

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 № 98

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. ПАШЕЧКО, д. т. н. (Республіка Польща)
Б. І. СОКІЛ, д. т. н. (Україна)
І. І. СИМОНОВА, к. т. н. (Україна)
А. О. ФЕДОРЧУК, д. х. н. (Україна)
А. В. ФЕЧАН, д. т. н. (Україна)
Б. Р. ЦІЖ, д. т. н. (Україна)
О. Й. ЦІСАРИК, д. с.-г. н. (Україна)
М. С. ЯВОРСЬКИЙ, к. т. н. (Україна)

Рекомендовано Вченою радою Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького (протокол № 10 від 20.12.2022 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)

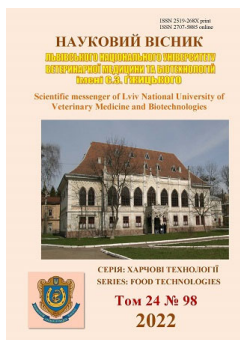
Editorial board

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)
I. I. SIMONOVA, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)
A. FEDORCHUK, Dr. Chemical. Sci. (Ukraine)
A. FECHAN, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
B. TSIZH, Dr. Tech. Sci. (Ukraine)
O. TSISARYK, Dr. Agr. Sci. (Ukraine)
M. JAWORSKYJ, Cand. Tech. Sci. (Ukraine)

Recommended by Academic Council of Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv (Minutes № 10 of 20.12.2022).

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-f9801
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.579.678

Development of microbiological criteria for evaluating frozen fish based on the amount of psychrotrophic microflora

M. Kukhtyn¹✉, Z. Malimon², V. Salata³, T. Lisovska¹, V. Selskyi¹

¹Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

²State Research Institute for Laboratory Diagnostics and Veterinary and Sanitary Expertise, Kyiv, Ukraine

³Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 08.06.2022

Received in revised form

11.07.2022

Accepted 12.07.2022

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

State Scientific and Research
Institute for Laboratory
Diagnostics and Veterinary
and Sanitary Expertise,
Doneska Str, 30, Kyiv,
03151, Ukraine.
Tel.: +38-044-242-01-47
E-mail: z_malimon@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-067-728-89-33
E-mail: salatavolod@ukr.net

Kukhtyn, M., Malimon, Z., Salata, V., Lisovska, T., & Selskyi, V. (2022). Development of microbiological criteria for evaluating frozen fish based on the amount of psychrotrophic microflora. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 3–8. doi: 10.32718/nvlvet-f9801

Unrefrigerated fish and seafood are dominated by mesophilic microflora. At the same time, during their storage in the conditions of refrigerating chambers, a cold-loving – psychrotrophic microbiota dominates, which, according to many scientists, causes organoleptic and chemical changes in fish and affects sanitary and hygienic indicators. Therefore, the microbiological assessment of frozen fish by the content of psychrotrophic microbiota, which participates in its reduced safety and quality, will make it possible to propose preventive measures against spoilage. The aim of the work was to develop a microbiological criterion for the hygiene of the technological process of frozen fish based on the assessment of the content of psychrotrophic microbiota. In the work, standard methods were used, in particular, the microbial number was determined in the samples at a temperature of (30 ± 1) °C incubation of crops for 72 hours and at a temperature of (6.5 ± 0.5) °C incubation for 10 days (psychrotrophic microbiota). It was established that during the storage of frozen fish at a temperature of -18 °C, the mesophilic microflora is inactivated, as a result of which its number gradually decreases. However, the intensity of inactivation of mesophilic bacteria in samples with insignificant microbial insemination is, on average, 1.4 times faster, compared to samples with a larger number of microorganisms. In our opinion, this is due to the fact that the composition of mesophilous microflora is largely represented by genera of bacteria that show tolerance to cold. At the same time, the psychrotrophic microflora of frozen fish does not become inactivated during the 8-month storage period at a temperature of -18 °C, and is more stable compared to the mesophilic one. That is, no significant increase or decrease in the number of microorganisms was noted. As a result, by the amount of psychrotrophic microflora of frozen fish, determined at any stage of storage, it is possible to judge its amount at the time of freezing. The amount of psychrotrophic microflora more objectively characterizes the hygienic conditions of production, compliance with the freezing temperature. The microbiological hygiene criteria of the technological process of frozen fish production were substantiated and developed based on the estimation of the amount of psychrotrophic microflora ($n = 5$; $c = 3$; $m = 10000$ CFU/g; $M = 50000$ CFU/g). These criteria indicate compliance with a set of hygienic measures from freezing to circulation of fish. Therefore, the determined microbiological criterion for the quantity of psychrotrophic microflora in frozen fish complements the existing methods of evaluating the hygiene of the technological process and aims to broadly assess the microbiological safety of frozen fish.

