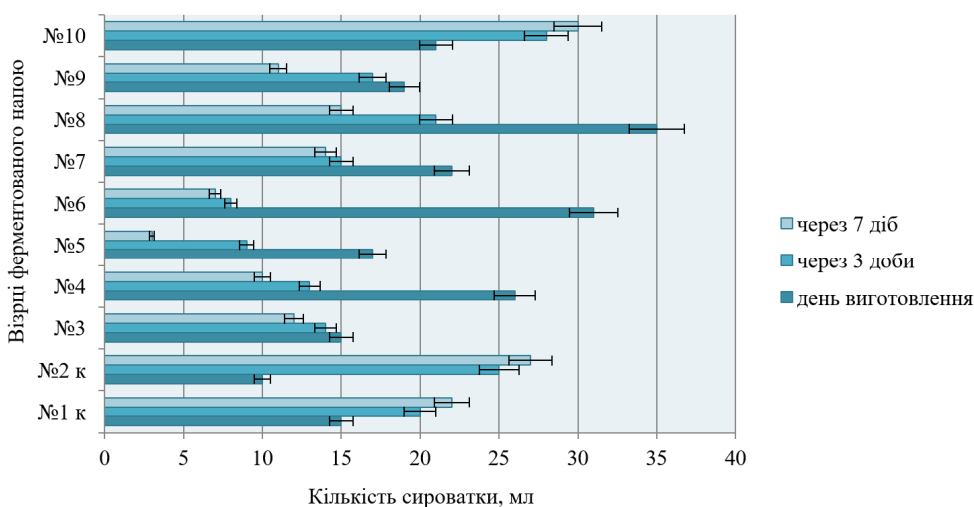


Рис. 4. Зміна ступеню синерезису досліджуваних зразків ферментованого напою, через 30 хв

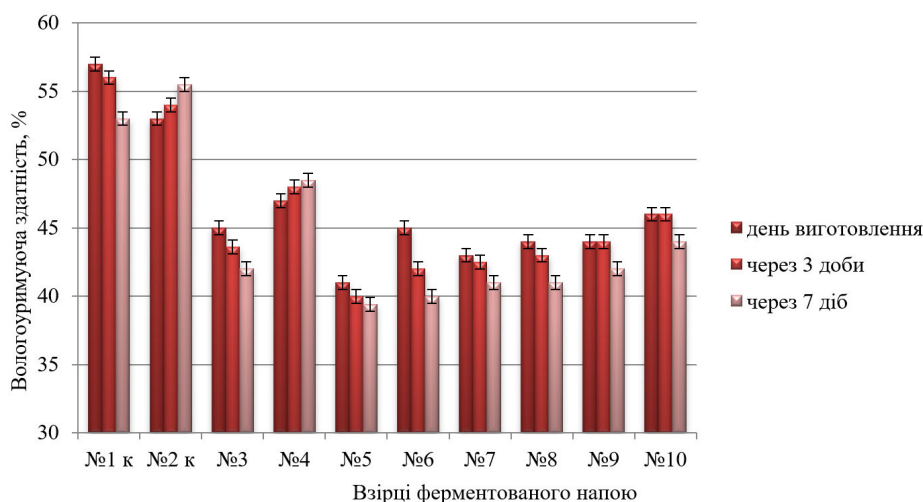


Рис. 5. Зміна ВУЗ ферментованого напою

Отже, за показником вологоутримуючої здатності найкращим виявився досліджуваний зразок № 3.

### Висновки

1. Розроблено рецептури та виготовлено досліджувані зразки низькоалергенного ферментованого напою, збагаченого біологічно активними пептидами протеїнів сироватки молока. Запропоновано два способи внесення гідролізату протеїнів сироватки молока: у нормалізовану суміш до сквашування та після його завершення. Встановлено, що кількість внесеного гідролізату впливає на тривалість сквашування досліджуваних зразків.

2. Досліджено органолептичні та фізико-хімічні показники розробленого напою. За органолептичними показниками та їх стабільністю протягом досліджуваного терміну зберігання 7 діб кращими виявились досліджувані зразки, які сквашувались із гідролізатом протеїнів сироватки молока. Показано також, що внесений гідролізат протеїнів сироватки молока позитивно впливає на міцність згустку досліджуваних зразків ферментованого напою.

У подальших дослідженнях варто було б внести деякі корективи до рецептурного складу зрізків з можливістю внесення стабілізуючих систем для забезпечення кращих органолептичних показників та їх вищої вологоутримуючої здатності. Іншим важливим напрямком роботи є дослідження активності природних біоактивних пептидів та її зміна в процесі виробництва і зберігання ферментованого напою.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Affolter, M., Bureau-Franz, I., Maynard, F., Mercenier, A., & Panchaud, A. (2010). AU2016247052B2. Australian Patent Office.

Cabana, M. D. (2017). The Role of Hydrolyzed Formula in Allergy Prevention. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 70(2), 38–45. DOI: 10.1159/000460269.

Datsyshyn, K. Ye. (2021). (dysertatsiia kandydata tekhnichnykh nauk). Rozrobka tekhnolohii nyzkoalerhennoho hidrolizatu bilkiv syrovatky dlia zbahachennia molochnykh produktiv spetsialnoho pryznachennia. NUKhT, Kyiv (in Ukrainian).

Elisabeth, P., Smulders, A., & Schlatmann, J. E. (2016). US20190069589A1. United States Patent. URL: <https://patents.google.com/patent/US20190069589A1/en>.

Gee, T. I., Woolrich, T. J., & Smith, M. F. (2019). Effectiveness of Whey Protein Hydrolysate and Milk-Based Formulated Drinks on Recovery of Strength and Power Following Acute Resistance Exercise. *Journal of Human Kinetics*, 68, 193–202. DOI: 10.2478/hukin-2019-0066.

Hochwallner, H., Schulmeister, U., Swoboda, I., Spitzauer, S., & Valenta, R. (2014). Cow's milk allergy: From allergens to new forms of diagnosis, therapy and prevention. *Methods*, 66(1), 22–23. DOI: 10.1016/j.ymeth.2013.08.005.

Hrek, O. V., Yushchenko, N. M., Osmak, T. H., Onopriichuk, O. O., Rybak, O. M., Tymchuk, A. V., & Krasulia, O. O. (2015). *Praktykum z tekhnolohii moloka ta molochnykh produktiv: navch. posibnyk*. K.: NUKhT (in Ukrainian).

Kumar, M., & Wong, D. (2007). US20100273718A1. United States Patent Application Publication. URL: <https://patents.google.com/patent/US20100273718A1/pt-pt>.

Madadlou, A., & Abbaspourrad, A. (2016). Bioactive whey peptide particles: An emerging class of nutraceutical carriers. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 58(9), 1468–1477. DOI: 10.1080/10408398.2016.1264064.

Mann, B., Athira, S., Sharma, R., Kumar, R., & Sarkar, P. (2019). Bioactive Peptides from Whey Proteins. In Hilton C. Deeth & Nidhi Bansal (Eds.). *Whey Proteins: From milk to medicine* (pp. 530–558). London: Academic Press.

Matsuo, H., Yokooji, T., & Taogoshi, T. (2015). Common food allergens and their IgE-binding epitopes. *Allergy International*, 64(4), 332–343. DOI: 10.1016/j.alit.2015.06.009.

- McSweeney, P. L. H., & Fox, P. F. (Eds). (2013). *Advanced Dairy Chemistry: Volume 1A: Proteins: Basic Aspects* (4th ed.). New York: Springer Science+Business Media. DOI: 10.1007/978-1-4614-4714-6.
- Poltavska, O., & Kovalenko, N. (2014). Effect of functional fiber on viability of lactic acid bacteria and bifidobacteria during storage. *Food science and technology*, 4(29), 22–27. DOI: 10.15673/2073-8684.29/2014.33526.
- Selo, I., Clement, G., Bernard, H., Chatel, J., Creminon, C., Peltre, G., & Wal, J. (1999). Allergy to bovine  $\beta$ -lactoglobulin: specificity of human IgE to tryptic peptides. *Clin Exp Allergy*, 29, 1055–1063. DOI: 10.1046/j.1365-2222.1999.00612.x.
- Takahashi, N., Asakawa, S., Dousako, S., & Idota, T. (1995). US5670201A. United States Patent. URL: <https://patents.google.com/patent/US5670201>.
- Villa, C., Costa, J., Oliveira, M. B. P. P., & Mafra, I. (2018). Bovine Milk Allergens: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17(1), 137–164. DOI: 10.1111/1541-4337.12318.
- Won, J-Y., Kim, H-S., Jang, J-A., & Kim, C-H. (2017). Functional Properties of Yogurt Containing Specific Peptides derived from Whey Proteins. *Journal of Milk Science and Biotechnology*, 35(4), 249–254. DOI: 10.22424/jmsb.2017.35.4.249.
- Yukalo, V. H. (2021). *Bioloohichna aktyvnist proteiniv i peptydiv moloka: monohrafiia*. Ternopil: Vyd-vo TNTU imeni Ivana Puliuia (in Ukrainian).
- Yukalo, V. H., Yavorskyi, B. I., Storozh, L. A., & Solovodzinska, I. Ye. (2007). Kilkisnyi elektroforetychnyi analiz bilkiv kazeinovooho kompleksu. *Bioloohiia tvaryn*, 9(1–2), 295–298 (in Ukrainian).
- Yukalo, V., & Datsyshyn, K. (2018). Dekstranovi heli dlia eksklyuzyvnoi khromatohrafii proteiniv syrovatky moloka. *Naukovyi visnyk LNUVMB imeni S. Z. Hzhyskoho*, 20(85), 3–8. DOI: 10.15421/nvlvet8501.
- Yukalo, V., Datsyshyn, K., & Storozh, L. (2019). Electrophoretic system for express analysis of whey protein fractions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11(98)), 37–44. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.160186.
- Yukalo, V., Datsyshyn, K., & Storozh, L. (2019a). Comparison of products of whey proteins concentrate proteolysis, obtained by different proteolytic preparations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/11(101), 40–47. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.177314.



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-f9705  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 338.483(477.83)

## Karotin contained bioyogurts and their use for the development of biologically valuable restaurant dishes

S. V. Maykova<sup>1</sup>, I. S. Romashko<sup>2</sup>✉, O. M. Vivcharuk<sup>1</sup>, N. P. Shemedyuk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ivan Franko National University Lviv, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 25.01.2022

Received in revised form

28.02.2022

Accepted 01.03.2022

Ivan Franko National  
University of Lviv,  
Kyryla i Mefodiya Str., 6,  
Lviv, 79005, Ukraine.

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska str., 50, Lviv, Ukraine.  
Tel.: +38-050-579-04-99  
E-mail: mysh@ukr.net

*Maykova, S. V., Romashko, I. S., Vivcharuk, O. M., & Shemedyuk, N. P. (2022). Karotin contained bioyogurts and their use for the development of biologically valuable restaurant dishes. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 27–33. doi: 10.32718/nvlvet-f9705*

The paper considers the feasibility of using organic yogurts in the manufacture of several traditional cold dishes, in the recipes of which there is a fermented milk product. We studied the experience of scientists in improving the quality of food and increasing their biological value through the addition of functional plant materials. The authors of the article described the results of optimization of several dishes of different cuisines of the world, which use sour milk component in their recipes. An appropriate substitute with improved characteristics is proposed and the use of organic yogurt with amaranth extract as a biologically valuable component of updated recipes is justified. The aim of the work was to improve the technology of cooking Greek, Spanish, Turkish and Bulgarian cuisines with partial replacement of traditional recipe ingredients. The research was conducted on the basis of the Department of Hotel and Restaurant Business and Food Technologies of Ivan Franko Lviv National University. The raw materials used met the quality and safety requirements of current regulations. The use of amaranth extract in the production of yogurt leads to increased viscosity and improved product structural and organoleptic properties. The use of amaranth in various dishes provides them with an additional number of useful components, including carotene-containing compounds, proteins, micro- and macronutrients, etc. This increases the biological value of the product and products using it. Dishes developed with the replacement of traditional yogurts with bioanalogues with amaranth are characterized by better organoleptic evaluations, consumer performance, and health properties. The presence of amaranth adds a subtle nutty note, enriching the taste of the finished dish.

**Key words:** Greek, Spanish, Turkish and Bulgarian cuisines, amaranth, extract, bioyogurt, biological and energy value.

## Каротинвмісні біоюгурти та їх використання для розроблення біологічно цінних ресторанних страв

С. В. Майкова<sup>1</sup>, І. С. Ромашко<sup>2</sup>✉, О. М. Вівчарук<sup>1</sup>, Н. П. Шемедюк<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені І. Франка, м. Львів, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У роботі розглянули доцільність використання біоюгуртів при виготовленні кількох традиційних холодних страв, в рецептурах яких присутній кисломолочний продукт. Вивчено досвід науковців щодо поліпшення показників якості таких страв та підвищення їхньої біологічної цінності через додавання функціональної рослинної сировини. В статті описано результати оптимізації кількох страв різних кухонь світу, які у своїх рецептурах використовують кисломолочний компонент. Запропоновано відповідний замітник з покращеними характеристиками та обґрунтовано використання біоюгурту з амарантовим екстрактом як біологічно цінного компоненту оновлених рецептур страв. Метою роботи стало удосконалення технології приготування страв



грецької, іспанської, турецької та болгарської кухонь з частковою заміною традиційних рецептурних компонентів. Дослідження проводили на базі кафедри готельно-ресторанної справи та харчових технологій ЛНУ імені І. Франка. Використана сировина відповідала за якістю і безпечністю вимогам діючої нормативної документації. Застосування амарантового екстракту у виробництві йогурту веде до збільшення в'язкості, покращення структурних і органолептичних властивостей продукту. Використання амаранту у різноманітних стравах забезпечує їх додатковою кількістю корисних компонентів, зокрема каротиновмісними сполуками, білковими речовинами, мікро- та макроелементами тощо. Це підвищує біологічну цінність продукту і виробів з його використанням. Страви, розроблені з заміною традиційних йогуртів на біоаналоги з амарантом, характеризуються кращими органолептичними оцінками, споживчими показниками та оздоровчими властивостями. Присутність амаранту вносить тонку горіхову нотку, збагачуючи смак готової страви.

**Ключові слова:** грецька кухня, болгарська кухня, турецька кухня, іспанська кухня, амарант, екстракт, біойогурт, біологічна та енергетична цінність.

## Вступ

Мешканці мікросвіту тим чи іншим способом завжди впливали на якість людського життя. Але лише не так давно науковці почали розуміти, як ефективно співпрацювати з мікроорганізмами, отримуючи максимальну користь від їхньої цілеспрямованої життєдіяльності. Однією з таких сфер є харчова промисловість і виробництво біопродукції зокрема. Наприклад, виготовлення біойогуртів з додаванням різноманітних наповнювачів. Основна мета сучасних наукових пошуків щодо оптимізації складу виробів даного сегменту – покращення сумарних характеристик продуктів з оздоровчими властивостями, які можна залучати до щоденного раціону як профілактичну та навіть лікувальну складову (Bondar & Hulciaiev, 2004).

Станом на сьогодні відомо багато модифікованих йогуртів, які умовно розмежовують на пастеризовані йогурти і йогурти з живими бактеріями (Fox et al., 2015; Kamel et al., 2021). Звичайний пастеризований йогурт при готуванні проходить тривалу теплову обробку. Після неї в продукті майже не залишається вітамінів і зовсім не залишається “живих” бактерій, які, потрапляючи в шлунок, починають розмножуватися і чинити позитивний вплив на місцеву мікрофлору. На протипагу пастеризованим продуктам, біойогурти містять корисні живі бактерії й мікроорганізми, які, нормалізуючи склад та функції мікрофлори шлунково-кишкового тракту, формують в слизовій оболонці кишечника важливу ланку імунної системи нашого організму і підтримують її на належному рівні. Пробиотики допомагають стимулювати шлункові соки, натуральні ферменти, необхідні для правильного травлення, зменшують кількість і вираженість побічних ефектів після впливу антибіотиків, сприяють розщепленню солей жовчних кислот і нормалізації ліпідного обміну (Koning et al., 2008; Peresichnyi, 2012; Bomba et al., 2012). За сприятливих умов такий біозахист запобігає росту і розвитку багатьох патогенних або інших шкідливих для людини мікроорганізмів. Загалом вживання кисломолочних продуктів, які містять пробиотики, допомагає захистити організм від потенційних загроз, що можуть спричинити подальші захворювання (Wilkins & Sequoia, 2017; Zhang et al., 2022).

*Актуальність теми.* Світова пандемія та війна в Україні внесли величезні корективи як в спосіб харчування і ставлення до якості продуктів, так і в перспективи розвитку харчової галузі в цілому. Зараз,

зважаючи на перерозподіл сировинних ресурсів у світовій економіці, відбувається глобальне переосмислення підходів до виробництва продуктів харчування. Вони повинні бути максимально корисними, поживними, цінними у харчовому, енергетичному і біологічному сенсі (Peresichnyi et al., 2003). В нещодавно дуже динамічному, а тепер ще й агресивному світі, попит на баластові продукти стає невиправданим і незрозумілим. Тому все більш актуальними стають створення і пропозиція споживачеві продукції, якісної у всіх аспектах. Сюди належить сфера громадського харчування, зокрема приготування різноманітних страв з використанням молочної сировини та виробів на її основі.

Корекція біологічної і харчової цінності продукції на основі молока, а також термінів її зберігання – пріоритети в частині переробки молока. Сучасне виробництво кисломолочних виробів розвивається в напрямку формування нового покоління біопродуктів з використанням нових видів мікроорганізмів-пробиотиків (Harkava et al., 2012). Біойогурти за своїми функціональними властивостями перевершують молоко, оскільки містять всі його корисні компоненти у легкозасвоюваному вигляді. В лікувальному і дієтичному харчуванні їх рекомендують людям, які мають проблеми з розщепленням лактози або прояви харчової алергії. Кисломолочні продукти, що носять назву біойогурти, виготовляють методом сквашування молока, використовуючи закваски, до складу яких входять *Streptococcus thermophilus* (молочнокислий стрептокок), *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* (болгарська паличка) з додаванням ацидофільної палички або біфідобактерій, з можливим включенням у рецептуру різноманітних корисних додатків (Syrokhman & Zavorodnia, 2009). Часто важливою характеристикою якості йогуртів є їх текстура.

**Метою роботи** було запропонувати способи удосконалення кількох страв різних кухонь світу, які у своїх рецептурах використовують кисломолочний компонент, наприклад кефір, сметану, йогурт. Нашим завданням стало запропонувати відповідний замітник з покращеними характеристиками. Такою альтернативою обрано біойогурт, приготований на базі закладу харчування “Вівчарик”, де і проводили подальші дослідження.

## Матеріал і методи досліджень

Проблемі створення функціональних продуктів належить особливе місце не тільки у вітчизняній нау-

ці. Вчені різних країн світу займаються питанням розробки та вдосконалення технологій виготовлення продукції з залученням кисломолочних виробів, текстуру яких забезпечують немолочні стабілізатори з вираженими біологічно активними властивостями. Увага приділяється взаємодії стабілізаторів і молочних компонентів задля отримання бажаних характеристик йогурту (консистенції, зовнішнього вигляду, смакових відтінків, а також текстури) (Shved et al., 2005).

У молоці містяться майже всі жиророзчинні (А, D, К, Е та ін.) і водорозчинні (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>12</sub>, РР, Н, С та ін.) вітаміни. Жиророзчинні переважають у вершках і маслі, а водорозчинні – у свіжому знежиреному молоці. Відрізняється також і їх функціональне призначення: жиророзчинні вітаміни беруть участь в утворенні тканин і клітинних груп, а водорозчинні є складовою різних ферментів. Важливо переробляти молоко таким чином, щоб не руйнувати вітамінів, оскільки вони чутливі до дії високих температур, світла, кислот, кисню та інших чинників. Це також стосується продуктів і страв, приготованих з використанням молочної сировини.

Основним компонентом молока є вода, її частка становить до 89 %, з яких більша частина перебуває у вільному стані й лише близько 3 % – у зв'язаному. Вільна вода як розчинник органічних і неорганічних речовин відіграє важливу роль у біохімічних процесах. Зв'язана вода утримується молекулярними силами компонентів молока, перебуваючи в колоїдному стані, замерзає за температури нижче ніж 0 °С, не видаляється при сушінні, а солі і цукри в ній не розчиняються. Тому для забезпечення текстури кисломолочної продукції сучасні технології виготовлення йогуртів активно вдосконалюють, враховуючи передові результати наукових досліджень. Відомі та перевірені на сьогодні шляхи покращення структури біойогуртів передбачають застосування стабілізаторів. Їх додають до складу молочних продуктів, в тому числі біойогуртів, для зміцнення структури та забезпечення її збереження впродовж терміну придатності. Як гідроколіди, вони містять гідрофільні групи, здатні взаємодіяти з водою, частково утворюючи водневі зв'язки з формуванням тривимірної сітки, що власне позитивно впливає на текстуру біойогуртів. Для мікроорганізмів зв'язана вода недоступна.

Сучасним трендом харчової галузі є використання корисних властивостей природної сировини. Одним з перспективних видів рослин для отримання широкого асортименту різних харчових добавок функціонального призначення є амарант (Lanycja, 2017; Gachak et al., 2017; Pliatsuk & Chernysh, 2018; Temel et al., 2020). Якщо оцінювати вміст восьми незамінних амінокислот в рослинній сировині за 100-бальною шкалою, то пшениця набирає 57 балів, соя – 63, амарант – 75. У білках сої, сочевиці, гороху, квасолі недостатньо сірковмісних амінокислот: метіоніну, цистеїну; в білках злаків невисокий відсоток лізину, треоніну, фенілаланіну, тимчасом як білок амаранту за співвідношенням амінокислот належить до числа кращих білків рослинного походження. Тому використання в їжу білка насіння амаранту робить харчування людини більш

повноцінним і збалансованим за амінокислотним складом.

Для досліджень використовували біойогурт, отриманий з допомогою сухої закваски AiBi 22.11 R3: ліофілізований концентрат *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus* –  $5,0 \cdot 10^{10}$  КУО/г, та високобілкового амарантового борошна (30 % білка). Йогурт готували термостатним способом. Молоко підігрівали до 37 °С, розливали у три скляні ємності об'ємом 0,35 л і додавали амарантовий екстракт у відповідному співвідношенні. Суміші перемішували, закладали в термостат при 37 °С на 1 год. Після цього молоко в ємностях пастеризували при 95 °С впродовж 5 хв (для стабілізації структури), охолоджували до 37 °С. Потім в усі зразки вносили суху закваску йогуртових культур в розрахунку 1 г на 1 л.

Амарантовий екстракт готували так: вносили 30 г амаранту (5 % від обсягу зароджуваних проб) в 300 мл нагрітого до 50 °С молока. Суспензію центрифугували на лабораторній центрифугі при значенні відносної відцентрової сили 755 g (3000 об./хв) впродовж 5 хв. Отриманий екстракт декантували і пастеризували при 72 °С впродовж 20 с. В екстракті вимірювали щільність, вміст компонентів (білків, жирів, вуглеводів) і СЗМЗ (сухий знежирений молочний залишок) за допомогою апарату “Клевер-2” за температури 25 °С.

Отримані зразки йогуртів в ємностях об'ємом 0,35 л охолоджували до 4 °С, вимірювали в'язкість на ротаційному віскозиметрі типу Брукфільда МТ-202 з чотирма роторами (діапазон вимірювання в'язкості 0-2000000 мПа·с, швидкість – 6 об./хв, ротор № 3).

Для вимірювання структурних властивостей зразки йогуртів в ємностях об'ємом 0,35 л охолоджували до 4 °С, вимірювали міцність і роботу penetрації на аналізаторі текстури TA-XTPlus (StableMicroSystemsLtd., ЦК) з тензодавачем 5 кг. Проводили тест на компресію для отримання графіків профілів структури. Використовували багатоголковий зонд / MPP, задавали такі параметри: швидкість руху зонда до випробування 1 мм/с, під час випробування 2 мм/с і після випробування 10 мм/с. Дистанція занурення зонда 10 мм. Сила навантаження 30 м. Робота penetрації – площа графіка між зусиллями 35 г і максимальним.

Органолептичну оцінку якості отриманих зразків йогурту проводили відповідно до ДСТУ 4343:2004, ДСТУ ISO 22935-3-2011. В охолоджених зразках йогуртів оцінювали параметри: зовнішній вигляд, запах, аромат, консистенцію. Інтерпретація бальної оцінки: 5 – немає відхилення від заздалегідь встановлених вимог до характеристики показника, 4 – мінімальне відхилення, 3 – помітне відхилення, 2 – значне відхилення, 1 – дуже значне відхилення.

## Результати та їх обговорення

Схема проведення досліджень складалась з кількох етапів. На початковому етапі готували біойогурт з додаванням амарантового екстракту, для отримання якого використовували амарантове борошно в кількості 1, 2, 6 і 10 % (в межах органолептичної прийнятності).

**Таблиця 1**

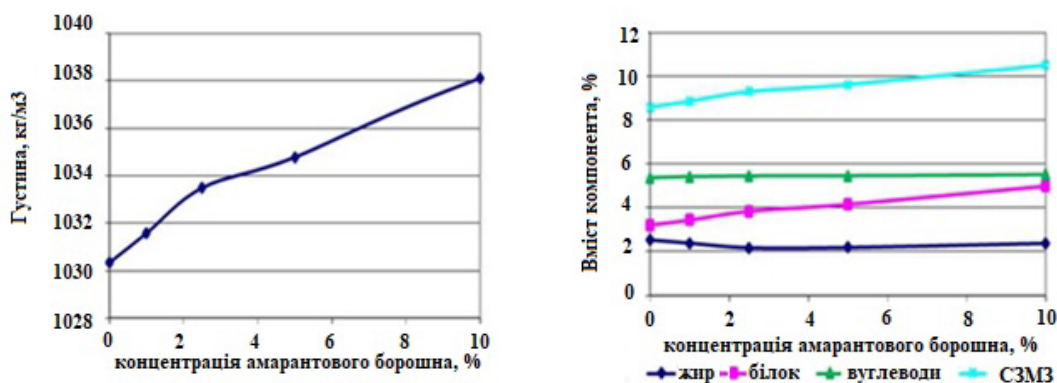
Дослідження оптимального вмісту амарантового борошна для виготовлення біоїогуртів з амарантом

№ зразка	Вміст амарантового борошна, %	Органолептична оцінка йогурту	
		без внесення амарантового борошна	з внесенням амарантового борошна
1	1,0		4,8
2	2,0		5
3	6,0	4,6	4,7
4	10,0		4,5

Оптимальна кількість внесення екстракту амаранту при виготовленні біоїогуртів становила 2 %. Для отриманих зразків біоїогуртів дослідили динаміку зміни їхньої густини залежно від кількості внесеного амарантового борошна.

Як видно з **рисунка 1**, в екстракт переходять в основному білки: густина екстракту 1034,78 кг/м<sup>3</sup> (1030,34 кг/м<sup>3</sup> для молока), вміст білків 4,16 % (3,21 % для молока), вміст жирних речовин не змінився і склав 2,2–2,5 %, вміст небілкових речовин в СЗМЗ незначно збільшилася з 5,38 % в молоці до 5,47 % в

екстракті. Таким чином, приріст СЗМЗ з 8,59 % до 9,63 % можна пояснити переходом в екстракт значної частини білків з амарантового борошна (збільшення вмісту білка в екстракті на 30 %) і переходом деякої кількості вуглеводів (збільшення вмісту небілкових речовин в екстракті на 2 %). Стабілізуюча дія екстракту пов'язана з тим, що під час екстрагування в нього переходять переважно білки, які дозволяють зміцнити структуру йогурту та збільшити густину і в'язкість системи за рахунок можливості зв'язування білків молока та амаранту як окремо, так і між собою.