Key words: frozen fish, psychrotrophic and mesophilic microbiota, microbiological criteria, safety.

Розробка мікробіологічних критеріїв оцінювання замороженої риби на підставі кількості психротрофної мікрофлори

М. Д. Кухтин¹✉, З. В. Малімон², В. З. Салата³, Т. О. Лісовська¹, В. Р. Сельський¹

¹Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна

²Державний науково-дослідний інститут з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи, м. Київ, Україна

³Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

У неохолодженій рибі та морепродуктах переважає мезофільна мікрофлора. Водночас, за їхнього зберігання в умовах холодильних камер домінує холодолюбива – психротрофна мікробіота, яка за даними багатьох вчених спричиняє органолептичні та хімічні зміни в рибі та впливає на санітарно-гігієнічні показники. Тому мікробіологічна оцінка замороженої риби за вмістом психротрофної мікробіоти, яка приймає участь у зниженні її безпечності та якості, дасть можливість запропонувати превентивні заходи щодо псування. Метою роботи було розробити мікробіологічний критерій гігієни технологічного процесу замороженої риби на підставі оцінювання вмісту психротрофної мікробіоти. У роботі використанні стандартні методи, зокрема у пробах визначали мікробне число за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ інкубація посівів упродовж 72 години та за температури $(6,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ інкубація упродовж 10 діб (психротрофна мікробіота). Встановлено, що під час зберігання замороженої риби за температури -18°C мезофільна мікрофлора інактивується, як наслідок її кількість поступово зменшується. Однак інтенсивність інактивації мезофільних бактерій у пробах з незначним мікробним обміненіям, у середньому, в 1,4 раза швидше, порівняно з пробами з більшою кількістю мікроорганізмів. Це на нашу думку пов'язано з тим, що склад мезофільної мікрофлори у більшій мірі представлений родами бактерій, які проявляють толерантність до холоду. Водночас, психротрофна мікрофлора замороженої риби протягом 8 місячного терміну зберігання за температури -18°C не інактивується, і є більш стабільною, порівняно з мезофільною. Тобто суттєвого збільшення чи зменшення кількості мікроорганізмів не відмічали. У результаті цього за кількістю психротрофної мікрофлори замороженої риби, визначеною на будь-якому етапі зберігання, можна судити про її кількість на момент заморожування. Кількість психротрофної мікрофлори більш об'єктивно характеризує гігієнічні умови виробництва, дотримання температури заморожування. Обґрунтовано та розроблено мікробіологічні критерії гігієни технологічного процесу виробництва замороженої риби на підставі оцінювання кількості психротрофної мікрофлори ($n = 5$; $c = 3$; $m = 10000 \text{ КУО/г}$; $M = 50000 \text{ КУО/г}$). Дані критерії вказують про дотримання комплексу гігієнічних заходів від заморожування до обігу риби. Отже, визначений мікробіологічний критерій кількості психротрофної мікрофлори у замороженій рибі доповнює існуючі методи оцінювання гігієни технологічного процесу та має на меті більш широко оцінити мікробіологічну безпечність замороженої риби.

Key words: заморожена риба, психротрофна і мезофільна мікробіота, мікробіологічні критерії, безпечність.

Вступ

В Україні згідно стандарту (DSTU 4868:2007) у риби регламентують такі мікробіологічні показники: кількість МАФАНМ – до 50 тис. КУО/г; БГКП – не дозволені в 0,001 г риби; золотистий стафілокок – не дозволений у 0,01 г; патогенні мікроорганізми, у т.ч. роду *Salmonella* spp. та *Listeria monocytogenes* – мають бути відсутні у 25,0 г, а *Vibrio parahaemolyticus* – у 1,0 г. Тому, в наукових публікаціях (Hozbor et al., 2006; Mikš-Krajnik et al., 2016) вчені, в основному, звертають увагу на обміненіям замороженої риби мезофільними аеробними та факультативно анаеробними мікроорганізмами (МАФАНМ) та бактеріями групи кишкових паличок (БГКП). У неохолодженій рибі та морепродуктах переважає мезофільна мікрофлора (Oramadike et al., 2010; Perin et al., 2014; Feng et al., 2016). Водночас, за їхнього зберігання в умовах холодильних камер домінує холодолюбива – психротрофна мікробіота, яка за даними багатьох вчених спричиняє органолептичні та хімічні зміни в рибі та впливає на санітарно-гігієнічні показники (Franzetti & Scarpellini, 2007; Moschonas et al., 2011; Popelka et al., 2016). Так, дослідники (Ercolini et al., 2009; Hassan et al., 2014; Malimon et al., 2018a; Kukhtyn et al., 2020) вказують, що при не дотриманні температурних режимів зберігання риба швидко псується внаслідок розвитку грамнегативних неферментуючих психротрофних мікроорганізмів, в основному, родів *Pseudomonas* spp. (Mulcahy, 2011; Malimon et al., 2018b). Проте, дослідження з визначення обміненіям замороженої риби психротрофною мікрофлорою нормативно-правовими актами не передбачено.