**Рис. 1.** Зміна густини екстракту амаранту та вмісту компонентів в екстракті, залежно від концентрації амарантового борошна

Наступним етапом дослідження було удосконалення кількох страв національних кухонь світу, рецептурами яких передбачено використання йогуртів, а саме:

1. Огірковий суп с грецькими горіхами (Грецька кухня);
2. Йогуртовий гаспаччо (Іспанська кухня);
3. Таратор (Болгарська кухня);
4. Південно-африканський холодний йогуртовий суп (Турецька кухня).

Ці супи добре відомі у відповідних культурах, а також досить популярні за межами територій, де були створені. Нашим завданням було розглянути можливість внесення йогурту з амарантовим екстрактом у традиційні рецептури вищезгаданих страв та вивчити їх якісні показники. Дослідження проводили на базі ресторану “Вівчарик”.

Як видно з **таблиці 2** підбору інгредієнтів страви “Огірковий суп с грецькими горіхами”, експериментальним шляхом з врахуванням органолептичної оці-

нки дослідний зразок № 2 визнано кращим. Для його приготування в рецептурі базової страви змінили вміст таких складників: грецькі горіхи – зменшено на 20 г, огірки – зменшено на 10 г, вода – зменшено на 20 г (мл) і відповідно збільшено кількість йогурту на 50 г, замінивши традиційний кисломолочний компонент на йогурт з амарантовим екстрактом.

Приготування “Йогуртового гаспаччо” за традиційною рецептурою передбачає використання питного йогурту (табл. 3). При заміні його йогуртом з амарантом готова страва характеризується вищими густиною та в'язкістю. Для досягнення необхідної консистенції страви експериментальним шляхом підбору інгредієнтів було внесено зміни в її рецептуру. За результатами органолептичної оцінки зразок № 4 визнано кращим, тому змінили кількості таких складників: томати – зменшено на 50 г, огірки – зменшено на 40 г, перець червоний солодкий – зменшено на 50 г, але збільшено кількість йогурту з амарантовим екстрактом на 140 г відповідно.

**Таблиця 2**

Схема удосконалення страви “Огірковий суп с грецькими горіхами” (Грецька кухня) (1000 г)

№ з/п	Найменування сировини	Норма вмісту в готовій страві, г					
		Страва-аналог	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5
1	Грецькі горіхи	90	80	70	60	50	40
2	Петрушка	15	15	15	15	15	15
3	Огірки	250	245	240	235	230	225
4	Часник	10	10	10	10	10	10
5	Оливкова олія	30	30	30	30	30	30
6	Вода	60	50	40	30	20	10
7	Лимонний сік	20	20	20	20	20	20
8	Сіль	5	5	5	5	5	5
9	Йогурт	500	525	550	575	600	625
10	Перець	2	2	2	2	2	2
11	Свіжа м'ята (листя)	18	18	18	18	18	18
Маса готової продукції		1000	1000	1000	1000	1000	1000
Органолептична оцінка страви, бали		4,6	4,7	5	4,7	4,6	4,6

**Таблиця 3**

Схема удосконалення страви “Йогуртовий гаспаччо” (Іспанська кухня) (1000 г)

№ з/п	Найменування сировини	Норма вмісту в готовій страві, г					
		Страва-аналог	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5
1	Томати	300	285	270	265	250	235
2	Йогурт	230	270	310	330	370	410
3	Зелена цибуля	30	30	30	30	30	30
4	Перець червоний солодкий	200	185	170	165	150	135
5	Огірки	150	140	130	120	110	100
6	Петрушка	30	30	30	30	30	30
7	Кріп	20	20	20	20	20	20
8	Кінза	20	20	20	20	20	20
9	Часник	15	15	15	15	15	15
10	Перець	2	2	2	2	2	2
11	Сіль	3	3	3	3	3	3
Маса готової продукції		1000	1000	1000	1000	1000	1000
Органолептична оцінка страви		4,6	4,6	4,7	4,8	5	4,8

**Таблиця 4**

Схема удосконалення страви “Таратор” (Болгарська кухня) (1000 г)

№ з/п	Найменування сировини	Норма вмісту в готовій страві, г					
		Страва-аналог	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5
1	Сметана	100	80	60	40	20	-
2	Йогурт	255	275	295	315	335	355
3	Огірки	400	400	400	400	400	400
4	Часник	30	30	30	30	30	30
5	Кріп	30	30	30	30	30	30
6	Оливкова олія	30	30	30	30	30	30
7	Грецькі горіхи	150	150	150	150	150	150
8	Сіль	3	3	3	3	3	3
9	Перець	2	2	2	2	2	2
Маса готової продукції		1000	1000	1000	1000	1000	1000
Органолептична оцінка страви		4,8	4,6	4,7	4,7	4,8	5

Як видно з даних таблиці 4 підбору інгредієнтів страви болгарської кухні супу “Таратор”, експериментальним шляхом за результатами органолептичної оцінки зразок № 5 було визнано кращим. Його особ-

ливністю є повна заміна сметани йогуртом, тому в удосконаленій рецептурі: сметану – вилучено (зменшено на 100 г), відповідно збільшено кількість йогурту з амарантовим екстрактом на 100 г.



**Таблиця 5**

Схема удосконалення страви “Південно-африканський холодний йогуртовий суп” (Турецька кухня) (1000 г)

№ з/п	Найменування сировини	Норма вмісту в готовій страві, г					
		Страва аналог	Дослід 1	Дослід 2	Дослід 3	Дослід 4	Дослід 5
1	Сметана	30	25	20	15	10	-
2	Йогурт	530	540	550	560	570	585
3	Цукіні кабачок	50	50	50	50	50	50
4	Біле сухе вино	80	80	80	80	80	80
5	Огірки	150	150	150	150	150	150
6	Оливкова олія	75	70	65	60	55	50
7	Цибуля зелена перо	50	50	50	50	50	50
8	Зелень петрушки та кропу	30	30	30	30	30	30
9	Сіль	3	3	3	3	3	3
10	Перець білий	2	2	2	2	2	2
Маса готової продукції		1000	1000	1000	1000	1000	1000
Органолептична оцінка страви		4,8	4,6	4,7	4,7	4,8	5

З таблиці 5 підбору інгредієнтів страви турецької кухні “Південно-африканський холодний йогуртовий суп” видно, що найкращим за органолептичною оцінкою є зразок № 5, тому в рецептурі змінено кількості таких складників: сметана – вилучено (зменшено на 30 г), оливкова олія – зменшено на 25 г, відповідно

збільшено кількість йогурту з амарантовим екстрактом на 55 г.

Визначено основні характеристики, що забезпечують харчову та енергетичну цінність удосконалених страв, приготованих з використанням йогурту з амарантовим екстрактом (табл. 6).

**Таблиця 6**

Характеристики удосконалених страв за основними показниками

Назва страви	Калорійність, ккал	Білки, г	Жири, г	Вуглеводи, г
Огірковий суп с грецькими горіхами (Грецька кухня)	246	6,5	22,2	5,3
Йогуртовий гаспаччо (Іспанська кухня)	229	13,4	9	23,8
Таратор (Болгарська кухня)	565	20,1	46,3	17,1
Південно-африканський холодний йогуртовий суп (Турецька кухня)	275	13,7	14,3	21,1

**Висновки**

Застосування амарантового екстракту у виробництві йогурту веде до збільшення в'язкості, покращення структурних і органолептичних властивостей продукту. Використання амаранту у різноманітних стравах забезпечує їх додатковою кількістю корисних компонентів, зокрема каротиновмісними сполуками, білковими речовинами, мікро- та макроелементами тощо. Це підвищує біологічну цінність продукту і виробів з його використанням. Страви, розроблені з заміною традиційних йогуртів на біоаналоги з амарантом, характеризуються кращими органолептичними оцінками, споживчими показниками та оздоровчими властивостями. Присутність амаранту вносить тонку горіхову нотку, збагачуючи смак готової страви.

**Відомості про конфлікт інтересів**

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

**References**

Bomba, A., Brandeburova, A., Ricanyova, J., Strojny, L., Chmelarova, A., Szabadsova, V., et al. (2012). The role of probiotics and natural bioactive compounds in modulation of the common molecular pathways in

pathogenesis of atherosclerosis and cancer. *Biologia*, 67, 1–13. DOI: 10.2478/s11756-011-0155-6.

Bondar, I. V., & Hulciaiev, V. M. (2004). *Promyslova mikrobiologhiia. Kharchova i ahrobiotekhnologhiia. Navchalnyi posibnyk. Vydavnytstvo DDTU (in Ukrainian)*.

Fox, M. J., Ahuja, K. D. K., Robertson, I. K., Ball, M. J., & Eri, R. D. (2015). Can probiotic yogurt prevent diarrhoea in children on antibiotics? A double-blind, randomised, placebo-controlled study. *BMJ Open*, 5(1), e006474. DOI: 10.1136/bmjopen-2014-006474.

Gachak, Yu. R., Gutyj, B. V., Benitska, A., Dyakun, T., Pristantsky, R., & Kinitska, L. (2017). Use of “Amarant” cryoproush in the technology of dairy products of treatment and propofilactic degradation. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(80), 57–62. DOI: 10.15421/nvlvet8012.

Harkava, K. H., Kosoholova, L. O., Karpov, O. V., & Yastremska, L. S. (2012). *Biotekhnologhiia. Vstup do fakhu. Kyiv: NAU (in Ukrainian)*.

Kamel, D. G., Othman, A. A., Osman, D. M., & Hamam, A. R. A. (2021). Probiotic yogurt supplemented with nanopowdered eggshell: Shelf-life stability, physicochemical, and sensory characteristics. *Food Sci Nutr*, 9(3), 1736–1742. DOI: 10.1002/fsn.3.2152.

Koning, C. J., Jonkers, D. M., Stobberingh, E. E., et al. (2008). The effect of a multispecies probiotic on the intestinal microbiota and bowel movements in healthy volunteers

- taking the antibiotic amoxicillin. *Am J Gastroenterol*, 103, 178–189. DOI: 10.1111/j.1572-0241.2007.01547.x.
- Lanycja, I. (2017). A biological value of ready-to-cook foods is with a flour to the amaranth. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(80), 80–82. DOI: 10.15421/nvlvet8016.
- Peresichnyi, M. I. (2012). *Tekhnolohiia kharchovykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia: kol. monohrafiia*. Kyiv: KNTEU (in Ukrainian).
- Peresichnyi, M. I., Kravchenko, M. F., & Karpenko, P. O. (2003). *Tekhnolohiia produktsii hromadskoho kharchuvannia z vykorystanniam biolohichno aktyvnykh dobavok*. Kyiv: KNTEU (in Ukrainian).
- Pliatsuk, L. D., & Chernysh, Ye. Iu. (2018). *Ekolohichna biotekhnolohiia: pryntsypy stvorennia biotekhnolohichnykh vyrobnytstv. Navchalnyi posibnyk*. Sumy: SumDU (in Ukrainian).
- Shved, O. V., Petrina, R. O., & Hubrii, Z. V. (2005). *Metodychni vkazivky do vykonannia laboratornykh robot. Suchasne zastosuvannia biotekhnolohichnykh metodiv*. Lviv: NULP (in Ukrainian).
- Syrokhan, I. V., & Zavorodnia, V. M. (2009). *Tovaroznavstvo kharchovykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia: navchalnyi posibnyk*. K.: Tsentri uchbovoi literatury (in Ukrainian).
- Temel, S., Keskin, B., Çakmakçı, S., & Tosun, R. (2020). Sulu ve Kuru Koşullarda Farklı Amaranth Türlerine Ait Çeşitlerin Ot Verim Performanslarının Belirlenmesi . *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 6(3), 615–624 . DOI: 10.24180/ijaws.788719.
- Wilkins, T., & Sequoia, J. (2017). Probiotics for Gastrointestinal Conditions: A Summary of the Evidence. *Am Fam Physician*, 96(3), 170–178.
- Zhang, T., Zhang, C., Zhang, J., Sun, F., & Duan, L. (2022). Efficacy of Probiotics for Irritable Bowel Syndrome: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Front Cell Infect Microbiol.*, 12, 859967. DOI: 10.3389/fcimb.2022.859967.



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-f9706  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.5/05

## Features of post-slaughter biochemical processes in meat raw materials at LLC “Ternopil meat plant”

O. Fursik<sup>1</sup>, I. Strasyński<sup>1</sup>✉, M. Hrytsai<sup>1</sup>, S. Iepishkin<sup>2</sup>, O. Perhat<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>LLC Foodtech, Vasilkiv, Kyiv region, Ukraine

### Article info

Received 27.01.2022

Received in revised form

01.03.2022

Accepted 02.03.2022

National University of  
Food Technologies,  
Volodymyrska Str., 68,  
Kyiv, 01601, Ukraine.  
Tel.: +38-067-798-70-63  
E-mail: sim2407@ukr.net

LLC Foodtech, Soborna Str., 74,  
Vasilkiv, Kyiv region,  
08600, Ukraine.

**Fursik, O., Strasyński, I., Hrytsai, M., Iepishkin, S., & Perhat, O. (2022). Features of post-slaughter biochemical processes in meat raw materials at LLC “Ternopil meat plant”. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 34–40. doi: 10.32718/nvlvet-f9706**

Today, the issue of targeted use of raw materials, taking into account the nature of autolytic changes, becomes particular importance, since the proportion of animals entering for processing has significantly increased, in which, after slaughter, significant deviations from the normal development of autolytic processes are found in the tissues. All known meat-specific PSE and DFD biochemical processes that take place in muscle tissue, as well as the composition of meat prove the need for serious study for technological processing. One of the main indicators that characterize the direction of development of postmortem changes in the obtained meat raw materials, and therefore allow us to state the deviations from the norm is the value of the amount of glycogen and lactic acid in the meat of slaughter animals. It is equally important to determine the physicochemical properties of meat raw materials and the degree of boiling of collagen, which will determine the rational directions for its further processing. For research meat raw materials was used from slaughter of pigs at Ternopil Meat Processing Plant LLC obtained from 4 farms: Farm No. 1 in Nastasiv village (breeder), Farm No. 8 in Dvorichia village (breeder), Farm No. 2 in Nastasiv village (growing), Farm No. 7 Stare Misto village / Pidhaytsi village (breeder). It was found that the highest indicator of water and fat content, namely 73.1 % and 3.7 % is characterized by meat obtained from slaughter of pigs from the farm No. 7 (village Stare Misto / village Pidhaytsi (breeder)). As for the protein content, the highest values are typical for meat obtained by slaughtering pigs from the farm No. 2 (village Nastasiv (growing) – 22.9 %. The degree of boiling of collagen varies depending on the direction of maturation processes in the raw material. It was found that pigs delivered from the farm No. 7 have a greater tendency to deviate from the classical course of autolysis in the direction of obtaining raw materials with PES signs because they are characterized by the highest degree of boiling of collagen at the level of 62.6 %. Determination of the content of glycogen and lactic acid in meat during autolytic processes allows to note the rapid breakdown of glycogen and intensive accumulation of lactic acid in 1 hour after slaughter (at the level of 589 mg% and 307 mg%, respectively) and increase this process after 24 hours for meat raw materials obtained from the farm No. 7 (at the level of 223 mg% and 674 mg%, respectively). Obtained results confirm that the analysis of the content of glycogen and lactic acid at the stages of maturation can identify deviations in the quality of meat raw materials and take measures to correct them. The identified specific biochemical processes for meat occurring in muscle tissue, as well as significant differences in its properties necessitate their detection in production conditions with subsequent sorting of raw materials into groups to determine the most rational option for technological processing of such meat.

**Key words:** meat, autolysis, glycogen, lactic acid, quality.

## Особливості післязайних біохімічних процесів у м'ясній сировині у ТОВ “Тернопільський м'ясокомбінат”

О. П. Фурсік<sup>1</sup>, І. М. Страшинський<sup>1</sup>✉, М. С. Грицай<sup>1</sup>, С. С. Єпішкін<sup>2</sup>, О. А. Пергат<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>ТОВ “Фудтек”, м. Васильків, Київська область, Україна

На сьогодні питання цілеспрямованого використання сировини з урахуванням характеру автолітичних змін набуває особливого значення, оскільки суттєво зросла частка тварин, які надходять на переробку і у яких після забою в тканинах виявляються значні відхилення від нормального розвитку автолітичних процесів. Всі відомі специфічні для м'яса PSE і DFD біохімічні процеси, які проходять в м'язовій тканині, а також особливості складу м'яса доводять необхідність серйозного вивчення для технологічної обробки. Одними з головних показників, які характеризують напрямок розвитку помертвих змін отриманої м'ясної сировини, а отже дозволяють констатувати відхилення від норми є значення кількості глікогену і молочної кислоти у м'ясі забійних тварин. Не менш важливим є визначення фізико-хімічних властивостей м'ясної сировини і ступеня розварювання колагену, що дозволить визначити раціональні напрямки її подальшої переробки. Для досліджень використали м'ясу сировину від забою свиней на ТОВ “Тернопільський м'ясокомбінат” отриманих від 4-ьох господарств: Ферма № 1 с. Настасів (репродуктор), Ферма № 8 с. Дворіччя (репродуктор), Ферма № 2 с. Настасів (дороцювання), Ферма № 7 с. Старе Місто / с. Підгайці (репродуктор). Встановлено, що найвищим показником вмісту волози і жиру, а саме 73,1 % і 3,7 % характеризується м'ясо отримане при забої свиней із господарства Ферма № 7 (с. Старе Місто / с. Підгайці (репродуктор)). Що ж стосується вмісту білка, то найвищі значення характерні для м'яса, отриманого при забої свиней із господарства Ферма № 2 (с. Настасів (дороцювання) – 22,9 %. Ступінь розварюваності колагену змінюється залежно від напрямку протікання процесів дозрівання в сировині. Встановлено, що більшою схильністю до відхилення від класичного ходу автолізу в напрямку отримання сировини з ознаками PSE володіють свині доставлені від господарства Ферма № 7, оскільки характеризуються найвищим ступенем розварюваності колагену на рівні 62,6 %. Визначення показника вмісту глікогену і молочної кислоти у м'ясі в ході автолітичних процесів дозволяють відмітити швидкий розпад глікогену і інтенсивне накопичення молочної кислоти через 1 годину після забою (на рівні 589 мг% і 307 мг% відповідно) та збільшення даного процесу через 24 години для м'ясної сировини, отриманої від господарства Ферма № 7 (на рівні 223 мг% і 674 мг% відповідно). Отримані результати підтверджують, що за рахунок аналізу вмісту глікогену і молочної кислоти на етапах дозрівання можна встановити відхилення в якості м'ясної сировини та вжити заходів для їх виправлення. Виявлені специфічні для м'яса біохімічні процеси, які протікають в м'язовій тканині, а також значні відмінності в його властивостях обумовлюють необхідність їх виявлення у виробничих умовах з подальшим сортуванням сировини за групами для визначення найбільш раціонального варіанту технологічної переробки такого м'яса.

**Ключові слова:** м'ясо, автоліз, глікоген, молочна кислота, якість.

## Вступ

Свинарство – галузь тваринництва, яка найбільш динамічно розвивається як в Україні, так і у світі (Strashyns'kyj et al., 2019; Yang et al., 2020; Khalak et al., 2021; Leite et al., 2021). За ефективністю виробництва свині вигідно відрізняються від інших видів сільськогосподарських тварин. Свинарство відіграє важливу роль у формуванні продовольчої безпеки України, на частку споживання свинини у загальному споживчому попиту припадає понад 40 % (Tsyhura & Vinnikova, 2017).

На сьогодні питання цілеспрямованого використання сировини з урахуванням характеру автолітичних змін набуває особливого значення, оскільки суттєво зросла частка тварин, які надходять на переробку і у яких після забою в тканинах виявляються значні відхилення від нормального розвитку автолітичних процесів. Дані про кількість м'ясної сировини з нетрадиційними властивостями PSE і DFD – неоднозначні. В окремих регіонах кількість яловичини DFD складає – 28–35 %, свинини PSE – 40–45 %, в країнах Європи, США, Канаді і Австралії цей показник сягає 50 % (Birta et al., 2012).

Розбіжності в характері автолізу між NOR, PSE і DFD м'ясом зумовлює специфічність їхніх органолептичних, фізико-хімічних, функціонально-технологічних і структурно-механічних характеристик, що визначає спрямоване використання м'яса з ознаками NOR, PSE і DFD при виробництві м'ясних продуктів та напівфабрикатів (Strashyns'kyj et al., 2020).

При високій частці нетрадиційної сировини, із врахуванням вагомих відмінностей в якості м'яса, своєчасне виявлення приналежності сировини до тієї або іншої якісної групи (NOR, PSE і DFD) є необхідністю. Особливе значення виявлення і оцінки якості

сировини з нетрадиційним перебігом автолізу набувають у зв'язку із розробкою єдиних стандартів на сировину, які потребують удосконалення принципів класифікації м'яса за групами якості та ведення об'єктивних критеріїв його оцінки.

Відомо, що загально визнаною є класифікація м'яса із виділенням сировини трьох основних груп: нормальне (NOR) і з відхиленнями від класичного перебігу автолізу, тобто з ознаками DFD (темне, жорстке, сухе) і PSE (бліде, водяне, м'яке), які відрізняються від нормального – біохімічними, фізико-хімічними та органолептичними властивостями (Remizova, 2016).

Для PSE сировини процес гліколізу протікає в першу годину після забою із найбільшою швидкістю, що обумовлена взаємодією стрес-факторів і активізацією симпатичною нервовою системою із виділенням із мозкового шару надниркових залоз адреналіну і норадреналіну, які активізують фосфорилазу, в результаті чого виникає розщеплення АТФ до інозину і далі розщеплення глікогену із утворенням молочної кислоти (Allison et al., 2013). Reichert I. пов'язує високу швидкість гліколітичних перетворень в PSE сировині із прискоренням перетворення АТФ, зумовленим великою кількістю ферментів піруваткінази до фосфоенілпірувату.

В DFD сировині процес розпаду глікогену виникає, головним чином, у прижиттєвий період, до забою, і приводить до значного підвищення активності ферментів фосфоглюкомутази, фруктозо-1,6-дифосфатази і різкого збільшення розчинності саркоплазматичних білків. Дослідженнями Immonen K., встановлено нижчий вміст глюкози, гексозофосфатів і продуктів розпаду глікогенолізу, включаючи лактат, в DFD сировині порівняно з нормальною (Immonen & Puolanne, 2010). Згідно із взаємозв'язком гліколітичного потенціалу і рН яловичини, встановленим Kim Y. H. B., для сировини із кінцевим рН 6,11 (DFD)



значення гліколітичного потенціалу 80 ммоль/г сировини (середня величина 66 ммоль/г), тимчасом як в сировині з рН 5,64–5,6 (NOR) воно змінюється від 153 ммоль/г до 90 ммоль/г (Kim et al., 2014).

Відхилення від нормальної якості PSE і DFD розвиваються в м'ясі стрес-чутливих тварин під впливом різних стрес-факторів. Однак післязайні процеси розвиваються в нормальному м'ясі, PSE і DFD на різному біохімічному тлі (England et al., 2017).

Процес перетворення вуглеводів в м'язовій тканині тісно пов'язаний зі змінами високоенергетичних зв'язків, оскільки креатинфосфат, аденозинтрифосфат, аденозиндифосфат, гексозофосфат і глікоген перебувають в добре збалансованих концентраціях (Xiong et al., 2014). Після забою тварин зупиняється надходження із потоком крові цих сполук. Рівень АТФ залишається постійним або повільно падає в той час, як рівень глікогену зменшується, а концентрація молочної кислоти і протонів збільшується. Після вичерпання запасів глікогену АТФ послідовно переходить в АДФ і АМФ (аденозинмонофосфат), останнє перетворюється в інозинмонофосфат (ІМФ), а далі в інозит і потім в гіпоксатин.

В нормальному м'ясі після забою руйнуються адениннуклеотиди, які закінчуються за 12–24 години. В м'язах PSE із швидким гліколізом вже через 45–60 хвилин після забою рівень АТФ дуже малий, але збільшений вміст ІМФ. Через 24 години різниці в м'язах нормального і PSE не виявляють.

В м'язах DFD запаси усіх високоенергетичних сполук вичерпані ще до забою. З цієї причини вже через 45–60 хвилин після забою нема АТФ або є лише його залишки, а сума метаболітів адениннуклеотидів менша, ніж в нормальних м'язах через 24 години після забою (Xiong et al., 2014).

Аналіз літературних даних дозволяє зробити висновки, що всі відомі специфічні для м'яса PSE і DFD біохімічні процеси, які проходять в м'язовій тканині, а також особливості складу м'яса доводять необхідність серйозного вивчення для технологічної обробки.

**Мета роботи** полягає у проведенні моніторингу якісних показників м'яса свинини, яку отримують на ТОВ “Тернопільський м'ясокомбінат” та вивченні впливу технологічних факторів на її якість.

Відповідно до мети досліджень поставлено такі завдання:

- провести патентно-інформаційний пошук за темою роботи;
- проаналізувати залежність якості м'ясної сировини від ходу автолітичних процесів;
- дослідити зміни показників кількості глікогену і молочної кислоти у м'ясній сировині, отриманій від різних господарств;
- визначити фізико-хімічні показники м'яса свинини, отриманого від різних господарств та із різним ходом автолітичних процесів;
- встановити ступінь розварюваності колагену отриманої м'ясної сировини.

## Матеріал і методи досліджень

Об'єкт дослідження: технологія первинної переробки свиней.

Предмет дослідження: м'ясо свинини, отримане після забою тварин від господарств Ферма № 1, Ферма № 2, Ферма № 7, Ферма № 8 на ТОВ “Тернопільський м'ясокомбінат” (Strashynskiy et al., 2020).

Для характеристики ходу посмертних процесів в м'ясі провели визначення показників кількості глікогену і молочної кислоти у м'ясі свинини через 1 і 24 години після забою (Antipova et al., 2001) та визначили фізико-хімічні показники якості отриманої сировини.

Для визначення кількості глікогену (Antipova et al., 2001) на першому етапі проводять гідроліз білків лугом, потім виділяють утворений глікоген з розчину етанолом, промивають його і розчиняють. Для утворення забарвленого комплексу і вимірювання його інтенсивності проводять реакцію глікогену з реактивом антрон.

За допомогою калібрувального графіка знаходять концентрацію глікогену у взятому на кольорову реакцію розчині, а потім перераховують на його вміст у м'ясі (мг%) за формулою:

$$X = (a \cdot 25 \cdot 100) / (V \cdot m) \quad (1)$$

де а – вміст глікогену за калібрувальним графіком, мг; 25 – об'єм мірної колби, в якій був розведений осад глікогену; 100 – коефіцієнт переведення у відсотки; V – об'єм дослідного розчину, взятого для кольорової реакції см<sup>3</sup>; m – маса наважки м'яса, г.

Кількість молочної кислоти визначають за кольоровою реакцією з вератролом (Antipova et al., 2001). Даний метод складається з таких основних операцій: осадження білків, вуглеводів, нагрівання з сірчаною кислотою, утворенням кольорової реакції з вератролом, вимірювання інтенсивності забарвлення на спектрометрі при довжині хвилі 520 нм.

Вміст молочної кислоти (мг%) розраховують за формулою:

$$X = (a \cdot 12,5 \cdot 100 \cdot 100) / (V \cdot 10 \cdot m) \quad (2)$$

де а – вміст молочної кислоти в 3,6 см<sup>3</sup> дослідного розчину, мг; 12,5 – об'єм розчину, оброблений гідроксидом кальцію, см<sup>3</sup>; 100 – об'єм, в якому міститься наважка м'яса і метафосфорна кислота; 100 – коефіцієнт переведення у відсотки; V – об'єм фільтрату після осадження вуглеводів, взятий для кольорової реакції, см<sup>3</sup>; 10 – об'єм фільтрату після осадження білків метафосфорною кислотою, взятий на осадження вуглеводів, см<sup>3</sup>; m – маса наважки м'яса, г.

Для вивчення фізико-хімічних показників проводять визначення масової частки вологи, жиру, білка і золи.

Визначення вмісту вологи проводили шляхом висушування наважки м'ясної сировини у сушильній шафі до постійної маси (DSTU ISO 1443, 2005). Визначення вмісту жиру проводили за методом Соклета (DSTU ISO 1443, 2005).

Визначення вмісту білкових речовин і поліпептидів проводили біуретовим методом, який заснований на утворенні забарвленого в фіолетовий колір комплексу в результаті взаємодії пептидних зв'язків біл-

ків з іонами двовалентної міді в лужному середовищі (Kyshen'ko et al., 2010).

Загальну кількість мінеральних речовин (золи) визначали шляхом спалювання органічної частини продукту при 500–800 °С у тиглі, попередньо підготовленому до випробування (Kyshen'ko et al., 2010).

Методика визначення ступеня розварюваності колагену заснована на визначенні різниці у вмісті оксипроліну в сирому м'ясі та в м'ясі після температурної обробки при певних умовах (Antipova et al., 2001). Попередні дослідження з виявлення оптимального часу варіння м'яса для подальшого відображення залишку в ньому нерозвареного колагену показали, що найбільш прийнятна температура близько 100 °С при тривалості процесу 1,5 год.

Ступінь розварюваності колагену розраховували як різницю між вмістом оксипроліну в сирому і вивільненому від глютину вареному м'ясі, віднесено до його вмісту в сирому м'ясі, виражену в %:

$$P = \text{ОПс} - \text{ОПв} / \text{ОПс}, \quad (6)$$

де P – ступінь розварюваності колагену; ОПс – вміст оксипроліну в сирому м'ясі; ОПв – вміст оксипроліну в вареному м'ясі.

**Таблиця 1**

Фізико-хімічні властивості та ступінь розварюваності м'яса свинини, отриманої при забої тварин вирощених у різних господарствах

Господарства	Ступінь розварюваності колагену, %	Масова частка, %			
		вологи	білку	жиру	золи
Ферма № 1 с. Настасів (репродуктор)	51,8 ± 2,55	72,2 ± 3,6	22,3 ± 1,1	3,3 ± 0,15	1,1 ± 0,05
Ферма № 8 с. Дворіччя (репродуктор)	58,4 ± 2,85	72,0 ± 3,5	22,6 ± 1,0	3,3 ± 0,13	1,2 ± 0,05
Ферма № 2 с. Настасів (дорощування)	53,1 ± 2,6	72,5 ± 3,55	22,9 ± 1,1	3,6 ± 0,16	1,15 ± 0,05
Ферма № 7 с. Старе Місто / с. Підгайці (репродуктор)	62,6 ± 3,0	73,1 ± 3,6	21,2 ± 0,85	3,7 ± 0,17	1,1 ± 0,05

Проаналізувавши отримані дані, можна зазначити, що найвищим показником вмісту вологи і жиру характеризується м'ясо, отримане при забої свиней із господарства Ферма № 7 (с. Старе Місто / с. Підгайці (репродуктор)). Для інших зразків дані показники зменшуються, проте отримані дані перебувають у межах похибки. Що ж стосується вмісту білка, то найвищі значення характерні для м'яса, отриманого при забої свиней із господарства Ферма № 2 (с. Настасів (дорощування)). Вміст золи для всіх зразків перебуває в межах похибки.

Оцінюючи здатність колагену до розварювання, спостерігаємо певну закономірність: більш високі показники ступеня розварюваності, на відміну від NOR свинини, характерні для сировини із ознаками відхиленнями в ході автолізу, а саме для ексудативної сировини. Це пов'язано із різкою зміною рН в кислу сторону на початкових етапах дозрівання сировини, що своєю чергою сприяє розрихленню колагенових волокон і відповідно їх кращій здатності розпадатися при гідротермічному впливі.

Найнижчий показник ступеня розварюваності колагену характерний для зразків м'яса свинини, отриманої від свиней, вирощених у господарстві Ферма № 1 (с. Настасів (репродуктор)). Для зразків, отриманих від свиней, вирощених у господарствах Ферма №

Визначення оксипроліну проводили за методом Ньюмена і Логана.

Отримані дані представлені як середнє значення ± стандартні відхилення після триразового визначення. Статистичний аналіз проводили за допомогою Microsoft Excel 2007. Відмінності отриманих результатів вважалися дійсними при коефіцієнті значущості  $\alpha = 0,95$ .

### Результати та їх обговорення

Важливим етапом встановлення якості м'яса свинини, отриманого при забої тварин, вирощених у різних господарствах, було визначення фізико-хімічних показників (волога, білок, жир, зола). Відомо, що різні відруби туші тварини містять колаген, який характеризується різною стійкістю до гідротермічного впливу. Крім того, ступінь розварюваності колагену змінюється залежності від напрямку протікання процесів дозрівання в сировині. Тому поряд з фізико-хімічними властивостями свинини дослідили ступінь розварюваності колагену. Отримані дані наведені в таблиці 1.

2 (с. Настасів (дорощування) і Ферма № 8 (с. Дворіччя (репродуктор) даний показник збільшився на 2,5 % і 12,8 % відповідно. Найвищий показник характерний для м'яса свинини, отриманої від господарства Ферма № 7 (с. Старе Місто / с. Підгайці (репродуктор) і становить 62,6 %, що в середньому на 19,3 % більше порівняно із господарствами Ферма № 1 і Ферма № 2 та на 7,2 % порівняно із господарством Ферма № 8. Отримані дані свідчать, що більшою схильністю до відхилень від класичного ходу автолізу в напрямку отримання сировини з ознаками PSE мають свині, доставлені від господарства Ферма № 7, що може бути пов'язано із більшою відстанню транспортування порівняно з іншими господарствами та дією інших прижиттєвих чинників.

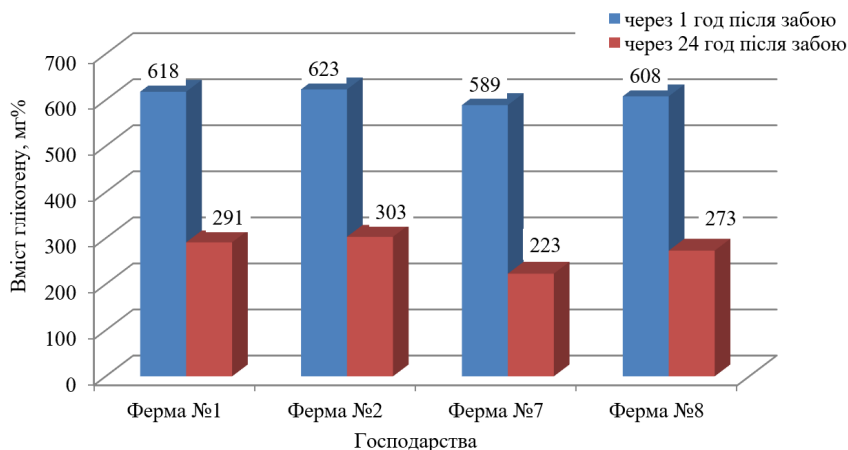
Після забою тварини в його організмі інтенсивно розвивається цілий комплекс довільних саморегулюючих ферментативних процесів, які супроводжуються розпадом тканинних компонентів м'яса, що впливають на його якісні характеристики. Цей комплекс автолітичних процесів в м'язовій тканині забійних тварин призводить до формування цілого ряду специфічних змін, які відомі в тваринництві та м'ясній галузі під назвою дозрівання.

Відразу ж після забою тварини починається розпад глікогену (глікогеноліз), який в кінцевому підсумку

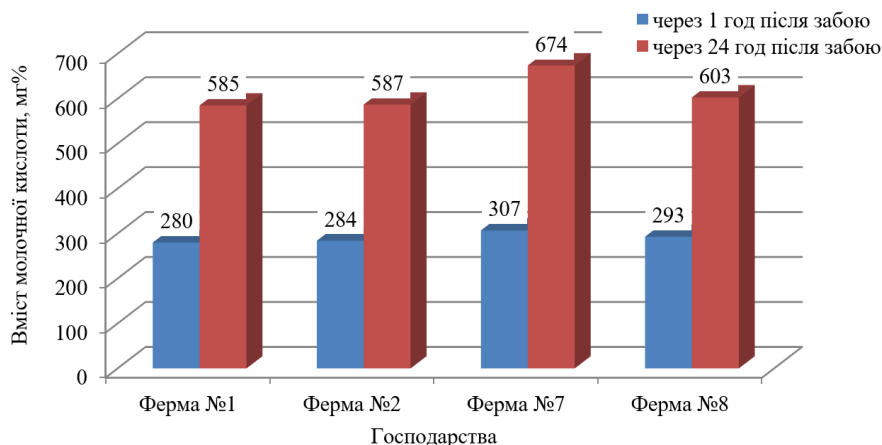
перетворюється в молочну кислоту, накопичуючись в м'ясі, молочна кислота знижує рН м'язової тканини в бік збільшення кислотності. На даному етапі дослідження провели визначення процес глікогенолізу в м'язовій тканині отриманій при забої свиней із різних господарств. Процес глікогенолізу досліджували через 1 год і 24 год після забою. Отримані дані графічно зображені на рисунках 1 і 2.

Аналіз отриманих даних свідчить, що через 1 годину після забою найвищою кількістю глікогену в м'язовій тканині характеризувався м'ясо, отримане від свиней із господарства Ферма № 2, для господарства Ферма №1 рівень глікогену менший лише на 5 мг% і перебуває в межах похибки. Найнижчим рівнем глікогену характеризується сировина отримана від господарства Ферма №7. В середньому вміст глікогену для даної свинини менший на 29 мг%, 34 мг% і 19 мг% порівняно з господарствами Ферма № 1, Ферма № 2, Ферма № 8 відповідно. Уже протягом першої доби дозрівання рівень глікогену зменшується

у всіх зразках у два і більше рази: для свинини із господарства Ферма № 1 на 52,9 %; Ферма № 2 – 51,4 %; Ферма № 7 – 62,1 %; Ферма № 8 – 55,1 %. Що ж стосується тенденції для даних, отриманих через 24 години після забою, то вона аналогічна результатам, отриманим через 1 годину, проте доцільно підкреслити більше відхилення у значеннях для сировини, отриманої із господарства Ферма № 7. В середньому вміст глікогену для даної свинини менший на 68 мг%, 80 мг% і 50мг% порівняно з господарствами Ферма № 1, Ферма № 2, Ферма № 8 відповідно. Аналізуючи отримані дані, можна припустити, що м'ясо свинини, отримане від господарства Ферма № 7 характеризується відхиленнями в ході автолізу в напрямку отримання сировини з ознаками PSE, оскільки для даної сировини швидший розпад глікогену спостерігається вже через 1 годину після забою порівняно з іншими зразками. Через 24 години цей процес лише збільшується і різниця стає більш помітною.



**Рис. 1.** Динаміка зміни вмісту глікогену в м'язовій тканині, отриманій при забої свиней із різних господарств через 1 годину і 24 години після забою



**Рис. 2.** Динаміка зміни вмісту молочної кислоти в м'язовій тканині, отриманій при забої свиней із різних господарств через 1 годину і 24 години після забою

Отримані результати з вивчення зміни вмісту молочної кислоти в м'язовій тканині через 1 годину і 24 години після забою підтверджують дані щодо зміни вмісту глікогену. Через 1 годину після забою найменшою кількістю молочної кислоти в м'язовій тка-

нині характеризувався м'ясо, отримане від свиней із господарства Ферма № 1, для господарства Ферма № 2 рівень молочної кислоти більший лише на 4 мг % і перебуває в межах похибки. Найвищим вмістом молочної кислоти характеризується сировина, отри-

мана від господарства Ферма № 7. В середньому вміст молочної кислоти для даної свинини більший на 27 мг%, 23 мг% і 14 мг% порівняно з господарствами Ферма № 1, Ферма № 2, Ферма № 8 відповідно. Уже протягом першої доби дозрівання рівень молочної кислоти збільшується в усіх зразках у два і більше разів: для свинини із господарства Ферма № 1 на 208,9 %; Ферма № 2 – 206,7 %; Ферма № 7 – 219,5 %; Ферма № 8 – 205,8 %. Що ж стосується тенденції для даних, отриманих через 24 години після забою, то вона аналогічна результатам, отриманим через 1 годину, проте доцільно звернути увагу на більше відхилення у значеннях для сировини, отриманої із господарства Ферма № 7. В середньому вміст молочної кислоти для даної свинини більший на 89 мг%, 87 мг% і 71 мг% порівняно з господарствами Ферма № 1, Ферма № 2, Ферма № 8 відповідно.

Отримані результати підтверджують, що за рахунок аналізу вмісту глікогену і молочної кислоти на етапах дозрівання можна встановити відхилення в якості м'ясної сировини та вжити заходів для їх виправлення. В PSE-свинині порівняно з нормальним м'ясом після забою відбувається швидкий розпад глікогену й інтенсивне накопичення молочної кислоти, за рахунок цього рівень pH різко знижується уже впродовж перших годин після забою. Аналізуючи отримані дані та порівнюючи їх з літературними відомостями, доцільно зазначити, що для сировини, отриманої від господарства Ферма № 7 спостерігаються аналогічні PSE-свинині розпад глікогену і накопичення молочної кислоти, що підтверджує попередні дослідження.

### Висновки

Проаналізувавши отримані дані здатності колагену до розварювання, варто підкреслити певну закономірність: більш високі показники ступеня розварюваності, на відміну від NOR свинини, характерні для сировини із ознаками відхиленнями в ході автолізу, а саме для сировини із нижчими показниками pH після забою, тобто ексудативної сировини.

Отримані дані щодо дослідження вмісту глікогену і молочної кислоти на етапах дозрівання свідчать, що для сировини, отриманої від господарства Ферма № 7, спостерігаються аналогічні PSE-свинині розпад глікогену і накопичення молочної кислоти.

Розбіжності в протіканні післязабійних біохімічних процесів зумовлюють специфічні особливості м'яса PSE і DFD, які не можуть не впливати на ефективність технологічної переробки такої сировини і якість готової продукції. Таким чином, виявлені специфічні для м'яса біохімічні процеси, які здійснюються в м'язовій тканині, а також значні відмінності в його властивостях диктують необхідність їх виявлення у виробничих умовах з подальшим сортуванням сировини за групами для визначення найбільш раціонального варіанту технологічної переробки такого м'яса.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

- Allison, C. P., Bates, R. O., Booren, A. M., Johnson, R. C., & Doumit, M. E. (2013). Pork quality variation is not explained by glycolytic enzyme capacity. *Meat Science*, 63(1), 17–22. DOI: 10.1016/S0309-1740(02)00046-3.
- Antipova, L. V., Glotova, I. A., & Rogov, I. A. (2001). *Metody issledovaniya mjasa i mjasnyh produktov*. Moskva: Kolos (in Russian).
- Birta, G.O., Burgu, Ju. G., & Floka, L. V. (2012). Tovaroznavchi aspekty m'jasa svynyny. *Zbirnyk naukovykh prac' Podil'skogo derzhavnogo agrarnogo universytetu*, 20, 20–23 (in Ukrainian).
- DSTU ISO 1442:2005 M'jaso ta m'jasni produkty. *Metod vyznachennja vmistu vology*. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU ISO 1443:2005 M'jaso ta m'jasni produkty. *Metod vyznachennja vmistu vology*. Kyi'v: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- England, E. M., Matarneh, S. K., Scheffler, T. L., & Gerrard, D. E. (2017). Chapter 4 - Perimortal Muscle Metabolism and its Effects on Meat Quality. *New Aspects of Meat Quality*, 2017, 63–89. DOI: 10.1016/B978-0-08-100593-4.00004-7.
- Immonen, K., & Puolanne, E. (2010). Variation of residual glycogen-glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Science*, 55(3), 279–283. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00152-7.
- Khalak, V., Gutyj, B., Stadnytska, O., Shuvar, I., Balkovskiy, V., Korpita, H., Shuvar, A., & Bordun, O. (2021). Breeding value and productivity of sows of the Large White breed. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 319–324. DOI: 10.15421/2021\_48.
- Kyshen'ko, I. I., Starchova, V. M., & Goncharov, G. I. (2010). *Tehnologija m'jasa i m'jasoproduktiv*. Praktykum: navch. posib. Kyi'v: Nacional'nyj universytet harchovyh tehnologij (in Ukrainian).
- Kim, Y. H. B., Kerr, M., Geesink, G., & Warner, R. D. (2014). Impacts of hanging method and high pre-rigor temperature and duration on quality attributes of ovine muscles. *Animal Production Science*, 54, 414–421. DOI: 10.1071/AN13309.
- Leite, N. G., Knol, E. F., Garcia, A. L. S., Lopes, M. S., Zak, L., Tsuruta, S., Silva, F. F. E., & Lourenco, D. (2021). Investigating pig survival in different production phases using genomic models. *J Anim Sci.*, 99(8), skab217. DOI: 10.1093/jas/skab217.
- Remizova, Ju. O. (2016). Vady m'jasa svynyny za dii' pryshyttejevogo tehnologichnogo temperaturnogo stresu. *Naukovi dopovidi Nacional'nogo universytetu biosursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy* (in Ukrainian).
- Strashyn's'kyj, I. M., Fursik, O. P., Ryshkanych, R. O., & Romazan, O. V. (2019). Jakist' svynyny, shho pererobljae TOV «Ternopil's'kyj m'jasokombinat». *Progresyvni tehnika ta tehnologii' harchovyh vyrobnyctv restorannogo gospodarstva i torgivli*, 1(29), 199–214. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt\\_2019\\_1\\_20](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2019_1_20) (in Ukrainian).



- Strashyns'kyj, I. M., Pasichnyj, V. M., & Fursik, O. P. (2020). Vplyv tehnologii' zaboju na formuvannja funkcional'nyh pokaznykiv m'jasa. *Harchova promyslovist'*, 27, 60–68. DOI: 10.24263/2225-2916-2020-27-9 (in Ukrainian).
- Tsyhura, V., & Vinnikova, L. (2017). Extension of preservation terms for meat by increasing the stress resistance of pork. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(80), 115–118. DOI: 10.15421/nvlvet8024.
- Yang, A. Q., Chen, B., Ran, M. L., Yang, G. M., & Zeng, C. (2020). The application of genomic selection in pig cross breeding. *Yi Chuan*, 42(2), 145–152. DOI: 10.16288/j.ycz.19-253.
- Xiong, Z., Sun, D.-W., Zeng, X.-A., & Xie, A. (2014). Recent developments of hyperspectral imaging systems and their applications in detecting quality attributes of red meats: A review. *Journal of Food Engineering*, 132, 1–13. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2014.02.004.



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-f9707  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 621.867.157

## Universalization of the elastic system of vibration feeders with vertical electromagnetic vibration drive

A. L. Bespalov, I. G. Svidrak✉

National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine

### Article info

Received 01.02.2022  
Received in revised form  
02.03.2022  
Accepted 03.03.2022

National University  
"Lviv Polytechnic",  
S. Bandera Str., 12, Lviv,  
79013, Ukraine.  
Tel.: +38-066-229-50-87  
E-mail: [inha.h.svidrak@lpnu.ua](mailto:inha.h.svidrak@lpnu.ua)

*Bespalov, A. L., & Svidrak, I. G. (2022). Universalization of the elastic system of vibration feeders with vertical electromagnetic vibration drive. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 41–45. doi: 10.32718/nvlvet-f9707*

Vibrating feed bins with electromagnetic drive are widely used in the automation of production processes in mechanical engineering and instrument engineering. They are used for feeding miniature, small, or medium-sized parts to automated production equipment. This equipment is used in automatic lines, automated complexes, or any other flexible automated production facilities. These devices are most widely used for loading parts to assembly positions in automated assembly complexes. In this case, the parts fed to these positions must be located in a certain stable position. Various orientation tools are used for this purpose. They are located directly on the transport trays in the bins of these devices. Therefore, for reliable operation of orientation devices, the movement of parts on the trays should be smooth without sensitive tossing. The designs of vibrating hopper feeders with a hopper connected to a reactive plate by a directional elastic system in the form of a lattice torsion bar are considered. An electromagnetic vibration exciter is placed between the torsion flanges. The disadvantage of such vibration feeders is low productivity in operating modes, especially when there are increased requirements for the smooth movement of transported parts. An increase in the productivity of such feeders is carried out by increasing the amplitude of hopper vibrations in the direction of movement of parts, that is, the horizontal component of vibrations. However, this also leads to an increase in the vertical component, since vibrations are carried out at an angle to the feeder transport tray. When the vertical component of vibrations increases, the transportation of parts switches to the intensive tossing mode. A further increase in the oscillation amplitude leads to a violation of the normal mode of vibrational transport. Modern production involves the modernization of existing structures, as well as the creation of new models of machines with high technical and economic indicators. Therefore, the universalization of existing equipment and the development of new machine schemes is an important task for developers and manufacturers of technological equipment, since even a minimal improvement in its technological or operational indicators can lead to a significant economic effect. The paper considers a complex of additional elements used that make it possible to universalize the design of vibrating hopper feeders with electromagnetic drives having a directional elastic system. These changes make it possible to adjust the horizontal component of the device hopper vibrations at a constant vertical one. Additional structural elements are proposed that increase the range of application of such feeders.

**Key words:** vibration transport, performance, vibration feeder, working efficiency, versatility, elastic system, terminal clamp.

## Універсалізація пружної системи віброживильників з вертикальним електромагнітним вібраційним приводом

A. Л. Беспалов, І. Г. Свідрак✉

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

Широкого застосування вібраційні бункерні живильники з електромагнітним приводом набули при автоматизації виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. Застосовуються вони для подавання мініатюрних, дрібних або середніх деталей

до автоматизованого виробничого обладнання, яке застосовується в автоматичних лініях, автоматизованих комплексах або у будь-яких інших гнучких автоматизованих виробництвах. Найбільше розповсюдження ці пристрої набули для завантаження деталей на позиції складання у складальних автоматизованих комплексах. В цьому випадку деталі, що подаються на ці позиції, мають бути розташовані у певному стійкому положенні. Для цього застосовуються різні засоби орієнтування, що розташовані безпосередньо на транспортувальних лотках у бункерах цих пристроїв. Тому, для надійної роботи орієнтувальних пристроїв, рух деталей на лотках має бути плавним без чутливого підкидання. Розглянуто конструкції вібраційних бункерних живильників, що мають бункер, який пов'язаний з реактивною плитою, спрямованою пружною системою у вигляді ґратчастого торсіону, між фланцями якого розміщено електромагнітний вібробуджувач. Недоліком таких віброживильників є низька продуктивність на робочих режимах, особливо, коли висуваються підвищені вимоги до плавності переміщення деталей, що транспортуються. Збільшення продуктивності таких живильників здійснюється збільшенням амплітуди коливань бункера у напрямку руху деталей, тобто горизонтальної складової коливань. Однак це призводить до збільшення і вертикальної складової, оскільки коливання здійснюються під кутом до транспортуючого лотка живильника. При збільшенні вертикальної складової коливань транспортування деталей переходить до режиму інтенсивного підкидання, а подальше збільшення амплітуди коливань призводить до порушення нормального режиму вібротранспортування. Сучасне виробництво передбачає модернізацію існуючих конструкцій а також створення нових зразків машин з високими техніко-економічними показниками, тому універсалізація існуючого обладнання і розробка нових схем машин є важливим завданням для розробників та виробників технологічного обладнання, оскільки навіть мінімальне поліпшення його технологічних або експлуатаційних показників може привести до суттєвого економічного ефекту. В роботі розглянуто комплекс застосованих додаткових елементів, що дають можливість універсалізувати конструкцію вібраційних бункерних живильників з електромагнітними приводами, що мають направлену пружну систему. Ці зміни дають можливість регулювати горизонтальну складову коливань бункера пристрою при постійній вертикальній. Запропоновано додаткові конструкційні елементи, що збільшують діапазон застосування таких живильників.

**Ключові слова:** вібраційне транспортування, продуктивність, віброживильник, ефективність роботи, універсальність, пружна система, клемовий затискач.

## Вступ

Широкого застосування вібраційні бункерні живильники з електромагнітним приводом набули при автоматизації виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні (Lanets, 2008; Kusyi & Kuk, 2015; Bespalov et al., 2019). Застосовуються вони для подавання мініатюрних, дрібних або середніх деталей до автоматизованого виробничого обладнання, яке застосовується в автоматичних лініях, автоматизованих комплексах або в будь-яких інших гнучких автоматизованих виробництвах. Найбільшого розповсюдження ці пристрої набули для завантаження деталей на позиції складання у складальних автоматизованих комплексах. Для цього деталі, що подаються на ці позиції, мають бути розташовані у певному стійкому положенні. В цьому випадку застосовуються різні засоби орієнтування, що розташовані безпосередньо на транспортувальних лотках у бункерах цих пристроїв. Тому, для надійної роботи орієнтувальних пристроїв, рух деталей на лотках віброживильника має бути плавним без чутливого підкидання.

В роботах (Nykyforov et al., 2019; Shevchuk et al., 2019; Aftanaziv et al., 2019a) розглянуто конструкції вібраційних бункерних живильників, що мають бункер, який пов'язаний з реактивною плитою, спрямованою пружною системою у вигляді ґратчастого гіперболічного торсіону, між фланцями якого розміщено електромагнітний вібробуджувач. Недоліком таких віброживильників є низька продуктивність на робочих режимах, особливо, коли висуваються підвищені вимоги до плавності переміщення деталей, що транспортуються.

Збільшення продуктивності таких живильників здійснюється збільшенням амплітуди коливань бункера у напрямку руху деталей, тобто горизонтальної складової коливань. Однак це призводить до збільшення і вертикальної складової, оскільки коливання здійснюються під кутом до транспортуючого лотка живильника. При збільшенні вертикальної складової

коливань транспортування деталей переходить до режиму інтенсивного підкидання, а подальше збільшення амплітуди коливань призводить до порушення нормального режиму вібротранспортування (Shevchuk et al., 2019; Bespalov et al., 2020).

Існують конструкції віброживильників з незалежною системою коливань, у яких вертикальна та горизонтальна складові коливань регулюються незалежно одна від одної, і тому можна отримувати при постійній вертикальній складовій коливань будь-яку горизонтальну складову у певному діапазоні, що дає можливість здійснювати плавне переміщення виробів, що транспортуються на різних швидкостях (Aftanaziv et al., 2019b). Ці віброживильники мають окремі електромагнітні вібробуджувачі кутових та осьових коливань та окремі пружні системи кутових та осьових коливань. Недоліками цих віброживильників є складність конструкції, велика вартість і необхідність спеціальної системи керування, яка має синхронізувати роботу кутових та осьових вібробуджувачів. Для універсалізації простіших вібраційних бункерних живильників з вертикальним віброприводом і розширення сфери їхнього використання необхідно розробити віброживильники з можливістю регулювання горизонтальної амплітуди коливань в певному діапазоні при незмінній вертикальній.

Сучасне виробництво передбачає модернізацію існуючих конструкцій, а також створення нових зразків машин з високими техніко-економічними показниками, тому універсалізація існуючого обладнання і розробка нових схем машин є важливим завданням для розробників та виробників технологічного обладнання, оскільки навіть мінімальне поліпшення його технологічних або експлуатаційних показників може привести до суттєвого економічного ефекту.

**Мета і завдання дослідження.** Для створення більш універсального вібраційного бункерного живильника з направленою пружною системою і простим вертикальним електромагнітним віброприводом, у якому можна налагоджувати різні горизонтальні

складові коливань при постійній вертикальній, що дає змогу отримати плавне переміщення деталей по лотку для різних швидкостей транспортування деталей, необхідно створити нову конструкцію віброживильника або модернізувати існуючу.