Дані МАФАНМ вказують на розвиток, в основному, мезофільних сапрофітних мікроорганізмів, зокрема гнильних спорових і не спорових бактерій групи

кишкової палички, кокової мікрофлори (стафілококів, мікрококів, сарцин) та деяких патогенних бактерій, наприклад, сальмонел тощо (Topic Popovic et al., 2010; Velu et al., 2013; Salata et al., 2017). Тому вважається, що чим більше мікробне обміненіям харчового продукту, тим більша ймовірність присутності в ньому патогенних мікроорганізмів. Проте дані кількісного вмісту МАФАНМ не мають значення для харчових продуктів, які зберігаються за низьких температур холодильника, тому, що значна частина мезофільної мікрофлори гине під час зберігання за температури від (-5°C) і нижче.

Вважається (Zhang et al., 2019), що у рибі холодильного зберігання переважають психротрофні види бактерій, і саме з ними пов'язують вади при її зберіганні. Для запобігання виникнення вад мікробіологічного характеру пропонується, щоб у рибі, яка призначена для холодильного зберігання мікробне обміненіям психротрофною мікрофлорою було як найменше. Мікроорганізмами псування охолодженої і замороженої риби є бактерії роду *Pseudomonas*, які є домінуючою мікрофлорою при зберіганні замороженої риби (Popelka et al., 2014). Тому мікробіологічна оцінка замороженої риби за вмістом психротрофної мікробіоти, яка приймає участь у зниженні її безпечності та якості, дасть можливість запропонувати превентивні заходи щодо псування.

Мета дослідження

Розробити мікробіологічний критерій гігієни технологічного процесу замороженої риби на підставі оцінювання вмісту психротрофної мікробіоти.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження виконано у Державному науково-дослідному інституті з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи. Проведено дослідження 680 проб замороженої риби за кількістю мезофільної і психротрофної мікрофлори, 175 проб за органолептичними, мікробіологічними і хімічними показниками. Підготовка проб замороженої риби до мікробіологічних досліджень проводили згідно загально визнаних у мікробіологічній практиці методів. У пробах визначали мікробне число за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ інкубація посівів упродовж 72 години та за температури $(6,5 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ інкубація упродовж 10 діб – психротрофна мікробіота (Salata et al., 2018).

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за загально визнаними методами варіаційної статистики з використанням програми Statistic 10.

Різницю між порівнюваними величинами вважали вірогідною за $P < 0,05$.

Результати та їх обговорення

Для комплексної характеристики мікробіологічних змін, які відбуваються у замороженій рибі, з метою удосконалення способу оцінки безпечності риби та гігієнічних вимог технологічного процесу за кількісним вмістом психротрофної мікрофлори, нами, на першому етапі роботи було проведено дослідження з визначення динаміки зміни мікрофлори під час зберігання риби у замороженому стані за температури $-18 \pm 1^\circ\text{C}$. При цьому досліджували мезофільну і психротрофну мікробіоту.

На рис. 1 показано зміни кількості мезофільної мікрофлори замороженої риби з різною контамінацією під час зберігання за температури -18°C протягом 8 місяців.