### Матеріал і методи досліджень

Для отримання нового виробу можна модернізувати відому конструкцію віброживильника методом додавання деякої кількості нових елементів, які утворюють додаткову пружну систему і змінюють спосіб закріплення пружин цієї системи, що дасть змогу налаштувати різну величину горизонтальної складової коливань в певному діапазоні при постійній величині вертикальної складової, але з використанням одного вертикального віброприводу. Це дасть можливість універсалізувати конструкцію і розширити сферу застосування такого вібраційного бункерного живильника. Також доцільно дослідити геометричну схему і принцип дії нової комбінованої пружної системи віброживильника.

### Результати та їх обговорення

Для досягнення поставленої мети авторами запропонована нова конструкція вібраційного бункерного живильника, що являє собою модернізацію існуючих конструкцій віброживильників зі спрямованою пружною системою і вертикальним електромагнітним віброприводом, що описані у технічній літературі (Aftanaziv et al., 2018; 2019a; Nykyforov et al., 2019; Shevchuk et al., 2019). Швидкість вібротранспортування у таких віброживильників залежить від величини горизонтальної складової коливань бункера, а вона залежить від кута нахилу пружин торсіону –  $\phi$  (рис. 4). Отже, для збільшення горизонтальної складової амплітуди коливань при незмінній вертикальній можна зменшувати кут нахилу цих пружин, але при суттєвому зменшенні цього кута різко зростає потрібне зусилля віброприводу, що призводить до збільшення його габаритів і відповідно до неможливості розміщення його в середині торсіону. Крім того, при дуже малому куті нахилу пружин, вони починають втрачати поздовжню стійкість і порушується кінематична залежність у пружній системі віброживильника. Експериментальні дослідження показали, що оптимальний кут нахилу пружин торсіону лежить у межах 15...20 градусів (Shevchuk et al., 2019a).

У варіанті, який запропоновано авторами розробки, робочий елемент – бункер закріплено не безпосередньо на верхньому фланці торсіону, а через додаткову пружну систему, що складається з плоских радіально направлених пружин, розташованих під кутом до напрямку коливань верхнього фланця і закріплені за допомогою клемових затискачів. В цьому випадку коливальна система з двомасовою перетворюється на тримасову і верхній фланець торсіону перетворюється на проміжний елемент. Завдяки цьому робочий бункер здійснює складний рух, який складається з коливань проміжного елемента з амплітудою, що здійснюється за рахунок дії електромагнітного

віброприводу і з коливань робочого бункера з певною амплітудою щодо проміжного елемента за рахунок кінетичного збудження і деформації плоских додаткових пружин. В результаті складання цих коливань, що відбуваються під різними кутами, результуюче коливання робочого бункера щодо нерухомої опори буде відбуватись під меншим кутом до транспортуючого лотка, ніж кут коливань у випадку закріплення бункера безпосередньо до верхнього фланця торсіону. Тому горизонтальна складова коливань бункера буде збільшена при постійній вертикальній складовій.

Конструктивна схема представленого віброживильника зображена на рисунках 1 і 2.

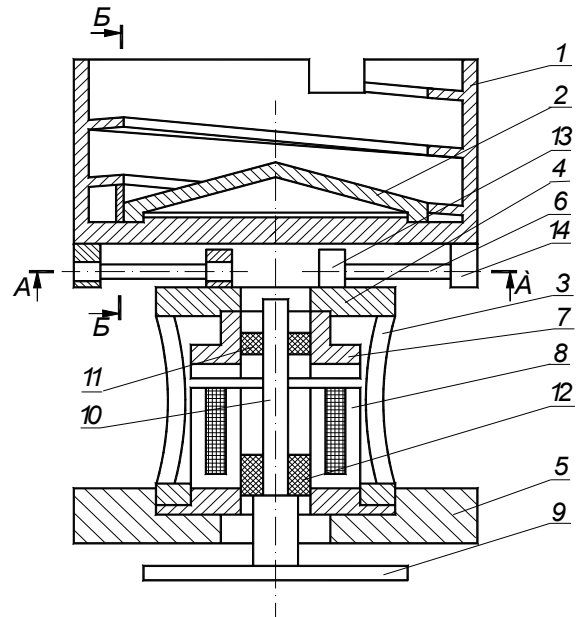


Рис. 1. Конструктивна схема вібраційного живильника

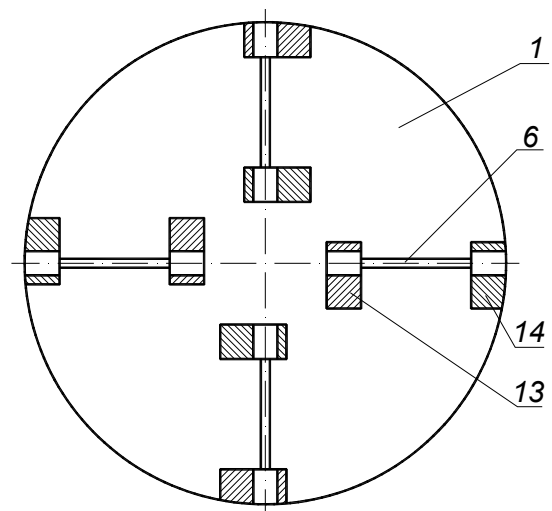


Рис. 2. Вид знизу, -- розріз по А-А

Він складається з робочого органа – бункера 1 з конусом 2, основної пружної системи 3 у вигляді гратчастого гіперболоїдного торсіону з проміжним елементом – верхнім фланцем 4 і нижнім фланцем,

що закріплені до реактивного елемента 6, додаткової пружної системи у вигляді плоских радіально розташованих пружин 6, до зовнішніх кінців яких закріплено бункер 1, електромагнітного віброприводу, якір якого закріплено на проміжному елементі 4, а електромагніт 8 – на реактивному елементі 5, нерухокої основи 9 і стояка 10, на який опирається віброживильник через еластичні амортизатори 11 і 12. Плоскі пружини мають циліндричні кінцівки, через які вони закріплені на елементах віброживильника за допомо-

гою клемових затискачів 13 і 14, що дозволяє змінювати кут нахилу пружин у межах  $\pm 180^\circ$ .

Клемові затискачі 13 і 14 закріплені за допомогою болтів 15 на проміжному елементі 4 і нижній частині бункера 1 відповідно. Один з варіантів закріплення пружини 6 з можливістю змінювати кут нахилу її щодо напрямку коливань проміжного елемента 4 зображено на рис. 3.

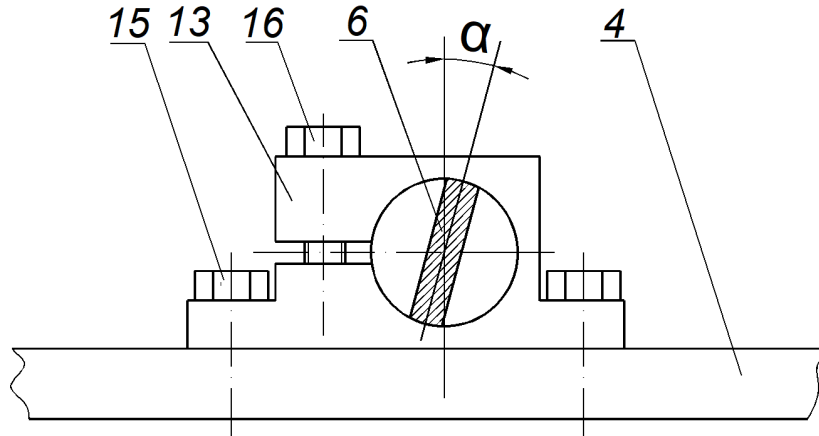


Рис. 3. Варіант закріплення кінцівки пружини, -- розріз по Б-Б

Кінці пружин 6 вставлені в отвори клем 13 і 14 і затиснені болтами 16. При ослабленні затиску можна змінити кут  $\alpha$  нахилу пружини 6. Після регулювання болтами 16 затискають кінці пружин у новому положенні.

Вібраційний бункерний живильник працює таким чином. При вмиканні віброприводу проміжний 4 і реактивний 5 елементи здійснюють гвинтові коливання у протифазі один щодо іншого під кутом вібрації  $\beta$  (рис. 4).

Цей кут задається кутом нахилу  $\phi$  пружин торсіону 3. Коливання проміжного елемента 4 збуджують коливання робочого бункера 1 щодо проміжного елемента 4 за рахунок деформації радіальних пружин 6, на якому він закріплений. Це відбувається завдяки близько резонансній власній частоті коливань додаткової пружної системи, яка складається з пружин 6.

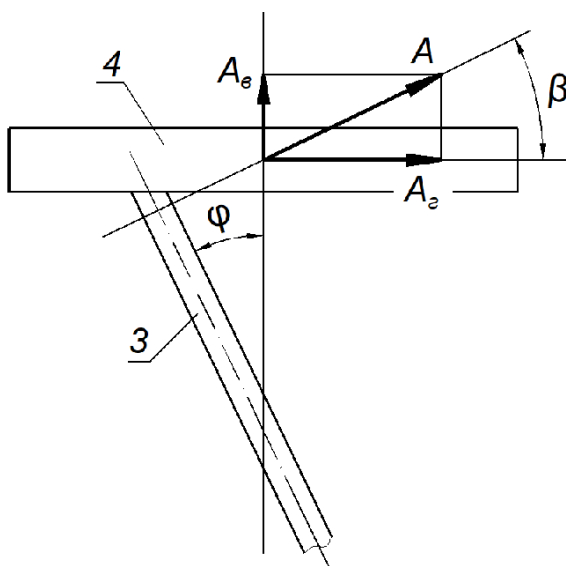


Рис. 4. Схема утворення напрямку вектору вібрації

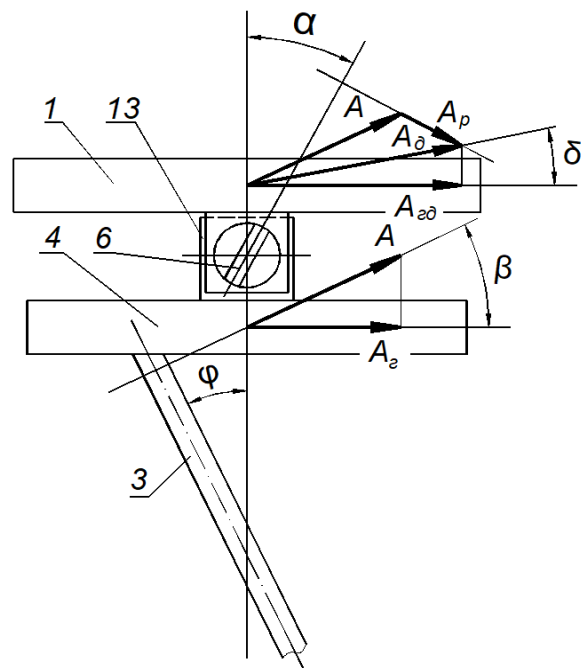


Рис. 5. Схема зменшення кута нахилу вектору вібрації



Таким чином, бункер 1 здійснює складний рух, що складається з сумісних коливань разом з елементом 4 із амплітудою  $A$  і додаткових коливань щодо елемента 4 з амплітудою  $A_p$  (рис 5). Завдяки нахилу пружин 6 під кутом  $\alpha$  вектор амплітуди додаткових коливань направлений під кутом до вектору основних коливань. Складання цих векторів дозволяє отримати вектор напрямку і результуючу амплітуду коливань  $A_d$  робочого бункера 1 в просторі. Ці коливання здійснюються під кутом вібрації  $\delta$ , меншим за попередній кут вібрації  $\beta$ , який був би при безпосередньому закріпленні бункера 1 до проміжного елемента 4. Завдяки цьому горизонтальна складова коливань бункера збільшилась до амплітуди  $A_{гд}$ , що своєю чергою призводить до збільшення швидкості вібротранспортування деталей при режимі плавного переміщення.

### Висновки

Наявність у запропонованій конструкції віброживильника додаткової пружної системи у вигляді радіально направлених плоских пружин, кут яких  $\alpha$  щодо напрямку коливань робочого бункера можна змінювати, дозволяє отримувати різні величини результуючої амплітуди його коливань в певних межах. Зміною величини кута  $\alpha$  в діапазоні  $\pm 180^\circ$  можна отримати будь-яке значення результуючого кута  $\delta$  вібрації робочого органу – бункера. Така конструкція віброживильника дозволяє використовувати стандартний вібропривід з постійним оптимальним, з точки зору к. к. д. вібробуджувача, кутом  $\phi$  нахилу пружин торсіону, а отримання різної робочої швидкості вібротранспортування з плавним переміщенням здійснювати шляхом зміни кута  $\alpha$  нахилу пружин додаткової пружної системи.

*Перспективи подальших досліджень.* Після виготовлення дослідного взірця вібраційного бункерного живильника за представленою в роботі конструкцією необхідно провести експериментальні дослідження з метою дослідження частотних характеристик окремих пружних систем при роботі вібраційного бункерного живильника загалом.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Aftanaziv, I. S., Shevchuk, L. I., Strohan, O. I., & Strutynska, L. R. (2018). Increasing durability and robustness of plane wheel hubs by strengthening treatment. *Aerospace technic and technology*, 5, 47–

57. DOI: 10.32620/aktt.2018.5.08.
- Aftanaziv, I., Shevchuk, L., Koval, I., Strutynska, L., Strogan, O., Smolarz A., Ormanbekova A., & Begaliyeva, K. (2019a). Electromagnetic vibratory cavitator. *Przegląd elektrotechniczny*, 4, 24–29. DOI: 10.15199/48.2019.04.05.
- Aftanaziv, I., Shevchuk, L., Samsin, I., Strutynska, L., & Strogan, O. (2019b). Development of a technology for the surface strengthening of barrel channels in the large-caliber artillery guns. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(1(99)), 11–18. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.167134.
- Bespalov, A., Svidrak, I., & Boiko, O. (2020). Improving the performance of vibration feeders with an electromagnetic vibration drive and a combined vibration system. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(93), 26–30. DOI: 10.32718/nvlvet-f9305.
- Bespalov, A., Svidrak, I., & Stotsko, R. (2019). Optimization of the structure of the vibratory feeders with electromagnetic vibrating drive and a combined oscillating system. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 95–99. DOI: 10.32718/nvlvet-f9116.
- Kusyi, Ya. M., & Kuk, A. M. (2015). Rozroblennia metodu vibratsiino-vidtsentrovoho zmitsnennia dlia tekhnich-noho zabezpechennia bezvidmovnosti detalei mashyn. *Vostochno-Evropskij zhurnalпередових tehnologij*, 1/7(73), 41–51. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.36336 (in Ukrainian).
- Lanets, O. C. (2008). Rozvytok mizhrezonansnykh mashyn z elektromahnitnym pryvodom. *Avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv u mashynobuduvanni ta prykladobuduvanni*, 42, 3–18. URL: [http://vlp.com.ua/files/01\\_60.pdf](http://vlp.com.ua/files/01_60.pdf) (in Ukrainian).
- Lanets, O. C., Kachmar, R. Ya., & Borovets, V. M. (2016). Obgruntuvannia parametriv vibratsiinoho bunkernoho zhyvylnyka z elektromahnitnym pryvodom. *Avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv u mashynobuduvanni ta prykladobuduvanni*, 50, 54–76. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Avtomatyzac\\_2016\\_50\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Avtomatyzac_2016_50_9) (in Ukrainian).
- Nykyforov, V., Malovanyy, M., Aftanaziv, I., Shevchuk, L., & Strutynska, L. (2019). Developing a technology for treating blue-green algae biomass using vibroresonance cavitators. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, 6, 181–188. DOI: 10.29202/nvngu/2019-6/27.
- Shevchuk, L., Aftanaziv, I., Strutynska, L., Strogan, O., & Samsin, I. (2019). Identification of special features in the electrolysis-cavitation water treatment in pools. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10(98)), 6–15. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.162229.



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-f9708  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664:664.934:641.56

## Improvement of technology of pate in the shell with the use of dietary supplement

O. Haschuk<sup>1</sup>, O. Moskalyuk<sup>1</sup>, I. Simonova<sup>2✉</sup>

<sup>1</sup>National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 01.02.2022

Received in revised form

02.03.2022

Accepted 03.03.2022

National University of Food  
Technology, Volodymyrska Str., 68,  
Kyiv, 01601, Ukraine.  
Tel.: +38-067-286-84-35  
E-mail: ohaschuk@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska str., 50, Lviv, Ukraine.  
Tel.: +38-096-484-69-91  
E-mail: ira.markovuch@gmail.com

**Haschuk, O., Moskalyuk, O., & Simonova, I. (2022). Improvement of technology of pate in the shell with the use of dietary supplement. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 46–51. doi: 10.32718/nvlvet-f9708**

The article presents the research results of model samples of chicken and liver pâtés using a dietary supplement based on walnuts and pumpkin juice. Scientific work aims to improve the technology of pate in the shell using ingredients containing biologically active substances with a wide range of physiological actions. Meat and vegetable pâtés are created by combining proteins of different origins. Currently, in Ukraine, available protein and fat resources are not fully used for food purposes. This problem must be solved by developing new generation recipes and creating original technologies for food production, with optimal content of proteins, fats, vitamins, macro- and micronutrients, and other essential components. In the scientific work, the research on the influence of the dietary supplement's components in the recipes of pate is carried out. It is proposed to use 10 % walnut paste and 10–20 % pumpkin juice in the pate stuffing. This will enrich the product with the walnut's carotene and unique vegetable proteins. In the study of functional and technological parameters of pâtés, it is proved that with the increasing amount of pumpkin juice in minced meat model compositions, the value of moisture-binding capacity decreases, and the addition of juice up to 20 % does not impair moisture retention compared to control. The pH value of model pates is lower than the control by 0.54... 0.17 units due to the introduction of pumpkin juice into the recipe. Using walnut paste, pumpkin juice, and sunflower oil instead of lard and butter does not reduce the quality of pate, and the plasticity of pate samples № 1 and 2 do not differ significantly from the control. The results of the organoleptic evaluation of pâtés show that the addition of 10 % of walnut paste and pumpkin juice to 20% in the recipe made it possible to obtain a product with good sensory characteristics.

**Key words:** meat-pate, poultry, walnuts, pumpkin juice.

## Удосконалення технології пащету в оболонці з використанням дієтичної добавки

О. І. Гащук<sup>1</sup>, О. Є. Москалюк<sup>1</sup>, І. І. Сімонова<sup>2✉</sup>

<sup>1</sup>Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У статті наведено результати досліджень модельних зразків пащетів із курячого м'яса та печінки з використанням дієтичної добавки на основі волоського горіха та соку гарбуза. Мета наукової роботи – удосконалення технології пащету в оболонці з використанням інгредієнтів, що містять біологічно активні речовини широкого спектру фізіологічної дії. М'ясо-рослинні пащети створюються завдяки комбінуванню білків різного походження. В даний час в Україні не повністю використовуються на харчові цілі наявні білкові та жирові ресурси. Ця проблема має вирішуватися шляхом розробок рецептур нового покоління та створення оригінальних технологій виготовлення продуктів харчування, з оптимальним вмістом білків, жирів, вітамінів, макро- та мікроелементів та інших важливих компонентів. У науковій роботі проведено дослідження впливу компонентів дієтичної добавки у рецептурах пащетів. Запропоновано використання пасти волоського горіха в кількості 10 % і гарбузового соку – 10–20 % у

фарші для паштету. Це дозволить збагатити продукт каротином та унікальними рослинними білками волоського горіха. При дослідженні функціонально-технологічних показників паштетів доведено, що зі збільшенням кількості гарбузового соку у фаршевих модельних композиціях, величини вологозв'язувальної здатності зменшуються, а додавання соку до 20 % не погіршує вологоутримувальної здатності у порівнянні з контролем. Значення рН у модельних паштетів нижче за контрольний на 0,54...0,17 одиниць, що пов'язано із введенням в рецептуру соку гарбузового. Використання пасти з волоського горіха, гарбузового соку та соняшникової олії замість свиного шпиків і вершкового масла не знижує якісних показників паштетів, а пластичність паштетних зразків № 1 і 2 не значно відрізняється від контрольного. Результати органолептичної оцінки паштетів показують, що додавання у рецептуру пасти волоського горіха 10% і гарбузового соку до 20 % дало можливість отримати продукт з добрими сенсорними характеристиками.

**Ключові слова:** м'ясо-рослинні паштети, м'ясо птиці, волоський горіх, сік гарбуза.

## Вступ

Розбалансованість у раціоні харчування більшості населення України, неможливість за допомогою традиційних харчових продуктів забезпечити фізіологічну потребу у необхідних для повноцінної роботи організму речовинах вимагають створення спеціальних продуктів (Basarab et al., 2019). М'ясні паштети, що виробляються нині на м'ясопереробних підприємствах, є висококалорійним гомогенізованим продуктом з переважним вмістом чистого м'яса (Kambarova et al., 2021). Ніжна та мазка консистенція паштетів досягається спеціальними способами обробки сировини та підбором інгредієнтів рецептури (Abimuldina et al., 2021). Нині у м'ясній технології є два способи виробництва паштетів на м'ясній основі:

- перший – виробництво м'ясних та субпродуктових тонкоподрібнених паштетів зі свинини, яловичини, птиці, субпродуктів з додаванням солі та прянощів.

- другий – створення багатокомпонентних м'ясо-рослинних паштетів на м'ясній основі з додаванням овочів, круп, зелені тощо.

М'ясо-рослинні паштети створюються завдяки комбінуванню білків різного походження (Keenan et al., 2014; Felisberto et al., 2015; Glorieux et al., 2019; Momchilova et al., 2021). В даний час в країні не повністю використовуються на харчові цілі наявні білкові та жирові ресурси (Evdokimova et al., 2021). Ця проблема має вирішуватися шляхом розробок нового покоління рецептур та створення оригінальних технологій виготовлення м'ясо-рослинних продуктів харчування, з оптимальним вмістом білків, жирів, вітамінів, макро- та мікроелементів та інших важливих компонентів (Drachuk et al., 2018).

## Матеріал і методи досліджень

При розробленні рецептури паштетів в оболонці обрано м'ясо і печінку птиці та дієтичну добавку на основі волоського горіха й соку гарбуза. При розробленні рецептури застосовували методи дослідження модельних зразків паштетів: органолептичні (за п'ятибальною шкалою) та функціонально-технологічні. За ДСТУ 4823.2:2007 "Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості. Частина 2. Загальні вимоги" є органолептична оцінка (зовнішній вигляд, вигляд на розрізі, запах, смак, консистенція, соковитість), яка займає одне з важливих місць у комплексі показників, що визначають

якість харчових продуктів і її результати часто бувають вирішальними і кінцевими при визначенні якості продукту, особливо нових виробів. Оцінювання зразків модельних виробів здійснювали за 5 – бальною шкалою, кожний показник має 5 ступенів якості виражених у балах: 5 – відмінна якість, 4 – добра якість, 3 – задовільна якість, 2 – незадовільна якість, 1 – погана якість.

Вводозв'язувальну здатність (ВЗЗ) визначали методом пресування за методикою Р. Грау та Р. Хамму в модифікації В. Воловинської та Б. Кельман.

Вміст зв'язаної вологи, % до загальної вологи, було визначено за формулою:

$$BZ3 = \frac{a - 8.4b}{a} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де ВЗЗ – вміст зв'язаної вологи, до загальної вологи, %;

$$a = \frac{a \cdot W}{100}, \quad (2)$$

b – різниця площ плям, см<sup>2</sup>; W – вміст вологи у продукті, %;

m – маса наважки, взятої для визначення ВЗЗ, мг.

Визначення пластичності здійснювали за даними, отриманими при визначенні ВЗЗ). Пластичність було визначено за формулою:

$$Pl = \frac{S}{m}, \quad (3)$$

де Пл – пластичність, %; S – площа внутрішньої плями, см<sup>2</sup>;

m – маса наважки, взятої для визначення ВЗЗ, мг.

Вологоутримуючу (ВУЗ) здатність готового продукту визначали методом центрифугування за формулою:

$$VUZ = B - BV3, \quad (4)$$

Вологовиділяюча здатність визначено (%):

$$BV3 = anm^{-1} \cdot 100, \quad (5)$$

де B – загальна частка вологи в наважці, %; a – ціна поділки жироміра, a = 0,01 смз; n – кількість поділок на шкалі жироміра; m – маса наважки, г.

## Результати та їх обговорення

Останнім часом горіхи та продукти їх переробки набувають все більшої популярності як продукти, що є корисними для здоров'я людини. Джерелом рослинного білка є волоський горіх, який широко розповсюджений на території України. Хімічний склад ядра волоського горіха показано в табл. 1.

**Таблиця 1**

Хімічний склад ядра волоського горіха

Харчова речовина	Вміст у ядрі волоського горіха, %
жири	58...75
білки	14...20
вуглеводи	11,1
клітковина	2,2...10,0
цукри	1,1...5,3
мінеральні елементи	2,0

Науковцями встановлено, що 100 г горіхів спроможні задовольнити добову потребу організму в Са на 1,3...32 %, в Mg – на 29,5...73,5 %, у Р – на 37,9...76,0 %, Fe – на 13,1...54,0 %, К – на 15,8...51,7 %, Cu – на 10,0...200,0 %, Mn – на 40,0...340 %, Zn – на 15,8...55,8 %.

Гарбуз завдяки значному вмісту біологічно активних речовин, цукрів, легкій засвоюваності, гарним смаковим характеристикам має високу харчову і лікувальну властивість.

М'якоть гарбуза містить аскорбінової кислоти – 25–40 мг%; β-каротину – до 28 мг%, значну кількість мінеральних речовин, органічні кислоти (переважно яблучна). Плоди гарбуза багаті на макро- і мікроелементи: Са, Fe, Mg, P, K, Na, Zn, Cu, Mn (Britton & Khachik, 2009). Серед овочів гарбуз займає перше місце за кількістю заліза (Bukharova et al., 2014).

У соці гарбуза присутні усі розчинні речовини, що є у м'якоті (Vyshnevska et al., 2014). Хімічний склад м'якоті гарбуза показано в табл. 2.

Технологія паштету передбачає попереднє підготування сировини: варіння м'ясої сировини, бланшування або пасерування овочевої сировини. Термічна обробка сировини спричиняє зміну її хімічного складу і функціональних властивостей (Moskaliuk et al., 2018).

**Таблиця 3**

Рецептури експериментальних паштетів в оболонці

Сировина	Контроль	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3	Зразок №4
Куряче м'ясо	35	37	32	27	22
Куряча печінка	35	35	30	25	20
Паста з волоського горіха	–	10	10	10	10
Сік гарбузовий	–	10	20	30	40
Сало	3	–	–	–	–
Цибуля ріпчаста пасерована	5	5	5	5	5
Морква пасерована	7	–	–	–	–
Масло вершкове	5	–	–	–	–
Бульйон	10	–	–	–	–
Олія соняшникова	–	3	3	3	3
Всього	100	100	100	100	100
Допоміжна сировина, г на					
Сіль кухонна	1200	1200	1200	1200	1200
Цукор-пісок	150	150	150	150	150
Перець чорний мелений	50	50	50	50	50

Результати дослідження вологов'язувальної здатності і пластичності вареного курячого м'яса, бланшованої печінки і пасти ядра волоського горіха свід-

**Таблиця 2**

Хімічний склад м'якоті гарбуза

Харчова речовина	Вміст в м'якоті гарбуза
Вода, %	70–94
Білки, %	0,7–1,24
Жир, %	0,5–0,7
Клітковина, геміцелюлоза, %	4–23 % сухої речовини
Крохмаль, %	20–24 % сухої речовини
Цукри, %	1,5–15 % сухої речовини
Пектин, %	від 0,3 до 1,5
Азотисті речовини, %	1–3
Кислоти, %	0,1
Ферменти, пектинові речовини, %	0,3–1,4
Зола, %	0,4–1,4

Пасту з волоського горіха виробляли з ядра горіха, після очищення його від коричневої гіркої шкірки. Горіх замочували на 5 годин, після чого очищали від шкірки і промивали. Після очищення горіх сушили при температурі 40 °С в сушильній шафі 20 хв і подрібнювали в емульсаторі до отримання однорідної пасти.