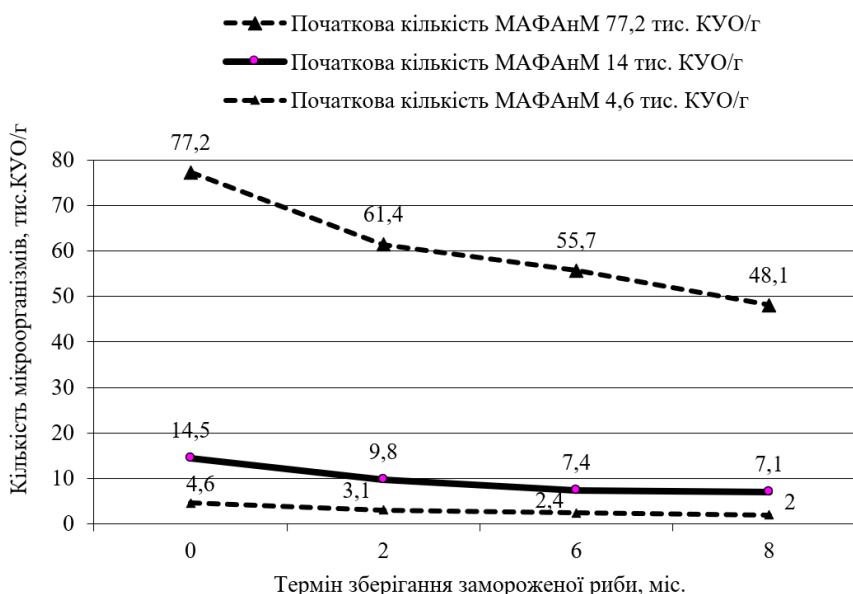


Рис. 1. Зміни мезофільної мікрофлори під час зберігання замороженої риби за температури $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 8 місяців

Встановлено (рис. 1), що під час зберігання замороженої риби за температури -18°C мезофільна мікрофлора інактивується, як наслідок її кількість поступово зменшується. Однак, інтенсивність загибелі мезофільної мікрофлори залежала від її початкової кількості на момент заморожування, чим більша кількість мезофільних мікроорганізмів на момент заморожування риби, тим повільніше відбувається її інактивація. Так, у пробах замороженої риби з початковою кількістю МАФАНМ $77,2 \pm 3,8$ тис. КУО/г, під час зберігання протягом 8 місяців, кількість мікроорганізмів зменшилась в 1,6 раза ($P < 0,05$).

Водночас у пробах риби з початковою кількістю МАФАНМ $14,5 \pm 0,5$ тис. КУО/г кількості мікроорганізмів, протягом цього періоду, зменшилась в 2,0 раза ($P < 0,05$), а в пробах з початковою кількістю $4,6 \pm 0,2$ тис. КУО/г зменшилась в 2,3 раза ($P < 0,05$).

Тобто інтенсивність інактивації мезофільних бактерій у пробах з незначним мікробним обміном, у середньому, в 1,4 раза швидша, порівняно з пробами з більшою кількістю мікроорганізмів. Це на нашу думку пов'язано з тим, що склад мезофільної мікрофлори у більшій мірі представлений родами бактерій, які проявляють толерантність до холоду.

На рис. 2 наведено динаміку зміни кількості психротрофної мікрофлори під час зберігання замороженої риби із різною контамінацією за температури $-18 \pm 1^\circ\text{C}$ протягом 8 місяців.



Рис. 2. Зміни психротрофної мікрофлори під час зберігання замороженої риби за температури $-18 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 8 місяців

З даних [рис. 2](#) видно, що кількість психротрофних мікроорганізмів у всіх групах замороженої риби під час її зберігання протягом 8 місяців залишається, практично на однаковому рівні. Тобто суттєвого збільшення чи зменшення кількості мікроорганізмів не відмічали.

Загалом отримані дані вказують на те, що психротрофна мікрофлора замороженої риби протягом 8-місячного терміну зберігання за температури $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ не інактивується, і є більш стабільною, порівняно з мезофільною. У результаті цього за кількістю психротрофної мікрофлори замороженої риби, визначеною на будь якому етапі зберігання, можна судити про її кількість на момент заморожування.