Сік гарбуза отримували проціджуванням м'якоті гарбуза на соковижималці.

Рецептури експериментальних паштетів в оболонці наведено у таблиці 3. За основу (Контроль) було обрано рецептуру “Паштет з курятини та курячої печінки” для підприємств громадського харчування. Аналог способу приготування дієтичної добавки із Патенту України 90588 “Спосіб виробництва варених ковбасних виробів”.

Виготовляли 4 зразки з використанням 10% пасти з ядер волоського горіха та гарбузового соку в кількості 10, 20, 30,40 % замість бульйону (табл. 3).

чать про те, що високий вміст білка і цих інгредієнтах впливає на високі значення ВЗЗ (табл. 4).



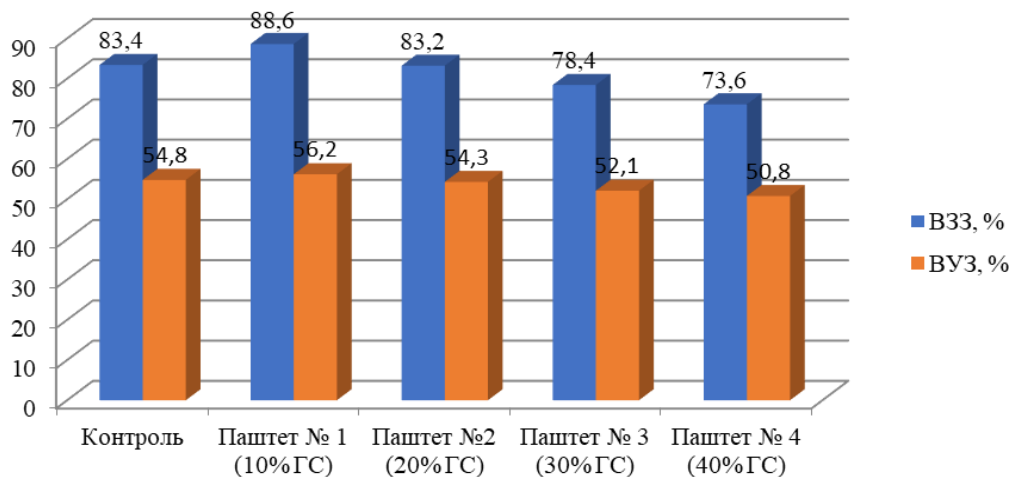
**Таблиця 4**

Функціонально-технологічні показники м'ясної сировини і горіхової пасти

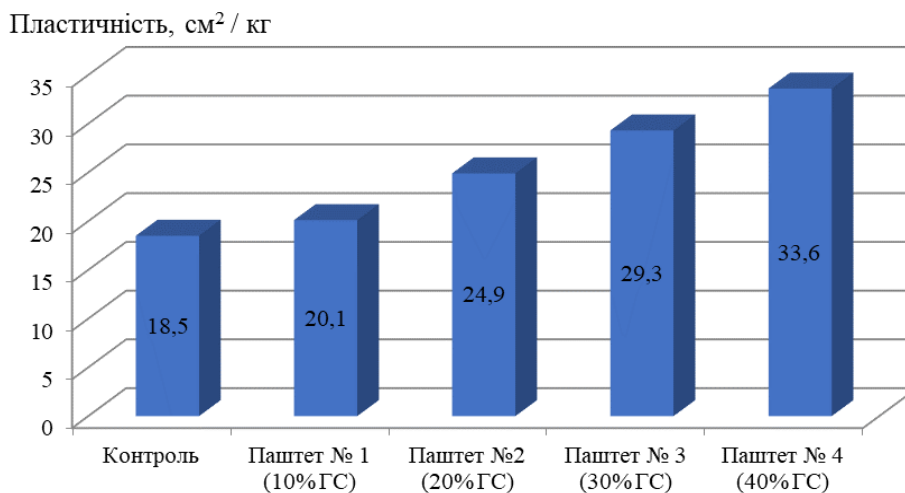
Найменування сировини	ВЗЗ, %	Пластичність, см <sup>2</sup> /г
Куряче м'ясо варене	65,21	13,50
Куряча печінка бланшована	63,44	20,90
Паста волоського горіха	54,50	18,80

На підставі досліджень функціонально-технологічних показників модельних зразків паштетів (рис. 1) доведено, що при збільшенні кількості гарбузового соку у фаршевих модельних композиціях величини волого зв'язувальної здатності зменшуються.

Аналіз значень вологозв'язувальної і вологоутримувальної здатності показує, що додавання 10 % і 20 % соку не погіршує значення ВЗЗ і ВУЗ порівняно з контролем (Moskaliuk et al., 2020).



**Рис. 1.** Функціонально-технологічні показники модельних зразків паштетів



**Рис. 2.** Пластичність модельних зразків паштетів

Використання пасти з волоського горіха, гарбузового соку та соняшникової олії замість свинячого шпиків і вершкового масла не знижує якісних показників паштетів, а пластичність паштетних зразків № 1–2 (рис. 2) не значно відрізняється від контрольного (Gashchuk et al., 2022).

Показник рН у модельних паштетів (рис. 3) нижчий за контрольний на 0,54...0,17 одиниць, що пов'язано з введенням у рецептуру паштету соку гар-

бузового (рН 5,1) замість моркви (рН 6,1). Внесення в рецептуру волоського горіха незначно впливає на рН паштету, оскільки його рН 6,0.

Результати органолептичної оцінки паштетів показують (рис. 4), що додавання у рецептури волоського горіха 10 % і гарбузового соку до 20 % дало можливість отримати продукт з добрими сенсорними характеристиками (Gashchuk et al., 2022).

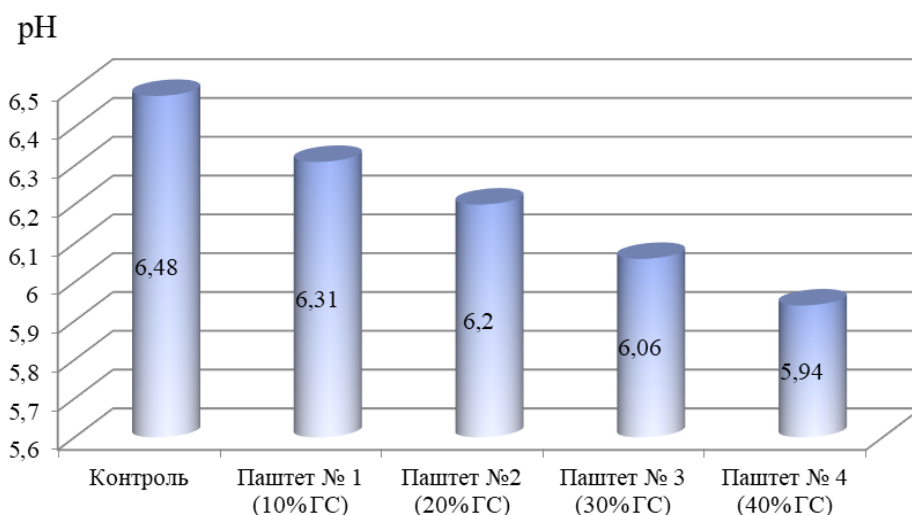


Рис. 3. Величина рН модельних зразків паштетів

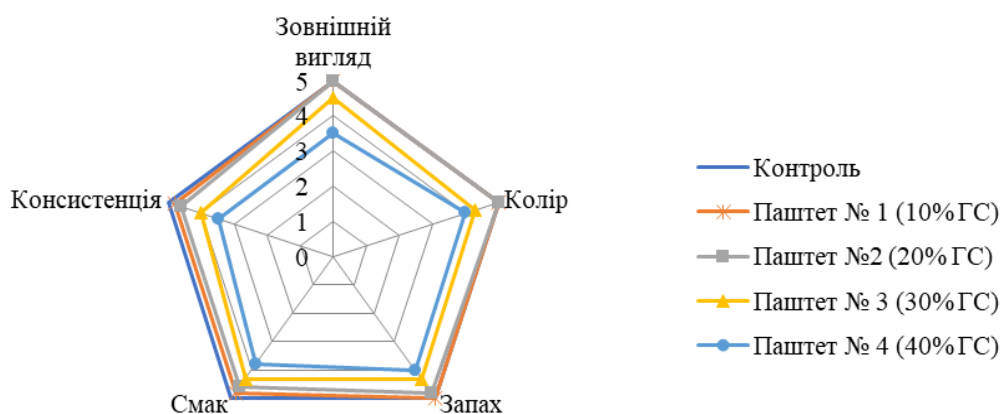


Рис. 4. Органолептична оцінка паштетів

Модельні зразки паштетів мали однорідну структуру. Зразки № 1–3 характеризувались приємним смаком з легким відтінком горіхового смаку. Зразок №4 вирізнявся дещо рихлою консистенцією.

### Висновки

За результатами досліджень встановлено, що дослідні зразки № 1 і № 2 розроблених паштетів мали більш кращі функціонально-технологічні показники. Комбінації волоського горіха і гарбузового соку до 20 % у фарші для паштету дозволить отримати продукт, збагачений каротином та унікальними рослинними білками волоського горіха.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Abimuldina, S. T., Zhussupbayeva, D. A., Ibrayeva, A. T., Alimova, A. I., Zaimova, D., & Shankin, A. A. (2021). Create a new type of meat pate for preschool and school-age children. *The Journal of Almaty Technolog-*

*ical University*, 3, 39–44. DOI: 10.48184/2304-568X-2020-3-39-44.

Basarab, I. M., Drachuk, U. R., Romashko, I. S., Halukh, B. I., Simonova, I. I., & Moldavanova, L. K. (2019). The use of pumpkin crumbs in pate technology and their functional characteristics. *Scientific of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Series: Food Technologies*, 21(92), 23–27. DOI: 10.32718/nvlvet-f9205.

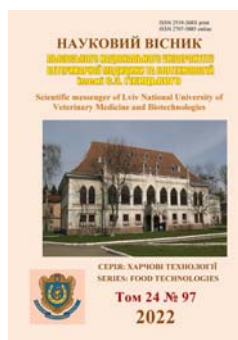
Britton, G., & Khachik, F. (2009). Carotenoids in Food. In: Britton, G., Pfander, H., Liaaen-Jensen, S. (eds) *Carotenoids*. Carotenoids, vol 5. Birkhäuser Basel. DOI: 10.1007/978-3-7643-7501-0\_3.

Bukharova, A. R., Stepanyuk, N. V., & Bukharov, A. F. (2014). Khimicheskiy analiz myakoti plodov tykvy krupnoplodnoy na sodержaniye nizkomolekulyarnykh antioksidantov. *Vestnik Rossiyskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta*, 17, 13–18 (in Russian).

Drachuk, U., Simonova, I., Halukh, B., Basarab, I., & Romashko, I. (2018). The study of lentil flour as a raw material for production of semi-smoked sausages. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, 6(11(96)), 44–50. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.148319.

Evdokimova, O., Goncharova, I., Chuvardin, H., & Grishaeva, O. (2021). History and innovation in pate

- technology. *Bio web of conferences*, 32, 03009. DOI: 10.1051/bioconf/20213203009.
- Felisberto, M. H. F., Galvão, M. T. E. L., Picone, C. S. F., Cunha, R. L., & Pollonio, M. A. R. (2015). Effect of prebiotic ingredients on the rheological properties and microstructure of reduced-sodium and low-fat meat emulsions. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 60(1), 148–155. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.08.004.
- Gashchuk, O., Moskalyuk, O., Lipinsky, K., & Zhuchenko, D. (2022). The use of carotene-containing raw materials in the technology of meat products. The 9th International scientific and practical conference “Modern scientific research: achievements, innovations and development prospects”, Berlin, Germany, 173–176.
- Gashchuk, O., Moskalyuk, O., Medyanyk, M., & Lipinsky, K. (2022). Prospects for the development of innovative recipes for pate as a full-fledged health food. The 7th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science”, Vancouver, Canada, 85–91.
- Glorieux, S., Steen, L., Van de Walle, D., Dewettinck, K., Foubert, I., & Fraeye, I. (2019). Effect of meat type, animal fat type and cooking temperature on microstructural and macroscopic properties of cooked sausages. *Food and Bioprocess Technology*, 12(1), 16–26. DOI: 10.1007/s11947-018-2190-6.
- Kambarova, A. S., Nurgazezova, A. N., Rebezov, M. B., Moldabaeva, Z. K., Nurymkhan, G. N., Atambayeva, Z. M., & Arinova, E. Z. (2021). Development of technology and formulation of meat paste of turkey meat. *The Journal of Almaty Technological University*, 4(125), 9–16. URL: <https://readera.org/140249066>.
- Keenan, D. F., Resconi, V. C., Kerry, J. P., & Hamill, R. M. (2014). Modelling the influence of inulin as a fat substitute in comminuted meat products on their physico-chemical characteristics and eating quality using a mixture design approach. *Meat Science*, 96(3), 1384–1394. DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.11.025.
- Momchilova, M. M., Petrova, T. V., Gradinarska-Ivanova, D. N., & Yordanov, D. G. (2021). Emulsion and inulin stability of meat pate with reduced fat content as a function of sterilization regimes. *Food science and technology*, 41(4). DOI: 10.1590/fst.27420.
- Moskaliuk, O. Ye., Hashchuk, O. I., & Breus, N. M. (2020). *Matematyko-statystychna otsinka doslidzhenykh pokaznykiv innovatsiinykh miasnykh pashtetiv*. *Naukovi pratsi NUKhT*, 26(3), 205–213. DOI: 10.24263/2225-2924-2020-26-3-23.
- Moskaliuk, O., Haschuk, O., Peschuk, L., Sineok, L., & Galenko, O. (2018). Investigation of nutrients properties of meat pastes using vegetative raw materials. *Ukrainian Journal of Food Science*, 6(1), 46–55. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ujf\\_2018\\_6\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ujf_2018_6_17) (in Ukrainian).
- Vyshnevskaya, L. I., Dehtiarova, K. O., & Bisaha, Ye. I. (2014). *Doslidzhennia yakisnoho i kilkisnoho skladu lipofilnykh spoluk v ekstrakti miakoti harbuza zvychainoho (Cucurbitapepo L.)*. *Farmatsevychnyi zhurnal*, 4, 47–52 (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-f9709  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 613.2:664.65

## Modern trend – health products with microalgae

L. Peshuk<sup>1</sup>, I. Simonova<sup>2✉</sup>, I. Shtyk<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

<sup>2</sup>Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

<sup>3</sup>National University of Food Technology, Kyiv, Ukraine

### Article info

Received 07.02.2022

Received in revised form

09.03.2022

Accepted 10.03.2022

Oles Honchar Dnipro National  
University, Haharina av., 72,  
Dnipro, 49010, Ukraine.  
Tel.: +38-098-582-88-36  
E-mail: scorpion17lv@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska str., 50, Lviv, Ukraine.  
Tel.: +38-096-484-69-91  
E-mail: ira.markovuch@gmail.com

National University of Food  
Technology, Volodymyrska str., 68,  
Kyiv, 01033, Ukraine.

**Peshuk, L. & Simonova, I., & Shtyk, I. (2022). Modern trend – health products with microalgae. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 52–59. doi: 10.32718/nvlvet-f9709**

The article presents the results of research on minced nutria, rabbit, chicken meat with the addition of chlorella microalgae and lentil flour to enrich the product with essential substances and expand the range of health products. The use of microalgae in food is quite effective because they are an alternative source of micro- and macronutrients that are essential for human health. The research of the influence of vegetable raw materials on the quality indicators of meat loaves with the use of dietary meat was conducted. It is proposed to use chlorella additive “Vegan Prod” (powder), in the amount of 3 % of minced meat weight as part of the recipe of meat loaves. According to the results of organoleptic evaluation, the addition of 3 and 2 % lentil flour to the minced microalgae of chlorella “Vegan Prod” per 100 kg of raw materials creates the preconditions for improving the functional and technological properties of finished products. According to the results of studies of meat breads before and after baking the mineral composition of trace elements K, Mg, P, their content was doubled after heat treatment, which is explained by the addition of “Vegan Prod” chlorella and lentil flour to the recipe, increasing them as a result of decreasing moisture content in the finished product. However the use of chlorella “Vegan Prod”, although it affects the color change of the product, but does not worsen the overall score on organoleptic parameters. The use of dietary meat of nutria, rabbit and poultry in the recipe of meat loaves affects the stabilization of the structure, organoleptic properties and increases the yield of the finished product.

**Key words:** nutria meat, rabbit meat, poultry meat, chlorella microalgae, lentil flour, recipe, minced meat, meat loaves.

## Тренд сучасності – продукція оздоровчого призначення з мікрободоростями

Л. В. Пешук<sup>1</sup>, І. І. Сімонова<sup>2✉</sup>, І. І. Штик<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Дніпровський національний університет імені О. Гончара, м. Дніпро, Україна

<sup>2</sup>Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

<sup>3</sup>Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

У статті наведено результати досліджень фарши з м'яса нутрії, кроля, курятини з додаванням мікрободорості хлорели та борошна сочевиці для збагачення продукту есенціальними речовинами та розширення асортименту продукції оздоровчого спрямування. Використання мікрободоростей у продуктах харчування є досить ефективним, оскільки вони є альтернативним джерелом мікро- та макроелементів, вкрай необхідних для здоров'я людини. У науковій роботі проведено дослідження впливу рослинної сировини на якісні показники м'ясних хлібів з використанням дієтичного м'яса. Запропоновано використання добавки хлорели “Vegan Prod” (порошок), у складі рецептури м'ясних хлібів в кількості 3 % до маси фаршу. За результатами органолептичної оцінки встановлено, що додавання до фаршу мікрободорості хлорели “Vegan Prod” борошна сочевиці у кількостях 3 та 2 % на 100 кг сировини створює передумови до покращення функціонально-технологічних властивостей готових виробів. За результатами проведених досліджень хлібів м'ясних до- та після запікання мінерального складу мікроелементів К, Mg, P встановлено зростання їх вмісту у двічі після термічної обробки, що пояснюється внесенням до рецептури мікрободорості



хлорели “Vegan Prod” та борошна сочевиці, збільшенням їх як внаслідок зменшення вмісту вологи в готовому продукті. Попри все використання хлорели “Vegan Prod” хоча і впливає на зміну кольору виробу, але не погіршує загальну бальову оцінку за органолептичними показниками. Використання дієтичного м’яса нутрії, кроля та птиці в рецептурі хлібів м’ясних впливає на стабілізацію структури, органолептичні властивості та дозволяє збільшити вихід готового продукту.

**Ключові слова:** м’ясо нутрії, м’ясо кроля, м’ясо птиці, мікрободорість хлорела, борошно сочевиці, рецептура, модельні фарші, хліби м’ясні.

### Вступ

Одним із найважливіших факторів, що впливає на здоров’я людей є харчування. Воно повинно бути повноцінним і збалансованим, бо тільки так можна забезпечити розвиток організму. На сьогодні підвищений інтерес до біологічної цінності продуктів харчування є закономірним у спеціалістів харчової галузі та всіх її споживачів. Одним із основних завдань м’ясної промисловості в умовах скорочення поголів’я великої рогатої худоби, свиней, постійного дефіциту сировини на тлі пандемії COVID-19, а зараз і воєнного стану в Україні, є виробництво повноцінної за харчовою та біологічною цінністю продукції, шляхом заміни м’ясних компонентів сировиною рослинного походження, створенням комбінованих м’ясних продуктів, об’єми споживання яких невинно зростають (Peshuk et al., 2011).

У зв’язку з євроінтеграційними процесами та запровадженням нормативних документів, стандартів соціально орієнтованої економіки в Україні доведено ефективне функціонування продуктів оздоровчого призначення і м’ясна галузь не може бути винятком. Тому розробка хлібів м’ясних з дієтичного м’яса вітчизняного виробництва, збагачених біологічно активними речовинами, є актуальною і своєчасною

Для їх виробництва основною м’ясною сировиною може бути практично будь-який вид м’яса: свинина,

яловичина, телятина, баранина, оленина, м’ясо птиці. Удосконалення технології хлібів м’ясних протягом тривалого часу здійснювалось у напрямку запровадження нових рецептур із використанням нетрадиційної сировини тваринного (м’ясо нутрії, м’ясо кролів, м’ясо птиці) і рослинного походження (мікрободорості хлорели, борошна сочевиці). Завдяки цьому асортимент хлібів м’ясних можна значно урізноманітнити, розширити діапазон їх цінової пропозиції, а самі виробники більшою мірою набудуть характеристики комбінованого продукту (Peshuk et al., 2014).

У багатьох країнах нутрію вирощують для отримання хутра, тому м’ясо нутрії вважається другорядним продуктом. Однак, беручи до уваги зростаючий інтерес споживачів до нового та екзотичного м’яса, м’ясо нутрії використовується як делікатес. Харчова цінність м’яса нутрії достатньо висока як за вмістом білка, так і за амінокислотним складом. Частка повноцінних білків м’яса нутрії складає 80...82 %, за вмістом незамінних амінокислот – рівноцінне яловичині та курятині, містить значну кількість екстрактивних речовин небілкового характеру, які зумовлюють смако-ароматичні властивості м’яса. Крім цього м’ясо нутрії є добрим джерелом заліза, цинку, міді та селену (Pavlenko et al., 2019; Saadoun & Cabrera, 2019; Rodionova et al., 2020).

**Таблиця 1**

Порівняльний аналіз хімічного складу м’яса нутрії з іншими видами м’яса

Показники	М’ясо нутрії	М’ясо кролів	М’ясо птиці	Яловичина
Вода, %	67,0–83,0	69,3	72,8	72,7
Білок, %	20,8	21,5	20,0	20,6
Жир, %	4,0–10,0	6,0–12,0	5,1	5,5
Мінеральні речовини, %	1,1	1,2	1,1	1,2
Калорійність, ккал/кДж	156–213/652,08–890,34	198/827,6	166/693,88	170/710,6

М’ясо кролів використовують у технології різноманітних м’ясних продуктів. М’ясо кролів цінується завдяки високому вмісту білків (21,5 %) при незначному вмісті жирів і холестерину порівняно з іншими видами м’яса. Білки засвоюються організмом на 90 %, тимчасом як білки яловичини всього на 60 %. Крім того, міститься значно більше вітамінів, зокрема В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub>, РР, ніж в яловичині. У ньому багато заліза, фосфору і кобальту, у достатній кількості є марганець, фтор і калій (Ignacio et al., 2020).

Зацікавлення рослинними білками в аспекті виробництва харчових продуктів з’явилося завдяки стрімкому науково-технічному прогресу в сфері виробництва продукції і новим напрямкам інтенсифікації процесів отримання продуктів харчування з вторинних ресурсів переробних галузей аграрно-

промислового комплексу (Garbowska et al., 2013). Важливим питанням сьогодення є вирішення проблеми отримання високоефективного та безпечного рослинного білка. Відомі технології виготовлення нових видів м’ясо-рослинних напівфабрикатів з використанням нетрадиційної сировини, такої як пшениця, ячмінь (Peshuk et al., 2007), овес, кукурудза. Джерелом білка також виступає сочевиця (табл. 2).

Сочевиця містить 14,1 % білка та 2,3 % золи, що більше порівняно з вмістом його у пшениці, ячмені та кукурудзі. У сочевиці переважають водо- і солерозчинні фракції білка, вона багата вільними амінокислотами, містить глютамінову і аспарагінову кислоти, велику кількість тирозину (Telezhenko & Atanasova, 2010; Kalenik et al., 2017; Ziegler et al., 2017).

**Таблиця 2**  
Хімічний склад злакових культур

Назва культури	Вміст, %				
	Вологи	Білка	Жирів	Вуглеводів	Золи
Пшениця	15,0 ± 0,3	11,0 ± 0,2	1,9 ± 0,03	68,5 ± 1,3	1,9 ± 0,04
Овес	17,6 ± 0,3	17,7 ± 0,4	4,7 ± 0,09	57,8 ± 1,2	2,2 ± 0,06
Ячмінь	15,0 ± 0,3	9,5 ± 0,1	2,1 ± 0,04	67,0 ± 1,3	2,5 ± 0,07
Кукурудза	15,0 ± 0,3	9,9 ± 0,2	4,4 ± 0,08	67,2 ± 1,3	2,2 ± 0,06
Сочевиця	9,5 ± 0,2	14,1 ± 0,1	0,6 ± 0,2	67,6 ± 0,3	2,3 ± 0,2

За вмістом незамінних амінокислот практично не поступається сої, а за деякими (валін, ізолейцин, аргінін) навіть перевершує її (D'Mello, 2015; Drachuk et al., 2018; Basarab et al., 2019).

Використання мікробродоростей у продуктах харчування є досить ефективним, оскільки вони є альтернативним джерелом мікро- та макроелементів, вкрай необхідних для здоров'я людини. У Японії хлорелу додають у хліб, кондитерські вироби та морозиво для збагачення продуктів поживними речовинами (Syahrul & Dewita, 2016). Хлорела “Vegan Prod” (країна виробник – Китай), багата білком (60,5 %), жиром (11 %), вуглеводами (20,1 %), харчовими волокнами, вітамінами і мінералами, містить пігмент (хлорофіл), токоферол і активний компонент, що проявляє протимікробну і антиоксидантну дію.

У зв'язку з цим питання, пов'язані з вивченням можливості використання мікробродорості та сочевиці у хлібах м'ясних з метою розробки оздоровчого продукту на основі дієтичної м'ясної сировини, є актуальним і своєчасним.

**Мета роботи** – розробити технологію хлібів м'ясних з м'ясом нутрії, кроля, птиці, мікробродорості

хлорели “Vegan Prod”, як біологічно-активної добавки, та борошна сочевиці.

### Матеріал і методи досліджень

До рецептури дослідних зразків хлібів м'ясних вводили м'ясо нутрії, кролів, птиці замість яловичини та свинини. Додатково до рецептур вводили хлорелу в порошок “Vegan Prod” та борошно сочевиці, що були вибрані з метою забезпечення технологічних показників готових виробів та збагачення їх мікронутрієнтами. Оскільки хліби м'ясні відрізняються від варених ковбас більш низькою вологістю, темним кольором поверхні, зумовленим запіканням у формах, вибір м'яса нутрії, кролів і птиці базувався на дієтичних властивостях цієї сировини та їх хімічному складі, а також доступності даної сировини та розширенні шляхів реалізації м'яса, зокрема нутрії. Для контролю було взято хліб м'ясний “Шинковий” 1 гатунку, вироблений відповідно до ДСТУ 4436:2005 “Варені ковбаси, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні умови” (DSTU 4436:2005, 2006).

**Таблиця 3**  
Рецептури хлібів м'ясних

Сировина і матеріали	Контроль хліб м'ясний “Шинковий” 1 гатунку	Дослідні зразки		
		№ 1	№ 2	№ 3
Основна сировина, кг на 100 кг несоленої сировини				
Яловичина жилована I гатунку	40,0	-	-	-
Свинина жилована напівжирна	58,0	-	-	-
М'ясо нутрії	-	95	55,0	35,0
М'ясо кроля	-	-	40,0	-
М'ясо курятини	-	-	-	60,0
Борошно пшеничне	2,0	-	-	-
Хлорела, “VeganProd”	-	3,0	3,0	3,0
Борошно сочевиці	-	2,0	2,0	2,0
Допоміжна сировина, г на 100 кг				
Сіль кухонна	2500	2500	2500	2500
Нітрит натрію	7,4	7,4	7,4	7,4
Цукор	150	150	150	150
Перець чорний мелений	100	100	100	100
Перець духмяний	100	-	-	-
Вода, %	-	25	25	25

Хлорелу “Vegan Prod” додавали у дослідні зразки в кількості 3 % на 100 кг. У кожену рецептуру додатково внесено 25 % води. З метою уникнення неоднорідності структури хлібів м'ясних з використанням мікробродорості хлорели та борошна сочевиці були проведені дослідження, спрямовані на визначення

раціонального ступеня її гідратації, як більш раціональний, було обрано гідромодуль 1 : 5.

Загальна технологічна схема включає такі операції: подрібнення м'ясної сировини, гідратація рослинної сировини, приготування фаршу, формування хлібів м'ясних, запікання при температурі 160 °С, 80 хв, та при температурі 110 °С 70 хв до досягнення темпе-

ратури в центрі хліба  $70 \pm 1$  °С, охолодження, упакування, зберігання.

*Методи досліджень* – загальноприйняті, органолептичні, фізико-хімічні, експериментально статистичні, аналітичні з використанням сучасного устаткування комп'ютерних технологій.

Відбір проб для органолептичних і фізико-хімічних досліджень та підготовку їх до аналізу здійснювали відповідно до методик. Зокрема органолептичне оцінювання якості м'ясного хліба проводили за 5-бальною шкалою за ДСТУ 4823.2:2007. Частина 2. Загальні вимоги. Продукти м'ясні. Органолептичне оцінювання показників якості (DSTU 4823.2:2007, 2008).

Визначення вмісту вологи – проводили шляхом висушування наважки до постійної маси при температурі 105 °С в сушильній шафі відповідно до ДСТУ ISO 1442:2005. М'ясо та продукти м'ясні. Метод визначення вмісту вологи (контрольний метод) (DSTU ISO 1442:2005, 2007).

Вміст білка в продукті визначали за кількістю методом визначення азоту (метод К'ельдаля). Він базується на мінералізації органічних сполук і визначенні азоту за кількістю утвореного аміаку (HOST 25011-81, 1983).

Вміст жиру визначали за методом Сокслета розчином дихлоретана спрощеним методом. Кількість жиру визначали за різницею між масою гільзи і матеріалом до і після екстракції за ДСТУ ISO 1443:2005 ISO 1443:1973, IDT, М'ясо та продукти м'ясні. Метод визначення загального вмісту жиру (ISO 1443:1973, IDT) (DSTU ISO 1443:2005, 2007).

#### Таблиця 4

Органолептична оцінка розроблених хлібів м'ясних

Назва зразка	Назва показника						
	Зовнішній вигляд	Колір	Смак	Запах	Консистенція	Соковитість	Загальна оцінка
Контроль хліб м'ясний "Шинковий" 1 гатунку	5	5	5	5	5	5	5
Зразок № 1	5	4,5	4,6	4	4,8	4,9	4,6
Зразок № 2	5	4,6	4,8	4	4,9	5	4,7
Зразок № 3	5	4,5	4,7	4	4,9	5	4,7

Поєднання м'яса нутрії та кроля у рецептурі № 2 впливає на зміну показників "смак" (4,8 бала), "консистенція" (4,9 бала), "соковитість" (5,0 бала порівняно з зразком № 1. За показником "колір" та "запах" він набрав 4,6 бала та 4 бали, порівняно із контрольним зразком. У дослідному зразку хліба м'ясного № 3 м'яса нутрії міститься 35 кг, курятини – 60 кг, він характеризується добрими органолептичними показниками на рівні з дослідним зразком № 2. Під час проведення органолептичної оцінки якості у всіх дослідних зразках відчувався вміст мікродорості та борошна сочевиці, колір виробів хоч і змінився проте це не знижувало загального враження про якість готових м'ясних хлібів. Узагальнений показник розроблених м'ясних хлібів за органолептичною оцінкою становить – 4,6 бала, зразок 1, зразки № 2 та № 3 – 4,7 бала порівняно з контрольним зразком.

Для визначення вмісту мінеральних речовин органічну частину продукту спалювали при температурі 600–800 °С у тиглі, який попередньо прожарений у муфельній печі протягом 1 год. Потім охолоджували в ексикаторі і зважували (DSTU 936:2008, 2008).

Енергетичну цінність – шляхом множення кількості засвоєваних білків, жирів і вуглеводів на відповідні коефіцієнти енергетичної цінності, рівні для білків – 4; для жирів – 9; для вуглеводів – 3,8 ккал/г за формулою:

$$ЕЦ = Б \times 4 + Ж \times 9 + В \times 3,8,$$

де Б – білки, Ж – жир В – вуглеводи, ЕЦ – енергетична цінність.

Абсолютну похибку вимірювання визначали за критерієм Ст'юдента,  $M \pm 0,97$ ,  $n = 5$ .

#### Результати та їх обговорення

Результатами органолептичних досліджень готових хлібів м'ясних встановлено, що додавання в рецептуру мікродорості хлорели у кількості 3 % впливає на зміну кольору, смаку та запаху. Борошно сочевиці – на зміну консистенції та соковитості. З заміною м'яса яловичини і свинини на м'ясо нутрії у зразку № 1 змінюється смак м'ясного хліба, відчувається характерний присмак мікродорості. За показниками "колір" і "запах" зразок № 1 набрав 4,5 та 4 бали. На такі результати впливає наявність хлорели, яка надає виробу зеленуватого відтінку (табл. 4).

Отже, використання м'яса нутрії у кількості 95 % не погіршує зовнішнього вигляду виробу, хоча за результатами органолептичної оцінки перевага надавалась м'ясному хлібу, що містив більш звичні для споживача м'ясо кролика та птиці. Для збагачення виробів нутрієнтами з метою фортифікації вітамінного та мінерального складу, що в результаті призведе до підвищення функціональних властивостей розроблених хлібів м'ясних, є доцільним використання мікродорості хлорели та сочевиці.

У подальших дослідженнях вивчено вплив хлорели і борошна сочевиці на зміну функціонально-технологічних властивостей хлібів м'ясних.

Аналіз функціонально-технологічних властивостей розроблених дослідних зразків м'ясних хлібів порівняно з контрольним показав, що ВЗЗ дещо вища та становить 77,0 % (зразок № 1), 78,2 % (зразок № 2) та 77,3 % (зразок № 3). Використання мікродорості

хлорели та борошна сочевиці у зразках хлібів м'ясних не знижує їхніх якісних показників, а пластичність дослідних зразків № 1–3 незначно відрізняється від контрольного. Відхилення рН у дослідних зразках вищий від контрольного на 0,35...0,24 одиниці. Під час запікання хлібів м'ясних відбуваються зміни фі-

зико-хімічних, структурно-механічних показників, які тісно пов'язані з функціонально-технологічними властивостями фаршу та сировин, і в зв'язку з цим показники виходу готового продукту збільшуються на 7,1 % порівняно з контрольним зразком.

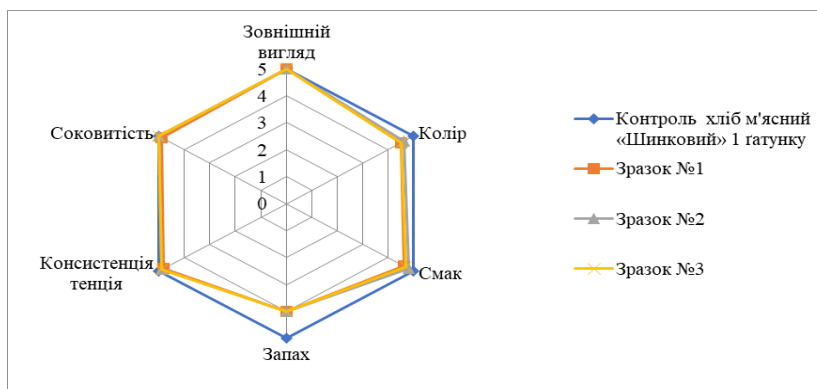


Рис. 1. Профілограма результатів органолептичної оцінки якості хлібів м'ясних

Таблиця 5

Функціонально-технологічні властивості хлібів м'ясних до та після термічної обробки

Назва показника	Хліб м'ясний "Шинковий" 1 гатунку	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
<b>Фарш</b>				
Вміст вологи, %	67,0 ± 0,1	68,9 ± 0,2	69,2 ± 0,1	67,3 ± 0,2
VЗЗ,%, до загальної вологи	76,5 ± 0,7	77,0 ± 0,8	78,2 ± 0,5	77,3 ± 0,5
рН	6,61	6,9	6,82	6,91
Пластичність	24,2 ± 0,3	23,7 ± 0,2	23,6 ± 0,6	24,4 ± 0,4
<b>Хліби м'ясні після термічної обробки</b>				
рН	6,5	6,82	6,74	6,85
ЖУЗ, %	73,4 ± 0,2	70,2 ± 0,1	71,4 ± 0,2	71,7 ± 0,3
ВУЗ, %	60,5 ± 0,8	61,9 ± 0,8	62,6 ± 0,9	63,4 ± 0,9
Вихід, %	115 ± 0,3	125,1 ± 0,3	123,1 ± 0,1	121,3 ± 0,3
Вміст вологи, %	61,17 ± 0,2	62,31 ± 0,2	63,3 ± 0,2	61,17 ± 0,2
Вміст білка, %	18,9 ± 0,1	20,7 ± 0,5	21,2 ± 0,5	19,8 ± 0,5
Вміст жиру, %	24,3 ± 0,2	12,8 ± 0,3	14,7 ± 0,4	12,3 ± 0,3
Вміст вуглеводів, %	1,8 ± 0,3	5,4	5,7	5,6
Вміст золи, %	-	1,3 ± 0,05	1,5 ± 0,03	1,4 ± 0,03
Енергетична цінність, кДЖ у 100 г продукту	1259,9	985,8	998,97	883,57

Вміст жиру та вологи для даного виду продукту відповідає вимогам ДСТУ 4436:2005 "Варені ковбаси, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні умови", тобто не менше ніж 35 % та не більше 75 % у виробках після термічної обробки. Відмінності в кількісних показниках жиру пояснюються різним видом м'яса в розроблених рецептурах. Вміст білка у дослідних зразках збільшується на 9,5 % порівняно з контрольним зразком за рахунок використання у рецептурі зразка № 1 м'яса нутрії. У зразках № 2 та № 3 на 12,2 % та 4,8 %. Вміст золи коливається в межах 1,3 (зразок № 1) – 1,5 (зразок № 2), на що впливає використання хлорели, яка містить від 2 до 4,4 % золи, для порівняння: у м'ясі вміст мінеральних речовин становить від 0,9...1,0 %.

Використання дієтичного м'яса в технології хлібів м'ясних впливає на енергетичну цінність готових виробів та становить (кДЖ у 100 г продукту): зразок № 1 – 985,8, зразок № 2 – 998,97, зразок № 3 – 883,57,

що в середньому на 24,6 % менше порівняно з контрольним зразком.

Одним із шляхів вирішення проблеми розширення асортименту спеціальних продуктів є використання біологічно активних добавок з нетрадиційних видів рослинної сировини з високим вмістом біологічно активних речовин. Хлорела "Vegan Prod" – біологічно-активна добавка, яка є надзвичайно добрим харчовим джерелом білка та вітамінів (табл. 6).

До її складу входить більше тридцяти вітамінів, серед яких вітаміни групи В, пантотенова кислота, каротин, клітковина (8,3 мг), хлорофіл (60 мг). У ній міститься (мг на 100 г): К – 1540, Са – 132,5, Р – 894,2, Mg – 191,5, Na – 42,2, Fe – 58, Zn – 3,9; I – 0,3 мкг. Саме мікрородості сприяють процесу обміну речовин, знижують зайві нервові переживання та сприяють хорошій роботі шлунково-кишкового тракту. Хлорела є біогенним імуностимулятором і природним антибіотиком, допомагає організму боротися з різно-



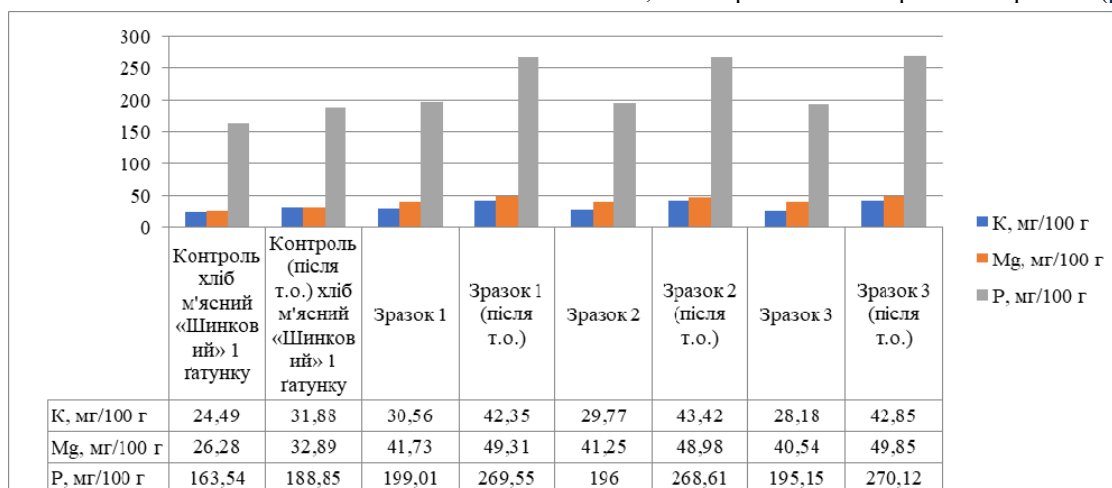
манітними інфекційними захворюваннями і підвищує швидкість вироблення антитіл (Eleršek et al., 2020; Tolpeznikaite et al., 2021). Завдяки своєму фактору росту хлорела набула здатності відновлювати нервові тканини після стресів та під час неврологічних захворювань.

**Таблиця 6**  
Хімічний склад хлорели “Vegan Prod”

Показники	Хлорела “Vegan Prod”
Білок, %	5,5
Жир, %	6,0
Мінеральні речовини, %	6,7
З них: К, мг	1540
Ca, мг	132,5
P, мг	894,2
Mg, мг	191,5
Na, мг	42,2
Fe, мг	58
Zn, мг	3,9
I, мкг	0,3
Калорійність, ккал/кДж	326/1362,68

Оскільки хлорела багата мінеральними речовинами, нами було проведено дослідження щодо вмісту в готовому продукті мінеральних речовин її, а саме: калію (K), магній (Mg) фосфор (P). Калій (K) відповідає за стан і працездатність багатьох систем і органів організму. Він регулює функціонування м'язових волокон, кровоносних судин і серцевого м'яза, стабілізує переробку цукру в енергію, нормалізує рівень електролітів у крові і стимулює роботу нервової системи. Магній (Mg) бере участь в енергетичному обміні та синтезі білків, допомагає нормальній роботі м'язів і нервової системи, підтримує стійкий ритм серця та здоров'я імунної системи, впливає на міцність кісток (Draaisma et al., 2013; Postma et al., 2015). Фосфор (P) незамінний для повноцінного функціонування організму. Він відіграє основну роль у формуванні кісткової тканини, нормалізації кислотно-лужної рівноваги і допомагає підтримувати енергетичний баланс (Aschemann-Witzel et al., 2013).

За результатами проведених досліджень встановлено, що додавання хлорели до рецептури хлібів м'ясних у кількості 3 % призводить до зростання вмісту K в середньому на 20,4 %, Mg – на 56,6 %, P – на 20,2 % порівняно з контрольним зразком (рис. 2).



**Рис. 2.** Порівняльна характеристика вмісту мікроелементів в хлібах м'ясних до та після термічної обробки

Зростання вмісту цих мікроелементів після термічної обробки пояснюється збільшенням їх концентрації внаслідок зменшення вмісту вологи в готовому продукті, що є цілком закономірним. Зокрема в усіх дослідних зразках вміст K, Mg, P зростає на 51,9, 21,5 та 30,6 % порівняно з контрольним зразком. Такі результати досліджень пояснюються як хімічним складом м'ясної сировини, так і вмістом їх і в хлорелі, і в борошні сочевиці.

### Висновки

На підставі теоретичних та експериментальних досліджень розроблено технологію хлібів м'ясних із залученням до технологічного процесу м'яса нутрії, кроля, птиці. Використання мікроводорості хлорели “Vegan Prod” як біологічно-активної добавки та борошна сочевиці в рецептурах призводить до фортифікації вітамінного та мінерального складу розроблюваного продукту – хлібів м'ясних з підвищеними

функціональними властивостями і дозволить розширити асортимент продуктів оздоровчого призначення. За результатами органолептичної оцінки встановлено, що найкращі результати за “смаком” та “запахом”, “консистенцією” отримали зразки, в рецептурі яких м'ясо нутрії поєднували з м'ясом кроля (зразок № 2) та м'ясо нутрії поєднували з м'ясом птиці (зразок № 3). Використання мікроводорості хлорели у кількості 3 % до маси сировини не погіршує якості готових виробів, а ще й надає можливість збагатити хліби м'ясні за мінеральним складом, зокрема K, Mg, P. За результатами досліджень вмісту мінеральних речовин в хлібах м'ясних встановлено збільшення масової частки мінерального залишку, що є цілком закономірним, оскільки мікроводорості багаті K (1540 мг), Ca (132,5 мг), P (894,2 мг), Mg (191,5 мг), Na (42,2 мг), Fe (58 мг), Zn (3,9 мг), I (0,3 мкг). За рахунок використання у рецептурах борошна сочевиці зросла масова частка білка (на 9,5 %) порівняно із контрольним

зразком. Спостерігалось поліпшення функціонально-технологічних показників хлібів м'ясних.

#### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

#### References

- Aschemann-Witzel, J., Maroscheck, N., & Hamm, U. (2013). Are organic consumers preferring or avoiding foods with nutrition and health claims? *Food Qual. Prefer.*, 30(1), 68–76. DOI: 10.1016/j.foodqual.2013.04.011.
- Basarab, I. M., Drachuk, U. R., Romashko, I. S., Halukh, B. I., Simonova, I. I., & Moldavanova, L. K. (2019). The use of pumpkin crumbs in pate technology and their functional characteristics. *Scientific of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Series: Food Technologies*, 21(92), 23–27. DOI: 10.32718/nvlvet-f9205.
- D'Mello, P. F. (2015). *Amino Acids in Higher Plants*. CABI. DOI: 10.1079/9781780642635.0000.
- Draaisma, R. B., Wijffels, R. H., Slegers, P. M. E., Brentner, L. B., Roy, A., & Barbosa, M. J. (2013). Food commodities from microalgae. *Curr. Opin. Biotechnol.*, 24, 169–177. DOI: 10.1016/j.copbio.2012.09.012.
- Drachuk, U., Simonova, I., Halukh, B., Basarab, I., & Romashko, I. (2018). The study of lentil flour as a raw material for production of semi-smoked sausages. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, 6(11(96)), 44–50. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.148319.
- DSTU 4436:2005 (2006). *Vareni kovbasy, sosysky, sardelky, khliby miasni. Zahalni tekhnichni umovy*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU 4823.2:2007 (2008). *Chastyna 2. Zahalni vymohy. Produkty miasni. Orhanoleptychne otsiniuvannya pokaznykiv yakosti*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU 936:2008 (2008). *Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia masovoi chastky zahalnoi zoly (ISO 936:1998, IDT)*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU ISO 1442:2005. (2007). *Miaso ta produkty miasni. Metod vyznachennia vmistu volohy (kontrolnyi metod)*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- DSTU ISO 1443:2005 ISO 1443:1973, IDT (2007). *Miaso ta produkty miasni. Metod vyznachennia zahalnoho vmistu zhyru (ISO 1443:1973, IDT)*. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrainy (in Ukrainian).
- Eleršek, T., Flisar, K., Likozar, B., Klemenčič, M., Golob, J., Kotnik, T., & Miklavčič, D. (2020). Electroporation as a Solvent-Free Green Technique for Non-Destructive Extraction of Proteins and Lipids From *Chlorella vulgaris* Front. *Bioeng Biotechnol.*, 13, 1–9. DOI: 10.3389/fbioe.2020.00443.
- Garbowska, B., Radzymińska, M., & Jakubowska, D. (2013). Influence of the origin on selected determinants of the quality of pork meat products. *Czech J. Food Sci.*, 31, 547–552. DOI: 10.17221/479/2012-CJFS.
- HOST 25011-81 (1983). *Miaso ta miasni produkty. Metody vyznachennia bilka*. Moskva, Standart (in Ukrainian).
- Ignacio, E., Santos, J., Santos, S., & Souza, C. (2020). Effect of the addition of rabbit meat on the technological and sensory properties of fermented sausage. *Food Science and Technology*, 40(1), 197–204. DOI: 10.1590/fst.02019.
- Kalenik, T. K., Costa, R., Motkina, E. V., Kosenko T. A., Skripko O. V., & Kadnikova I. A. (2017). Technology development of protein rich concentrates for nutrition in extreme conditions using soybean and meat by-products. *Acta Sc.i Pol. Technol. Aliment*, 16(3), 255–268. DOI: 10.17306/J.AFS.0501.
- Pavlenko, O., Babytska, O., Berbenets, O., Prykhodko, T., & Zhmaylova, O. (2019). The role of nutria meat production in the context of Ukraine food security. *Economic Sciences for Agribusiness and Rural Economy: Proceedings of International Scientific Conference*, 3, 95–102. URL: [http://sj.wne.sggw.pl/pdf/ESARE\\_2019\\_n3\\_s95.pdf](http://sj.wne.sggw.pl/pdf/ESARE_2019_n3_s95.pdf).
- Peshuk, L. V., Hashchuk O.I., & Moskaliuk, O. Ye. (2014). *Perspektyvy vykorystannia kultyvovanykh hrybiv u innovatsiinykh miasnykh produktakh. Obladnannia ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv: tematychni zbirnyk naukovykh prats*, 32, 171–180. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/14429> (in Ukrainian).
- Peshuk, L. V., Topchii, O. A., & Venhliuk, Yu. P. (2007). *Vykorystannia netradytsiinoi syrovyny v kombinovanykh miasnykh napivfabrykatakakh*. *Naukovi pratsi NUKhT*, 2, 51 (in Ukrainian).
- Peshuk, L. V., Zhuravel, O. O., & Moskaliuk, O. Ye. (2011). *Rozshyrennia asortymentu vitchyznianskykh miasoproduktiv z zaluchenniam hrybnoi syrovyny*. *Miasnoi byznes*, 10(105), 74–77. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/6716> (in Ukrainian).
- Postma, P. R., Miron, T. L., Olivieri, G., Barbosa, M. J., Wijffels, R. H., & Epping, M. H. M. (2015). Mild disintegration of the green microalgae *Chlorella vulgaris* using bead milling. *Bioresour. Technol.*, 184, 297–304. DOI: 10.1016/j.biortech.2014.09.033.
- Rodionova, K. O., Paliy, A. P., Yatsenko, I. V., & Paliy, A. P. (2020). Adaptation of nutria meat to industrial technologies of the meat industry, 6, 31–36. DOI: 10.36016/JVMBBS-2020-6-1-6.
- Saadoun, A., & Cabrera, M. C. (2019). A review of productive parameters, nutritive value and technological characteristics of farmed nutria meat (*Myocastor coypus*). *Meat Science*, 148, 137–149. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.10.006.
- Syahrul, S., & Dewita, D. (2016). Health Food Supplements (“Health Food”) Highly Nutritious From *Chlorella* And Oil Catfish (*Pangasius hypophthalmus*). *Journal pengolahan hasil perikanan indonesia*, 19(3), 251–255. DOI: 10.17844/jphpi.v19i3.15083.
- Telezhenko, L. M., & Atanasova, V. V. (2010). *Sochevytsia yak vazhlyvyi natsionalnyi resurs bilka. Kormy i kormovyrobnytstvo*, 66, 158–163 (in Ukrainian).
- Tolpeznikaite, E., Bartkevics, V., Ruzauskas, M., Pilkaityte, R., Viskelis P., Urbonaviciene, D., Zavistanav-

- iciute, P., Zokaityte, E., Ruibys, R., & Bartkiene, E. (2021). Characterization of Macro- and Microalgae Extracts Bioactive Compounds and Micro- and Macroelements Transition from Algae to Extract. *Foods*, 10(2226), 1–22. DOI: 10.3390/foods10092226.
- Ziegler, V., Ferreira, C. D., Hoffmann, J. F., de Oliveira, M., Elias, M. C. (2017). Effects of moisture and temperature during grain storage on the functional properties and isoflavone profile of soy protein concentrate. *Food Chem*, 244. 37–44. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.09.034.



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-f9710  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.3

## Development of recipes for sweet processed cheese for medical and preventive purposes with “Vynograd” cryopowder

Yu. R. Hachak<sup>✉</sup>, O. R. Mykhaylytska, B. V. Gutyj, R. L. Kovalchuk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 07.02.2022  
Received in revised form  
09.03.2022  
Accepted 10.03.2022

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska str., 50, Lviv, Ukraine.  
Tel.: +38-097-331-99-23  
E-mail: hachakyuriy@gmail.com

*Hachak, Yu. R., Mykhaylytska, O. R., Gutyj, B. V., & Kovalchuk, R. L. (2022). Development of recipes for sweet processed cheese for medical and preventive purposes with “Vynograd” cryopowder. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 60–64. doi: 10.32718/nvlvet-f9710*

Processed cheeses have always aroused great interest and liking in a significant part of the population. They can be used for business trips, numerous picnics, and to prepare many dishes that could not be done without them. Another advantage of processed cheeses is their low cost. Therefore, in modern nutrition, processed cheeses have occupied a significant part of the food basket for a long time. The use of processed cheeses makes it possible to significantly expand not only the assortment of these products but also to improve the content of nutrients and the active, therapeutic and preventive role of food. The work aimed to develop sweet processed cheese recipes for medical and preventive purposes with cryopowder “Vynograd”. Scientific research was carried out in the conditions of the scientific laboratory of the department of technology of milk and dairy products of the Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv and in production. The proposed technological scheme for the production of this product. The main organoleptic and technical characteristics of sweet processed cheese with cryopowder domestically produced “Vynograd” were studied. Experimental samples of processed cheese kept a delicate, elastic consistency, had a shine on the outside, and had a characteristic original taste and smell (fresh and sweet). The color of the test samples was light gray, with red-black and white inclusions of various sizes. The test samples had a crust outside and a solid ointment-like mass on the cross-section. The mass fraction of fat in the dry matter in the product was 28.0 %. The experimental cheese samples were characterized by the mass fraction of moisture – 29.8 %; sucrose – 24 %. The pH of experimental pieces of processed cheese with cryopowder was 5.6, respectively. The vitamin composition of the processed sweet cheese with Phyto-additive “Grapes” was also evaluated. Experimental samples with “Vynograd” cryopowder are characterized by increased indicators of the biological value of the product. Testing samples of combined types of processed cheese preserved technological characteristics and regulatory safety indicators during the regulatory storage time.

**Key words:** processed cheese, “Vynograd” cryopowder, phytoconstituents, technology.

## Розробка рецептур солодкого плавленого сиру лікувально-профілактичного призначення з кріопорошком “Виноград”

Ю. Р. Гачак<sup>✉</sup>, О. Р. Михайлицька, Б. В. Гутий, Р. Л. Ковальчук

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У значній частині населення плавлені сири завжди викликали велику цікавість та вподобання. Без них не обходилися поїздки у відраження, виїзди на численні пікніки, їх використовували для приготування багатьох страв. Ще однією перевагою плавлених сирів є їхня невисока вартість. Тому в сучасному харчуванні плавлені сири вже тривалий час займають вагому частку харчового кошика. Саме використання плавлених сирів дозволяє суттєво розширювати не лише асортимент даних продуктів, а й поліпшувати вміст поживних речовин, енергетичну та лікувально-профілактичну роль їжі. Метою роботи була розробка рецептур солодкого плавленого сиру лікувально-профілактичного призначення з кріопорошком “Виноград”. Наукові дослідження проводились в

умовах наукової лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького і на виробництві. Запропонована технологічна схема виробництва даної продукції. Вивчено основні органолептичні та технологічні характеристики солодкого плавленого сиру із кріопорошком вітчизняного виробництва “Виноград”. Дослідні зразки плавленого сиру зберігали нізну, еластичну консистенцію, зовні мали блиск, а також характерний оригінальний смак і запах (свіжий та солодкий). Колір дослідних зразків був світло-сірий, наявні включення червоно-чорного та білого кольору різного розміру. Дослідні зразки зовні мали кірочку, на розрізі – суцільну мазеподібну масу. Масова частка жиру у сухій речовині складала у продукті – 28,0 %. Дослідні зразки сиру характеризувались величинами масової частки вологи – 29,8 %; сахарози – 24 %. рН дослідних зразків плавленого сиру із кріопорошком відповідно складав 5,6. Оцінено також вітамінний склад плавленого солодкого сиру із використанням фітодобавки “Виноград”. Дослідні зразки із кріопорошком “Виноград” характеризуються підвищеними показниками біологічної цінності продукту. Дослідні зразки комбінованих видів плавленого сиру зберігали технологічні характеристики та нормативні показники безпеки протягом нормативного часу зберігання.

**Ключові слова:** плавлений сир, кріопорошок “Виноград”, фітокомпозиції, технологія.

## Вступ

В умовах складної екологічної обстановки серед широкого загалу ефективних шляхів захисту населення є налагодження підприємствами харчової промисловості виготовлення продуктів лікувально-профілактичного призначення, в тому числі молочних. Враховуючи сучасні складні екологічні умови, існує гостра необхідність в покращенні структури харчування населення за рахунок підвищення якості, біологічної цінності і смакових характеристик продуктів (Ferrão et al., 2016). Важливим напрямком у цьому відношенні є збагачення їх вітамінами, мінеральними і імунними речовинами, особливо на натуральній основі (Pavliuk et al., 2013; Gutyj et al., 2017). Не є винятком в цьому напрямку і молочні продукти. Використання біодобавок на натуральній основі у цьому плані містить невичерпне джерело та ресурси. Вміле поєднання у якості біодобавок кріопорошків до молочної основи несе у собі великі перспективи, як у біолого-технологічному, так і соціальному плані (Boichak et al., 2018). Використання таких добавок дозволяє поповнити дефіцит есенціальних харчових речовин, підвищити неспецифічну резистентність організму до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища (Mazaraky et al., 2012).

Лікувальні властивості лікарських рослин обумовлені наявністю в них біологічно активних речовин, включаючи різноманітні вітаміни, мікро-, макроелементи і різного роду ферменти. Ці речовин містяться в рослинах у порівняно незначних кількостях, однак зазвичай здійснюють на наш організм сильний вплив (Hachak et al., 2018).

Створення нових продуктів харчування, що володіють, на відміну від традиційних, цільовим призначенням за рахунок використання біологічно активних добавок, дозволяє попередити і відкоригувати наслідки захворювань людей (Milani et al., 2011; Horyuk et al., 2016). Виробництво молочних продуктів видозмінюється, а відповідно з цим і потреби та уподобання споживачів на такий асортимент молочних продуктів.

Виробництво плавленого сиру є ефективною стратегією продовження терміну зберігання сиру, переробки дефектного сиру та створення нових оригінальних сирів з чітко вираженою текстурою, смаком та функціональними властивостями (Hoiko, 2016). Плавлений сир майже повністю засвоюється організмом, на відміну від твердих сирів. У плавленому сирі міститься менше холестерину. Плавлений сир є повноцінним поживним продуктом, який містить кальцій і

фосфор, що необхідні організму (Nagovska et al., 2018; Hachak et al., 2018). З медико-біологічної точки зору збагачення продуктів різноманітними біодобавками є корисним, але за умови безпечності та ефективності даних компонентів (Hrek & Skorchenko, 2012).

Останнім часом науковці та виробничники щораз частіше виготовляють численні молочні продукти, де як наповнювачі та добавки використані рослинні біодобавки у вигляді кріопорошків.

Цінний хімічний склад, висока поживна та біологічна цінність, ефективна лікувально-профілактична дія кріопорошків є вагомими факторами використання їх не лише в медицині, а й у харчовій промисловості. Загальновідомі лікувальні властивості кріопорошків обумовлені наявністю в них величезної кількості біологічно активних речовин. Актуальність використання кріопорошків, до яких належать і кріопорошки із рослин, значно зросла в останні десятиліття (Hlinska et al., 2017; Koberniuk et al., 2018).

Враховавши актуальність тематики досліджень, були заплановані дослідження щодо вивчення можливості застосування нової вітчизняної кріодобавки – кріопорошку “Виноград” в технології такого популярного молочного продукту, як солодкий плавлений сир.

Кріопорошок “Виноград” – кріодобавка із винограду. Виноград – це відмінний загальнозмцнюючий і тонізуючий засіб. У плодах винограду містяться цукор, клітковина, органічні кислоти, аскорбінова кислота, вітамін В, пектинові речовини, мікроелементи, ферменти. Ягоди винограду містять багато цінних і корисних речовин: аргінін, аспарагін, винну кислоту, галлокатехін, гістидин, гліцин, глюкозу, глюкуронову кислоту, глютамин, дубильні речовини, катехін, кверцетин, кемпферол, лізин, лимонну кислоту, мальвідкін, метіонін, мирицетин, пеонідін, петунідін, саліцилову кислоту, сахарозу, фруктозу, цистин, щавлеву кислоту, епікатехін, яблучну кислоту, вітаміни А, В1, В2, В5, В6, В9, С, Е, РР, Р, натрій, кальцій, фосфор, магній, калій, марганець, залізо, цинк, мідь. Ягоди винограду, крім багатьох корисних речовин, містять у великій кількості ресвератрол (природний антиоксидант).

**Метою** роботи була розробка рецептур солодкого плавленого сиру лікувально-профілактичного призначення з кріопорошком “Виноград”.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити ряд завдань:



- обґрунтувати доцільність використання кріопорошку “Виноград” у технології солодких плавлених сирів;
- дослідити органолептичні показники плавлених сирів із використанням кріопорошку “Виноград”;
- дослідити основні фізико-хімічні показники плавлених сирів із кріопорошком “Виноград”.

### Матеріал і методи досліджень

Дослідження проводилися в умовах наукової лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології імені С. З. Гжицького та на виробництві. Проведено декілька серій експериментів, спрямованих на розробку рецептур плавленого сиру із кріопорошком “Виноград” та дослідження органолептичних і технологічних показників дослідних зразків солодких плавлених сирів. Як наповнювач та смаковий і природний барвник запропонований кріопорошок “Виноград”.

Як прототип було вибрано базову – рецептуру плавленого сиру “Фруктовий”. До складу рецептури плавленого сиру поряд з сичужним сиром “Голландський” нормативними вимогами передбачено додавання сухого знежиреного молока, масла селянського, солі-плавителя (триполіфосфату натрію) та води питної. Незначну частину самого сухого знежиреного молока в процесі наукового пошуку в дослідному зразку було замінено на запропонований кріопорошок “Виноград”. Кількість внесення кріопорошку визначили органолептичні властивості дослідних зразків, їх відповідність традиційній продукції – солодкому плавленому сиру – прототипу.

Дози запропонованої фітодобавки розроблялись на основі рекомендованих добових норм споживання плавленого сиру для різних вікових груп, лікувально-профілактичних доз біодобавки. Сам кріопорошок вносили безпосередньо у сирну суміш перед плавленням.

Компоненти суміші для плавлення попередньо готувались згідно з вимогами технологічних інструкцій при виробництві плавлених сирів. Плавлення суміші

здійснювали при температурі 80–82 °С. Вибір та пошук доз складників проводився:

- при збереженні максимально наближених нормативних характеристик плавленого сиру;
- з метою забезпечення смакових характеристик плавленого сиру із додаванням запропонованої біодобавки.

### Результати та їх обговорення

Виходячи із вищенаведеного матеріалу, спостерігаємо значне зацікавлення щодо використання саме кріопорошку з червоного винограду для виготовлення функціонального молочного продукту – солодкого плавленого сиру.

За результатами проведених експериментів нами було відібрано по 3–4 найбільш вдалі зразки плавленого сиру із додаванням запропонованої кріодобавки у різних співвідношеннях. Дослідні рецептури перераховувались на 1000 кг готового продукту (без урахування виробничих втрат).

За рецептурним складом запропонований нами дослідний плавлений сир вирізнявся певними змінами не лише у кількісному складі, а й усуненням із рецептури солодкої есенції та заміни незначної кількості сухого знежиреного молока запропонованим кріопорошком “Виноград” яка суттєво не впливала на формування органолептики, близької до органолептики прототипу – сиру плавленого “Фруктовий”.

У оптимальному солодкому плавленому сирі складники запропоновано в таких кількостях (із розрахунку на 1000 кг готового продукту): сир сичужний дрібний “Голландський” – 82,4 кг; сир кисломолочний нежирний “Голландський” – 114,5 кг; сир кисломолочний напівжирний 9% – 144,2 кг; молоко коров’яче сухе знежирене з МЧ СР 96% – 61,3 кг; масло вершкове – 213,5 кг; натрій фосфорнокислий (20% р-н) – 51,9 кг; цукор пісок – 257,5 кг; вода питна – 103,2 кг та кріопорошок “Виноград” – 0,5 кг (табл. 1).

Як засвідчили результати дегустаційної оцінки чистих дослідних зразків, саме наведена рецептура і отримала найкращу органолептичну оцінку.

**Таблиця 1**

Рекомендовані рецептури плавленого сиру із кріопорошком “Виноград”

№	Сировина при виготовленні плавленого сиру із кріопорошком	Сир плавлений
		із кріопорошком “Виноград”
1	Сир сичужний дрібний “Голландський”	82,4
2	Сир кисломолочний нежирний	114,5
3	Сир кисломолочний напівжирний 9%	144,2
4	Молоко коров’яче сухе знежирене з МЧ СР 96%	61,3
5	Масло вершкове	213,5
6	Натрій фосфорнокислий (20% р-н)	51,9
7	Цукор пісок	257,5
8	Вода питна	103,2
8	Кріопорошок “Виноград”	0,5
9	Всього	1000

Оцінка та визначення органолептичних якостей сиру є основним фактором для встановлення рівня цін для кожного продукту, дозволяючи виявляти, а потім і ліквідувати можливі недоліки при їх виготовленні.

Додавання до рецептури кріопорошку “Виноград” привели до певної зміни органолептики дослідних зразків пропонованого солодкого плавленого сиру.

Як ми можемо побачити з характеристик, дослідні зразки сиру зберігають ніжну, еластичну консистенцію, зовні мають блиск; мають характерний оригінальний смак і запах (ситний смак, свіжий та солодкий).

Дослідні зразки зовні мали кірочку, на розрізі – суцільну мазеподібну масу, Колір дослідних зразків був світло-сірий, наявні включення червоно-чорного та білого кольору різного розміру. Це, очевидно, пов'язано із впливом у рецептурній масі самого кріопорошку та кисломолочного сиру різної жирності, які передбачені традиційною рецептурою, а у дослідній не зазнали змін (табл. 2).

Фізико-хімічні характеристики традиційного солодкого плавленого сиру та із додаванням біодобавки – кріопорошку “Виноград” наведені у таблиці 3.

**Таблиця 2**

Органолептичні показники солодкого плавленого сиру “Фруктовий” та з кріопорошком “Виноград”

№	Назва показника	Традиційний плавлений “Фруктовий”	Плавлений сир із кріопорошком “Виноград”
1	Смак і запах	Солодкий, злегка кислуватий із вираженим смаком і ароматом лимону, апельсину	Ситний смак, свіжий, солодкий
2	Консистенція	Ніжна, пластична	Ніжна, пластична однорідна; зовні наявний блиск
3	Колір тіста	Обумовлений внесеним смаковим наповнювачем	Світло-сірий, наявні включення червоно-чорного та білого кольору різного розміру
4	Вид на розрізі	Відсутність рисунку, допускається наявність пустот	Суцільна мазеподібна маса, зверху наявна кірочка
5	Зовнішній вигляд	Поверхня чиста, не підсохла, не запліснявіла	Поверхня чиста, не підсохла, блискуча

**Таблиця 3**

Фізико-хімічні показники солодкого плавленого сиру “Фруктовий” та з кріопорошком “Виноград”

№	Назва сиру	Вміст, %			рН сиру	Форма і маса (г)
		жиру в сухій речовині	вологи, не менше	сахарози, не менше		
1	Сир плавлений традиційний солодкий “Фруктовий”	30,0	39	25	5,7	батон масою 100г
2	Сир плавлений із кріопорошком “Виноград”	28,0	29,8	24	5,6	батон масою 100 г кружки масою 100 г

**Таблиця 4**

Вміст вітамінів у традиційному плавленому сирі “Фруктовий” та з кріопорошком “Виноград”

№ п/п	Назва продукту	Вміст вітамінів, мг/100г продукту				
		β-каротин	В1	В2	РР	С
1	Сири плавлені (нормативні вимоги)	0,08	0,02	0,39	0,15	1,2
2	Сир плавлений традиційний солодкий “Фруктовий”	0,10	0,03	0,41	0,16	1,4
3	Сир плавлений солодкий із кріопорошком “Виноград”	0,14	0,06	0,45	0,18	1,9

Як видно з даних таблиці 3, дослідні зразки сиру фасовані у традиційні форми (батончики), так і у формі кружків. Маса дослідних зразків сиру була в межах 100 г. Так, масова частка жиру у сухій речовині складає у продукті – 28,0 % (у традиційному – 30 %). Дослідні зразки сиру характеризувались величинами масової частки вологи – 29,8 %; сахарози – 24 % а рН дослідних зразків плавленого сиру із кріопорошком відповідно складав 5,6, що відповідає нормативним вимогам.

В комплексній оцінці молочних продуктів, в тому числі і плавлених сирів важливу оцінку займає характеристика його біологічної цінності – вітамінного складу продукції.

Отримані експериментальні дані таблиці 4 засвідчують, що збагачення плавленого сиру кріопорошком “Виноград” призводить до суттєвого зростання вмісту

всіх нормативно передбачених вітамінів. Особливо варто наголосити на прирості вітаміну С як одного із важливих чинників підтримання імунного статусу організму потенційного споживача.

Таким чином, на основі проведених досліджень можна зазначити, що застосування як сировини для виробництва солодкого плавленого сиру із використанням кріопорошку “Виноград” на основі плавленого сиру “Фруктовий” є виправданим, а отримана продукція є біологічно цінною, має належні товарознавчі характеристики, показники безпеки і розширює асортимент вітчизняної молочної продукції лікувально-профілактичного спрямування.

Результати проведених досліджень захищені патентом (Спосіб виготовлення солодких плавлених сирів з додаванням кріопорошку “Виноград”, №123865).

## Висновки

1. Проаналізовано доцільність використання кріопорошку “Виноград” в технології солодкого плавленого сиру. Запропонована фітодобавка “Виноград” є стандартною вітчизняною рослинною кріодобавкою, що не потребує суттєвого ускладнення технологічного процесу виготовлення плавленого солодкого сиру лікувально-профілактичного спрямування. Розроблено виробничу рецептуру солодкого плавленого сиру із використанням кріопорошку “Виноград”.

2. Досліджено органолептичні показники солодкого плавленого сиру “Фруктовий” та з кріопорошком “Виноград”.

3. Вивчення впливу кріопорошку “Виноград” на фізико-хімічні показники якості солодкого плавленого сиру та їх зміни в процесі зберігання дозволило встановити поліпшення якісних показників дослідних зразків порівняно з традиційними зразками.

4. Оцінено вітамінний склад плавленого солодкого сиру із використанням фітодобавки “Виноград”. Збагачення плавленого солодкого сиру кріодобавкою “Виноград” не лише підвищує їхню енергетичну цінність, а й уміст вітамінів.

5. Застосування запропонованої вітчизняної кріодобавки розширює асортимент молочних продуктів лікувально-профілактичного спрямування.

## Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

## References

- Boichak, Ya., Koberniuk, V., & Petryk, L. (2018). Novi vydy i formy biodobavok v tekhnologii molochnykh produktiv LPN. Dni studentskoi nauky u LNUVM ta BT imeni S.Z Hzhyskoho: Materialy studentskoi konferentsii. Lviv, 79–80 (in Ukrainian).
- Ferrão, L., Silva, E., Silva, H., Silva, R., Mollakhalili, N., Freitas, M., Silva, M., Raices, R., Padilha, M., Zacarchenco, P., Barbosa, M., Mortazavian, A., & Cruz, A. (2016). Strategies to develop healthier processed cheeses: Reduction of sodium and fat contents and use of prebiotics. *Food Research International*, 86, 93–102. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.04.034.
- Gutyj, B., Hachak, Y., Vavrysevych, J., & Nagovska, V. (2017). The influence of cryopowder “Garbuz” on the technology of curds of different fat content. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10(86)), 20–24. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.98194.
- Hachak, Y., Gutyj, B., Bilyk, O., Nagovska, V., & Mykhaylytska, O. (2018). Effect of the cryopowder “Amaranth” on the technology of molten cheese. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11(91)), 10–15. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.120879.
- Hoiko, I. Yu. (2016). Rozroblennia fitokompozycji dlia vyrobnytstva funktsionalnykh kyslomolochnykh syriv. *Problemy starenija i dolgoletija*, 25(2), 273–279. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/PSD\\_2016\\_25\\_2\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/PSD_2016_25_2_12) (in Ukrainian).
- Horyuk, Yu. V., Kukhtyn, M. D., Perkiy, Yu. B., Horyuk, V.V., & Semenyuk, V.I. (2016). Identification of Enterococcus isolated from raw milk and cottage cheese “home” production and study of their sensitivity to antibiotics. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhyskyj*, 18(3(70)), 44–48. DOI: 10.15421/nvlvet7011.
- Hrek, O. V., & Skorchenko, T. A. (2012). Tekhnolohiia kombinovanykh produktiv na molochnii osnovi: Pidruchnyk. Kyiv: NUKhT (in Ukrainian).
- Ilinska, A., Benytska, A., & Prystanskyi, R. (2017). Krioporoshky v yakosti biodobavok u molochnykh produktakh LPN. Aktualni zadachi suchasnykh tekhnolohii 6 zbirnyk tez dopovidei n. t. konferentsii molodykh uchenykh ta studentiv. Ternopil, 174–175 (in Ukrainian).
- Koberniuk, V., Ilinska, A., & Hrabarchuk, O. (2018). Novi vydy krioporoshkiv v tekhnologii molochnykh produktiv LPN. Dni studentskoi nauky u LNUVM ta BT imeni S.Z Hzhyskoho: Materialy studentskoi konferentsii. Lviv, 103–104 (in Ukrainian).
- Levchenko, S. V., Rybachenko, N. A., & Appazova, N. K. (2013). O provedenii rabochej degustacii stolovykh sortov i form vinograda. “Magarach”. *Vinogradarstvo i vinodelie*, 2, 38–39. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Magarach\\_2013\\_2\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Magarach_2013_2_19).
- Mazaraky, A. A., Peresichnyi, M. I., & Kravchenko, M. F. (2012). Tekhnolohiia produktiv funktsionalnoho pryznachennia. K., Kyiv. nats. torh.-ekon. Universtet (in Ukrainian).
- Milani, F., Nutter, D., & Thoma, G. (2011). Environmental impacts of dairy processing and products: A review. *Journal of Dairy Science*, 94(9), 4243–4254. DOI: 10.3168/jds.2010-3955.
- Nagovska, V. O., Hachak, Yu. R., Bilyk, O. Ya., Gutyj, B. V., Slyvka, N. B., & Mikhailytska, O. R. (2018). Influence of thistle grist on organoleptic, physico-chemical and microbiological parameters of kefir. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 20(85), 166–170. DOI: 10.15421/nvlvet8530.
- Pavliuk, R. Yu., Poharska, V. V., Khomenko, A. V., & Kostrova, K. V. (2013). Biotekhnolohiia kyslomolochnykh napoiv z vykorystanniam skolotyny ta dobavok iz prianykh ovochiv. *Vostochno-evropejskij zhurnalпередових tehnologij*, 4 (10(64)), 53–57. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte\\_2013\\_4\\_10\\_14](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vejpte_2013_4_10_14) (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-f9711  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.8:637.146:634.7

## Development of the technology of fermented milk drink with goji berries

N. B. Slyvka<sup>✉</sup>, O. Ya. Bilyk, V. O. Nagovska

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

### Article info

Received 14.02.2022  
Received in revised form  
17.03.2022  
Accepted 18.03.2022

Stepan Gzhytskyi National  
University of Veterinary Medicine  
and Biotechnologies Lviv,  
Pekarska str., 50, Lviv, Ukraine.  
Tel.: + 38-067-275-37-25  
E-mail: slyvkanat@ukr.net

**Slyvka, N. B., Bilyk, O. Ya., & Nagovska, V. O. (2022). Development of the technology of fermented milk drink with goji berries. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(97), 65–71. doi: 10.32718/nvlvet-f9711**

Fermented milk products are popular and have a positive effect on human health due to probiotics. According to statistical studies, yogurt is consumed the most. The work aims to develop the technology of yogurt drinks using goji berries and honey in their technology. The work was carried out in the laboratory of the department of technology of milk and dairy products of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv. The peculiarities of the technology of fermented milk products with goji berries and honey and methods of introducing new recipe components were studied. The developed fermented milk drink with goji berries and honey expands the range of drinks of this group. Formulation components are natural stabilizers of natural origin. Such a product can be recommended to all age groups of the population. The choice of functional ingredients – goji berries and flower honey, in the technology of fermented milk drinks – is justified. Recipes for sour-milk yogurt drinks have been developed. It was established that the optimal dose of ground goji berries is 1.5 %, and flower honey is 7.5 %. The organoleptic indicators of the finished products were studied, and a point assessment was carried out, based on the results of which a profile frame was built. The results indicate the high taste qualities of the proposed products. The obtained organoleptic characteristics of the fermented milk drink with goji berries and honey established that the experimental samples possessed normative organoleptic characteristics. According to the results of the organoleptic evaluation and the study of physicochemical parameters, formulation No. 2 was chosen for production. Changes in fermented milk products' active and titrated acidity during the 20-day storage period were studied. Based on the research results, the storage period is determined to be no more than ten days. The developed products meet the hygienic requirements according to microbiological indicators. The total number of microorganisms in the test sample is higher than usual, which makes the product beneficial for health.

**Key words:** yogurt, goji berries, honey, technology, milk.

## Розроблення технології кисломолочного напою з ягодами годжі

Н. Б. Сливка<sup>✉</sup>, О. Я. Білик, В. О. Наговська

Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

Кисломолочні продукти популярні і мають позитивний вплив на здоров'я людини через присутність пробіотиків. За статистичними дослідженнями найбільше споживається йогурт. Метою роботи є розроблення технології йогуртових напоїв із використанням у їхній технології ягід годжі та меду. Робота виконувалась у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. Вивчено особливості технології кисломолочного продукту з ягодами годжі та медом та способи внесення нових рецептурних компонентів. Розроблений кисломолочний напій з ягодами годжі і медом розширює асортимент напоїв цієї групи. Рецептурні компоненти натуральні, стабілізатори природного походження. Такий продукт можна рекомендувати всім віковим групам населення. Обґрунтовано вибір функціональних інгредієнтів – ягід годжі та меду квіткового, у технології кисломолочних напоїв. Розроблено рецептури кисломолочного йогуртового напою. Встановлено, що оптимальною дозою мелених ягід годжі є 1,5 %, а меду квіткового – 7,5 %. Досліджено органолептичні показники готових продуктів та проведено бальну оцінку, за результатами якої побудовано профілограму. Результати вказують про високі смакові якості запропонованих продуктів. Із отриманих органолептичних характеристик кисло-



молочного напою з ягодами годжі і медом встановлено, що дослідні зразки володіли нормативними органолептичними характеристиками. За результатами органолептичної оцінки і дослідження фізико-хімічних показників для впровадження у виробництво обрано рецептуру № 2. Досліджено зміни активної та титрованої кислотності кисломолочних продуктів впродовж 20-денного терміну зберігання. За результатами досліджень встановлено термін зберігання не більше 10 діб. Розроблені продукти за мікробіологічними показниками відповідають гігієнічним вимогам. Загальна кількість мікроорганізмів у дослідному зразку є більшою від норми, що робить продукт корисним для здоров'я.

**Ключові слова:** йогурт, ягоди годжі, мед, технологія, молоко.

## Вступ

В останні роки з'явився науковий інтерес до здорового харчування, а саме розроблення та споживання продуктів, які благотворно впливають на організм людини і можуть знизити ризик різних захворювань (Mundo, 2004; Hryhorenko, 2010; Gutty et al., 2017).

Молоко та молочні продукти мають високу харчову та біологічну цінність і є одними з основних продуктів харчування людини (Bilyk et al., 2017). Зростання вимог сучасних споживачів до збереження якості товару стимулює виготовлення різноманітних молочних продуктів функціонального призначення (Alenisan et al., 2017; Nachak et al., 2020; 2021). Дуже популярними є кисломолочні продукти, оскільки в них присутні пробіотики, які мають позитивний вплив на здоров'я людини (Roshhupkina, 2017). За статистичними дослідженнями найбільше споживають йогурт (Slyvka et al., 2019). Є низка розробок щодо збагачення йогуртів різними рослинними біодобавками, зокрема екстрактами виноградних кісточок, кіркою граната, екстрактами чаю, сиропом агави, кріпорощками овочів та фруктів, пектином соняшника тощо (Pol'skaja, 2016; Slyvka & Skulska, 2021).

Цікавим дослідженням є вивчення можливості використання у технології молочних продуктів ягід годжі (Potterat, 2010). Ягоду годжі відносять до родини пасльонових. Лікувальні властивості ягід годжі зумовлені вмістом у них біологічно активних компонентів, зокрема поліфенолів, каротиноїдів та полісахаридів. Встановлено, що плоди ягід годжі містять велику кількість вітамінів, амінокислот і мікроелементів, і вони є чудовим джерелом антиоксидантів (Rotar et al., 2014). Різні дослідження показали, що полісахариди, що містяться в ягодах годжі, мають імуномодулюючі властивості. До групи метаболітів належать каротиноїди, вміст яких збільшується під час дозрівання плодів і досягає 19,6 мг/100 г. Також містять невелику кількість глутаміну, аспарагіну, стигмастерину, холестеролу, лупеолу, таурину, мінералів K, Ca, Zn, Fe, Co, Mn, Se, Mg і B2, B1, вітаміни C. Також доведений нейропротекторний, гепатопротекторний, протипухлинний ефекти. Ці властивості пов'язані з високим вмістом каротиноїдів та фенольних речовини в розчинній фракції (Rotar et al., 2015).

Всім відомі переваги меду для здорового харчування. Він є джерелом низки сполук, які діють як антиоксиданти, включаючи фітохімічні речовини, флавоноїди та аскорбінову кислоту (Attalla et al., 2007). Антиоксиданти зменшують окиснювальний стрес в організмі, усуваючи вільні радикали (Stybel et al., 2021; 2022). Вчені пов'язують окиснювальний стрес з низкою хронічних захворювань, у тому числі з

багатьма видами раку. Використовуючи дієту, багату антиоксидантами, люди можуть знизити ризик хронічних захворювань. Мед має високу осмолярність, низький рН та активність води і може надати хороший бактеріостатичний або бактерицидний ефект (Kovalskyi et al., 2021; Saranchuk et al., 2021).

Можна спрогнозувати, що поєднання меду, ягід годжі та йогуртової основи дозволить створити функціональний продукт із високими органолептичними властивостями.

**Метою** наших досліджень є розроблення технології йогуртових напоїв із використанням у їхній технології ягід годжі та меду.

## Матеріал і методи досліджень

Робота виконувалась у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Для виробництва йогуртового напою використали коров'яче молоко, що відповідає вимогам до молока-сировини згідно з ДСТУ 3662:2018 "Молоко-сировина коров'яче. Технічні умови".

Для заквашування використовували культури YF-L903 для йогуртів, до складу якої входять *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*, *Lactobacillus delbrückii subsp. bulgaricus*. Кількість КҮО:  $5 \times 10^{12}$ . Рекомендована температура заквашування нормалізованої суміші становить 35–45 С. Така закваска дозволяє отримати йогурт з густою консистенцією, дуже м'яким смаком і низьким рівнем окислення.

Як контроль було виготовлено йогуртовий кисломолочний напій із додаванням 0,1 % стабілізатора (гуарова камедь) і 8,0 % цукру.

Дослідні зразки виготовляли із різним вмістом меду квіткового і мелених ягід годжі. Ягоди годжі використовують у харчовій промисловості у різних формах, зокрема екстракт ягід, сушені цілі чи мелені, пюре, сік. Для досліджень ми використовували мелені ягоди годжі.

№ 1 – 1 % ягід годжі та 5 % меду квіткового.

№ 2 – 1,5 % ягід годжі та 7,5 % меду квіткового.

№ 3 – 2 % ягід годжі та 10 % меду квіткового.

Для оцінки сенсорних властивостей контрольного та дослідних зразків було використано дескрипторно-профільний метод і 5-бальну шкалу оцінки якості. Обрані наступні дескриптори: зовнішній вигляд, запах, колір напою, консистенція, смак.

У табл. 1 наведено критерії профілювання, за якими здійснено оцінку якості всіх зразків. При бальній оцінці смак і запах об'єднали, бо ці показники є взаємопов'язаними.



**Таблиця 1**

Профілювання показників якості продуктів за 5-бальною шкалою

Характеристика показників, бали	Найменування показників				
	Зовнішній вигляд	Колір	Консистенція	Смак	Запах
5	Дуже приємний	Характерний однорідний	Однорідна по всій масі	Дуже приємний, гармонійний	Дуже приємний характерний
4	Приємний	Характерний дещо неоднорідний	Однорідна з незначними включеннями осаду	Приємний, властивий даному виду продукту	
3	Задовільний	Неоднорідний сприйнятливий	Однорідна з включенням осаду	Задовільний	Слабо виражений
2	Незадовільний	Дуже неоднорідний	Неоднорідна	Нехарактерний	
1	Недопустимий	Нехарактерний, дуже неоднорідний	Нехарактерний	Недопустимий	

Дослідження здійснювали за наступними методиками:

1. Органолептичні показники визначали за традиційними методиками згідно ГОСТ 28283-89.
2. Масову частку жиру визначали кислотним методом Гербера згідно ГОСТ 5867-90.
3. В'язкість визначали за допомогою піпетки за часом протікання продукту.
4. Титровану кислотність – методом титрування згідно ГОСТ 3624-92.
5. Визначення активної кислотності (рН) здійснювали електрометричним методом на рН-метрі (ГОСТ 26754-85).
6. Визначення пероксидази проводили за реакцією з йодистокалієвим крохмалем (ГОСТ 3623-73).

**Таблиця 2**

Основні фізико-хімічні показники молока

Показники	ДСТУ	Дослідження
Масова частка жиру, %	-	3,2
Масова частка СЗМЗ, %	-	8,19
Густина, °А	27	27,2
Масова частка білка, %	2,7-3,0	2,93
Кислотність, °Т	<19	18
Ступінь чистоти за еталоном, група	I	I
Загальне бактеріальне обсіменіння, тис./см <sup>3</sup>	<500	465
Температура, °С	<10	9
Масова частка сухих речовин, %	>11,5	11,39
Кількість соматичних клітин, тис./см <sup>3</sup>	<600	550

Оцінюючи вцілому фізико-хімічні показники молока, яке було використане при виробництві йогуртів, можна зробити висновок, що воно відповідає вимогам ДСТУ 3662:2018.

На цьому етапі роботи було досліджено, як ягоди годжі і мед впливали на сенсорні якості і хімічні властивості продукту.

Для дослідження напоїв молочнокислий отримують із незбираного коров'ячого молока. Розроблення рецептур здійснювали, розраховуючи жировий баланс продукту. Масова частка жиру у готовому продукті становить 2,5 %.

Оскільки молоко незбиране, яке використовували для виробництва йогурту було з м.ч.ж. 3,2 %, то необхідно було здійснити нормалізацію знежиреним молоком.

### Результати та їх обговорення

Якість кисломолочних продуктів, зокрема і йогуртів, визначається якістю вихідної сировини. Молоко незбиране заготовне є основною сировиною для виробництва йогуртів. Тому важливим є найперше дослідити відповідність його вимогам стандарту за основними фізико-хімічними та органолептичними показниками.

Результати досліджень незбираного молока наведено у табл. 2.

За органолептичними показниками молоко було чистим, без сторонніх, не властивих свіжому молоку присмаків і запахів. За зовнішнім виглядом та консистенцією молоко було однорідною рідиною ясного жовтого кольору, без осаду та згустків.

Витрати незбираного і знежиреного молока знаходимо за квадратом змішування.

Нормалізовану суміш пастеризували при 93–95 °С з витримкою 15–20 хв з наступною гомогенізацією при температурі 55–60 °С і тиску 14–17 МПа.

Метою такого високого режиму пастеризації є знищення мікроорганізмів, максимальна теплова дія на білки молока, забезпечення необхідної структури продукту.

Термічно оброблене молоко охолоджували до температури заквашування 44–45 °С.

Додавання меду після пастеризації пояснюється тим, що при нагріванні вище 50 °С знижуються його бактеріцидні властивості, а вище 70 °С – майже зникають.

Молоко сквашували 4–4,5 год, а потім охолоджували до 10 °С і фасували у полістиролові стакани .

У табл. 3 наведено найбільш вдалі рецептури на йогурт з ягодами годжі і медом з м.ч.ж. 2,5 %.

Органолептичний аналіз – це один з методів, який дозволяє виокремити продукт з найвищими якісними показниками, виявити ранні ознаки його псування. Його здійснюють за допомогою органів чуття людини. Органолептичні показники готових продуктів

наведено у табл. 4. Із отриманих органолептичних характеристик кисломолочного напою з ягодами годжі і медом видно, що дослідні зразки володіли нормативними органолептичними характеристиками.

Для кращого сприйняття отриманих результатів дослідження проводили графічне опрацювання, результати якого наведено на рис. 1 у вигляді профілограм.

**Таблиця 3**

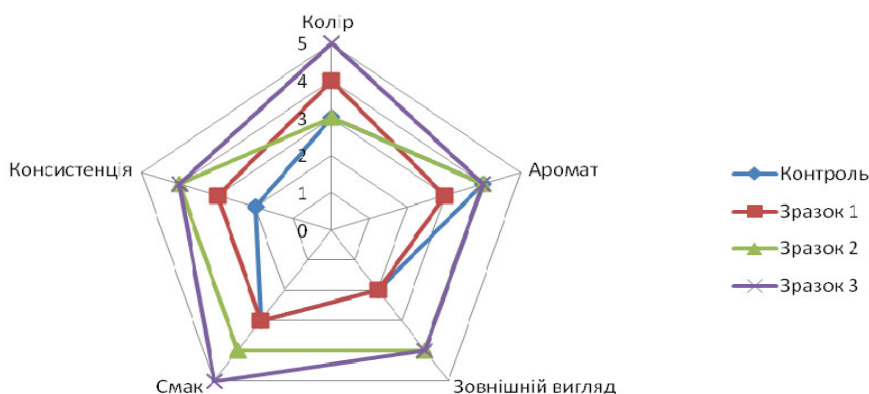
Рецептура кисломолочного напою з ягодами годжі і медом без урахування втрат

Сировина	Рецептура			
	Контроль	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
Нормалізована суміш м. ч. ж. 2,5 %	980,0	940,0	910,0	880,0
Ягоди годжі мелені	-	10	15	20
Мед квітковий	-	50	75	100
Стабілізаційна система (гуарова камедь)	0,1	0,1	0,1	0,1
Цукор	80	-	-	-
Всього	1000	1000	1000	1000

**Таблиця 4**

Органолептична характеристика кисломолочного напою з ягодами годжі і медом

Назва показника	Характеристика			
	Контроль	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3
Зовнішній вигляд, консистенція	Однорідна, ніжний, з непорушним згустком, без відділення сироватки	Однорідна, щільний, з непорушним згустком, без відділення сироватки	Однорідна, щільний, з непорушним згустком, в міру в'язкий, без відділення сироватки	Однорідна, щільний, з непорушним згустком, в міру в'язкий, без відділення сироватки
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів	Чистий, кисломолочний із легким присмаком меду	Чистий, кисломолочний із присмаком та запахом меду	Чистий, кисломолочний із вираженим присмаком меду, злегка терпкий
Колір	Молочно-білий, однорідний по всій масі	Легко жовтуватий колір	Жовтий, однорідний по всій масі	Оранжевий, однорідний по всій масі



**Рис. 1.** Оцінка якості кисломолочного напою з ягодами годжі і медом

Аналізуючи отримані дані можна стверджувати, що найвищу органолептичну оцінку отримала рецептура № 3. Це пояснюється тим, що до рецептури входять достатня кількість меду квіткового та найбільша кількість ягід годжі, які надають хороший смак та аромат. Високу бальну оцінку отримала рецептура № 2. Рецептура № 1, до складу якої входить найменша кількість нових інгредієнтів отримала невисоку кількість балів як і контрольний зрієць.

Органолептичні показники зразків досліджували також і впродовж 20 днів зберігання при 1 ± 4 °С. На 10 день зберігання всі показники незначно відрізнялися від одноденних кисломолочних напоїв. На 20 день зберігання контроль та зразок № 1 отримали найвищий загальний бал. У зразках № 2 і № 3 спостерігалася зміна за смаком і ароматом, що пов'язано з вищою кислотністю і специфічним смаком. Відхилення були виявлені в двох інших органолептичних

показниках – текстурі і зовнішньому вигляді. Виділення сироватки спостерігали на поверхні напою, яка вимагає струшування перед вживанням. Була також невелика зміна кольору молочнокислого напою у цих зразках.

Отже, проведені в умовах кафедри технології молока і молочних продуктів дегустації засвідчили високі смакові та товарознавчі характеристики дослідних зразків впродовж десятиденного терміну зберігання. Для довготривалого зберігання рекомендується використовувати лише зразок №1.

На рис. 2 наведено зміну активної кислотності впродовж зберігання. Динаміка зміни активної кисло-

тності у контролі та всіх трьох дослідних зразках має рівномірний характер. Дослідження проводили на 5, 10, 15 і 20 доби зберігання. На кінцевий термін дослідження кислотність становила для контролю 4,35 рН, зразок № 1 – 4,25 рН, зразок № 2 – 4,2 рН, зразок № 3 – 4,15 рН. Активна кислотність кисломолочного напою щодня повинна зменшуватись на 0,01–0,03 рН. Тому на 10 день вона не має бути нижчою, ніж 4,35 рН. Як видно з рис. 2, на 10 день дослідні зразки № 1 і № 2 задовольняють цю вимогу щодо зміни активної кислотності, лише незначно нижче рН у зразку № 3.

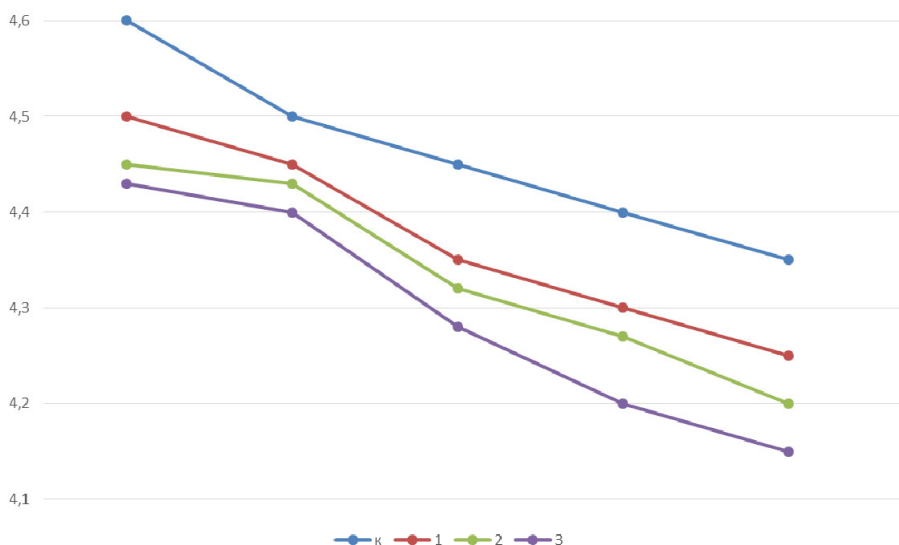


Рис. 2. Динаміка зміни активної кислотності кисломолочного напою з ягодами годжі і медом впродовж зберігання

На 20 день у всіх дослідних зразках рН знизився, що робить їх непридатними до споживання. Можна припустити, що таке рН пов'язане з наявністю в меді пребіотичних олігосахаридів, які можуть сприяти зростанню та метаболічній активності молочнокислих

бактерій. Тому рекомендуємо десятиденний термін зберігання готового продукту.

На рис. 3 представлено зміни титрованої кислотності контрольної та дослідних зразків впродовж зберігання.

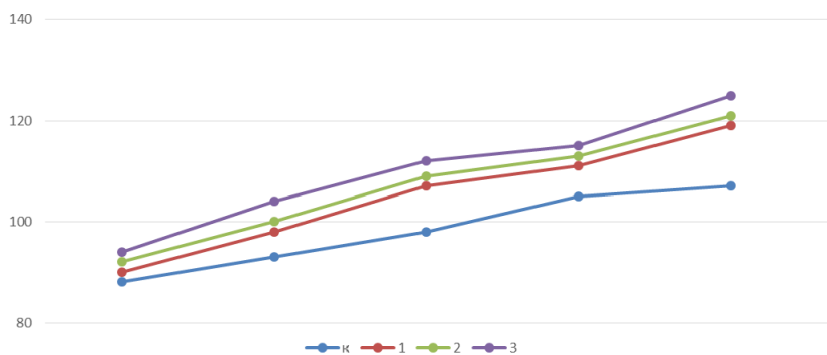


Рис. 3. Динаміка зміни титрованої кислотності кисломолочного напою з ягодами годжі і медом впродовж зберігання

Як видно з рисунка 3 титрована кислотність у дослідних зразках наростає активніше і на 10 день становить в межах 107–112 °Т, а на 20 день – 119–125 °Т, тоді як у контрольному була відповідно 98 і 107 Т. Отримані дані відображають накопичення молочної кислоти і відповідну швидкість ферментації під час

зберігання. Під час зберігання можна припустити і зменшення кількості лактози, яке прямо корелює зі зміною кислотності в контрольному і дослідному зразках. Слід зазначити, що при нижчих температурах зберігання істотно гальмувалися процеси бродіння і до кінця зберігання цей показник знижувався.

За результатами органолептичної оцінки і дослідження фізико-хімічних показників для впровадження у виробництво обрано рецептуру № 2, тому дослідження мікробіологічних показників, які представлені у табл. 5, наведено саме для цієї рецептури.

дження мікробіологічних показників, які представлені у табл. 5, наведено саме для цієї рецептури.

**Таблиця 5**

Мікробіологічні показники кисломолочного напою

Показник	Значення згідно ДСТУ	Дослідження
Загальна кількість мікроорганізмів, КУО в 1 см <sup>3</sup>	10 <sup>7</sup>	5,4×10 <sup>7</sup>
БГКП	Не виявлено	Не виявлено
<i>Staphylococcus aureus</i>	Не виявлено	Не виявлено
Дріджі, КУО в 1 см <sup>3</sup>	40	5
Плісняві гриби КУО в 1 см <sup>3</sup>	30	Не виявлено

Як видно з таблиці 5 розроблені продукти за мікробіологічними показниками відповідають гігієнічним вимогам. Загальна кількість мікроорганізмів у дослідному зразку є більшою від норми, що робить продукт корисним для здоров'я.

Отже, розроблений кисломолочний напій з ягодами годжі і медом розширює асортимент напоїв цієї групи. Рецептурні компоненти натуральні, стабілізатори природного походження. Такий продукт можна рекомендувати всім віковим групам населення.

### Висновки

1. Обґрунтовано вибір функціональних інгредієнтів – ягід годжі та меду квіткового, у технології кисломолочних напоїв.

2. Досліджено якість молочної сировини для виробництва кисломолочних продуктів і встановлено, що за органолептичними, фізико-хімічними та показниками безпеки молоко незбиране відповідає вимогам ДСТУ.

3. Вивчено особливості технології кисломолочного продукту з ягодами годжі та медом та способи внесення нових рецептурних компонентів.

4. Розроблено рецептури кисломолочного йогуртового напою. Встановлено, що оптимальною дозою мелених ягід годжі є 1,5 %, а меду квіткового – 7,5 %.

5. Досліджено органолептичні показники готових продуктів та проведено бальну оцінку, за результатами якої побудовано профілограму. Результати вказують про високі смакові якості запропонованих продуктів.

6. Досліджено зміни активної та титрованої кислотності кисломолочних продуктів впродовж 20-денного терміну зберігання. За результатами досліджень встановлено термін зберігання не більше 10 діб.

### Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

### References

Alenisan, M. A., Alqattan, H. H., Tolbah, L. S., & Shori, A. B. (2017). Antioxidant properties of dairy products fortified with natural additives: A review. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, 24(1), 101–106. DOI: 10.1016/j.jaubas.2017.05.001.

Attalla, K. M., Owayss, A. A., & Mohanny, K. M. (2007). Antibacterial activities of bee venom, propolis and royal jelly produce by three honey bee, *Apis mellifera* L., hybrids reared in the same environmental conditions. *Annals of Agric Sci., Moshtohor*, 45(2), 895–902. URL: <https://www.fayoum.edu.eg/Agric/PlantProtection/pdf/DrAyman15.pdf>.

Bilyk, O., Slyvka, N., Gutyj, B., Dronyk, H., & Sukhorska, O. (2017). Study of the different ways of proteins ex-traction from sheep and cow whey for “Urda” cheese production. *EUREKA: Life Sciences*, 3, 3–8. DOI: 10.21303/2504-5695.2017.00333.

Gutyj, B., Hachak, Y., Vavrysevych, J., & Nagovska, V. (2017). The influence of cryopowder “Garbuz” on the technology of curds of different fat content. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(10(86)), 20–24. DOI: 10.15587/1729-4061.2017.98194.

Hachak, Y., Nagovska, V., Gutyj, B., Mykhaylytska, O., & Koberniuk, V. (2020). Technological characteristics of processed and prophylactic processed cheese with a new phytospection “Ukrainska kukhnia”. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(93), 67–71. DOI: 10.32718/nvlvet-f9312.

Hachak, Y., Nahovska, V., & Gutyj, B. (2021). The use of cryopowder from seafood in the technology of thermostatic yogurt for therapeutic and prophylactic purposes. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(95), 83–90. DOI: 10.32718/nvlvet-f9514.

Hryhorenko, O. (2010). Do pytannia monitorynhu stanu kharchuvannia naseleennia Ukrainy. *Tovary i rynky: Mizhnar. nauk.-prakt. zhurnal. KNTEU*, 2, 118–124 (in Ukrainian).

Kovalskyi, Yu., Gutyj, B., Fedak, V., Kovalska, L., Druzhbiak, A. (2021). The influence of feed quality on the development and productivity of bee queens. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 23(95), 71–75. DOI: 10.32718/nvlvet-a9510.

Mundo, M. A. (2004). Growth inhibition of foodborne pathogens and food spoilage organisms by select raw honeys. *International Journal of Food Microbiology*, 97(1), 1–8. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.025.

Pol'skaja, K. V. (2016). *Kratkij analiticheskij obzor po proizvodstvu jogurtov s funkcional'nymi dobavkami / K.V. Pol'skaja. Izvestija Kyrgyzskogo*

- gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta im. I. Razzakova, 37(1), 282–285 (in Russian).
- Potterat, O. (2010). Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity. *Planta Medica*, 76(01), 7–19. DOI: 10.1055/s-0029-1186218.
- Roshhupkina, O. E. (2017). Perspektiva ispol'zovanija komponentov rastitel'nogo proishozhdenija pri sozdanii kislomolochnyh produktov. *European research*, 1(24), 27–28. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektiva-sochetaniya-vtorichnogo-syrya-molochnoy-promyshlennosti-i-rastitelnogo-syrya-pri-sozdanii-kislomolochnogo-produkta> (in Russian).
- Rotar, A. M., Semeniuc, C., Bunghez, F., Jimborean, M., & Pop, C. (2014). Effect of different storage period on lactic acid bacterias from goji yogurt and goji yogurt with honey. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 71(1), 75–76. DOI: 10.15835/buasvmcn-fst:10112.
- Rotar, A. M., Vodnar, D. C., Bunghez, F., Catunescu, G. M., Jimborean, M., & Semeniuc, C. A. (2015). Effect of goji berries and honey on lactic acid bacteria viability and shelf life stability of yoghurt. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 43(1), 196–203. URL: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=DJ20210224753>.
- Saranchuk, I. I., Vishchur, V. Ya., Gutyj, B. V., & Klim, O. Ya. (2021). Effect of various amounts of sunflower oil in feed additives on breast tissues' functional condition, reproductivity, and productivity of honey bees. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1), 344–349. DOI: 10.15421/2021\_51.
- Slyvka, N., & Skulska, I. (2021). Development technology of yogurt with coffee. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 61–66. DOI: 10.32718/nvlvet-f9611.
- Slyvka, N., Bilyk, O., Mikhailytska, O., & Hachak, Y. (2019). Research of changes in individual physico-chemical parameters of yoghurts using whey protein concentrates. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 21(91), 162–166. DOI: 10.32718/nvlvet-f9127.
- Stybel, V. V., Gutyj, B. V., Frejuk, D. V., Khalak, V. I., Kuljaba, O. V., Martyshuk, T. V., Adamiv, S. S., Pavliv, O. V., & Leskiv, Kh. Ya. (2022). Antioxidant status of cows body in experimental fasciolosis and the action of corrective factors. *Colloquium-journal*, 18(141), 8–11. DOI: 10.24412/2520-6990-2022-18141-7-10.
- Stybel, V., Gutyj, B., Gufriy, D., Slivinska, L., Frejuk, D., Kuljaba, O., Martyshuk, T., Guta, Z., & Leno, M. (2021). The effect of butaselmavit and clozaverm A on the antioxidant status of cows in experimental fasciolosis. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 23(104), 131–135. DOI: 10.32718/nvlvet10421.





**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-f97  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

## Зміст

- Ціж Б., Дзямські З.**  
Отримання тонких плівок багатокомпонентних неорганічних напівпровідників у квазірівноважних умовах ..... 3
- Голембовська Н. В., Власенко А. С.**  
Дослідження змін показників якості паштетів рибних з нетрадиційною сировиною ..... 9
- Кухтин М. Д., Кравченко Х. Ю., Сельський В. Р., Покотило О. С., Вічко О. І.,  
Копчак Н. А., Хмельяр Н. Б.**  
Оцінка закваски спонтанного бродіння з вмістом базиліку в технології виробництва житньо-пшеничного хліба ..... 14
- Юкало В. Г., Дацишин К. Є., Шкільна М. Б.**  
Низькоалергенний ферментований напій, збагачений біоактивними пептидами протеїнів сироватки молока ..... 20
- Майкова С. В., Ромашко І. С., Вівчарук О. М., Шемедюк Н. П.**  
Каротинвмісні біойогурти та їх використання для розроблення біологічно цінних ресторанних страв ..... 27
- Фурсік О. П., Страшинський І. М., Грицай М. С., Єпішкін С. С., Пергат О. А.**  
Особливості післязубийних біохімічних процесів у м'ясній сировині у ТОВ “Тернопільський м'ясокомбінат” ..... 34
- Беспалов А. Л., Свідрак І. Г.**  
Універсалізація пружної системи віброживильників з вертикальним електромагнітним вібраційним приводом ..... 41
- Гащук О. І., Москалюк О. Є., Сімонова І. І.**  
Удосконалення технології паштету в оболонці з використанням дієтичної добавки ..... 46
- Пещук Л. В., Сімонова І. І., Штик І. І.**  
Тренд сучасності – продукція оздоровчого призначення з мікрородоростями ..... 52
- Гачак Ю. Р., Михайлицька О. Р., Гутий Б. В., Ковальчук Р. Л.**  
Розробка рецептур солодкого плавленого сиру лікувально-профілактичного призначення з кріопорошком “Виноград” ..... 60
- Сливка Н. Б., Білик О. Я., Наговська В. О.**  
Розроблення технології кисломолочного напою з ягодами годжі ..... 65



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-f97  
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

## Content

- Tsizh B., Dziamski Z.**  
Production of thin film of multicomponent inorganic semiconductors under quasi-equilibrium conditions ..... 3
- Holembovska N., Vlasenko A.**  
Research of changes in quality indicators of fish pate with non-traditional raw materials ..... 9
- Kukhtyn M., Kravchenyuk K., Selskyi V., Pokotylo O., Vichko O., Kopchak N., Hmelar A.**  
Evaluation of spontaneous fermentation with basil content in the technology of rye-wheat bread production ..... 14
- Yukalo V. G., Datsyshyn K. Ye., Shkilna M. B.**  
Low allergenic fermented drink enriched with bioactive peptides of whey proteins ..... 20
- Maykova S. V., Romashko I. S., Vivcharuk O. M., Shemediyuk N. P.**  
Karotin contained bioyogurts and their use for the development of biologically valuable restaurant dishes ..... 27
- Fursik O., Strasynskiy I., Hrytsai M., Iepishkin S., Perhat O.**  
Features of post-slaughter biochemical processes in meat raw materials at llc “Ternopil meat plant” ..... 34
- Bespalov A. L., Svidrak I. G.**  
Universalization of the elastic system of vibration feeders with vertical electromagnetic vibration drive ..... 41
- Haschuk O., Moskalyuk O., Simonova I.**  
Improvement of technology of pate in the shell with the use of dietary supplement ..... 46
- Peshuk L., Simonova I., Shtyk I.**  
Modern trend – health products with microalgae ..... 52
- Hachak Yu. R., Mykhaylytska O. R., Gutyj B. V., Kovalchuk R. L.**  
Development of recipes for sweet processed cheese for medical and preventive purposes with “Vynograd” cryopowder ..... 60
- Slyvka N. B., Bilyk O. Ya., Nagovska V. O.**  
Development of the technology of fermented milk drink with goji berries ..... 65

**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 24 № 97**

Підписано до друку 28.06.2022. Формат 60x84/8  
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 8,60  
Наклад 300 прим. Зам. № 28/06.

Друк ФОП Корпан Б.І.  
Львівська обл., Пустомитівський р-н., с Давидів, вул. Чорновола 18  
Ел. пошта: [bkorpan@ukr.net](mailto:bkorpan@ukr.net), тел. 093-480-6141  
Код ДРФО 1948318017, Свідоцтво про державну реєстрацію  
В02 № 635667 від 13.09.2007