Результати проведених досліджень щодо контамінації психротрофними мікроорганізмами замороженої риби та порівняння їх кількості з мезофільними бактеріями, дозволили удосконалити мікробіологічні критерії гігієни технологічного процесу, що гуртуються на наступних доведених наукових фактах ([Popelka et al., 2016](#); [Malimon et al., 2018a](#)):

1) психротрофні мікроорганізми є холодолюбивими та тривалий час зберігають свою життєдіяльність за умов температур заморожування ($-12\text{--}18 \text{ }^\circ\text{C}$), а тому відносяться до “нормальної” мікрофлори замороженої риби, і безпечна їх кількість завжди присутня на її поверхні та не становить загрози для споживачів;

2) серед психротрофних мікроорганізмів замороженої риби, в основному, переважають неферментуючі грамнегативні сапрофітні бактерії родів *Acinetobacter*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* і *Enterobacter* (від 85 до 95 %). Проте серед видів психротрофних мікроорганізмів роду *Pseudomonas*, трапляються умовно-патогенні види, що є небезпечними для здоров'я людини;

3) психротрофні бактерії продукують протеолітичні і ліполітичні ензими, які внаслідок протеолізу та ліполізу призводять до псування (вад) риби. Тому, мікробіологічний критерій обсіменіння психротрофною мікрофлорою замороженої риби має бути визначений з урахуванням технології заморожування, транспортування та її зберігання, а наявність кількості

психротрофної мікрофлори в рибі, яка призводить до невідповідностей, буде свідчити про неналежну гігієну оцінку технологічного процесу та ризику для споживачів;

4) визначений гігієнічний критерій оцінювання замороженої риби за кількістю психротрофної мікрофлори одночасно має характеризувати гігієну технологічного процесу і відповідність харчового продукту вимогам чинних нормативно-правових актів. Крім того, має бути додатковим мікробіологічним показником до вже існуючих методів визначення безпечності замороженої риби і дотримання вимог гігієни під час технологічного процесу виробництва, зберігання і обігу замороженої риби.

Враховуючи результати наших досліджень, було встановлено, що кількість психротрофної мікрофлори замороженої риби перевищує в 1,3–2,0 рази кількість мезофільної мікрофлори визначеної за температури $30 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 72 год. Також, виявлено, що при зберіганні замороженої риби за температури $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 8 місяців кількість психротрофної мікрофлори практично не змінюється і знаходиться на початковому рівні. Водночас кількість мезофільної мікрофлори протягом цього терміну зберігання зменшується в 1,8–2,6 рази – це залежить від її кількості на початок заморожування. Тому, ми вважаємо, що за кількістю психротрофної мікрофлори замороженої риби можна судити про її безпечність, а також про дотримання гігієнічних вимог під час технологічного процесу виробництва (від вилову до обігу) замороженої риби.

Отже, результатами наших досліджень встановлено, що обсіменіння замороженої риби психротрофною мікрофлорою, яка імпортується в Україну, є більш стабільним, порівняно з контамінацією риби мезофільними мікроорганізмами. Кількість психротрофної мікрофлори більш об'єктивно характеризує гігієнічні умови виробництва, дотримання температури заморожування.

На підставі наших досліджень ([Malimon et al., 2018a](#); [2018b](#)) з урахуванням європейської методології ([Regulation \(EC\) No 178/2002](#)) нами було удосконалено мікробіологічні критерії гігієни технологічного

процесу виробництва замороженої риби за кількістю психротрофної мікрофлори, які наведені в [табл. 1](#).

Якщо під час мікробіологічного дослідження п'яти проб риби від однієї партії хоча б в одній пробі виявлятимуть кількість психротрофних мікроорганізмів понад 50 000 КУО/г ($\geq M$), то таку партію замороженої риби вважають незадовільною і вживають заходи щодо удосконалення гігієни технологічного процесу.

У разі виявлення у трьох пробах замороженої риби кількості психротрофних мікроорганізмів від 10 000 КУО/г до 50 000 КУО/г, (у межах між m і M), то таку партію вважають прийнятною.

Якщо при мікробіологічному дослідженні п'яти проб замороженої риби виявлятимуть кількість психротрофних мікроорганізмів менше 10 000 КУО/г (m) у всіх пробах, то таку партію вважають задовільною.

Таблиця 1

Мікробіологічне оцінювання замороженої риби за критеріями гігієни технологічного процесу з визначення психротрофної мікрофлори

Категорія харчових продуктів	Мікроорганізми	План відбору зразків		Допустимі межі		Стадія, де застосовується показник	Дії у випадку незадовільних результатів
		n	c	m	M		
Риба заморожена	Психротрофні	5	3	10 000 КУО/г	50 000 КУО/г	Під час зберігання у замороженому стані або реалізації	Заборона реалізації. Рекомендації щодо удосконалення гігієни технологічного процесу

Примітка: n – кількість проб, що відбиралася від однієї партії; c – кількість проб, параметричні значення, яких знаходяться між m і M ; m – мінімальне значення вмісту психротрофних мікроорганізмів у 1 г риби; M – максимальне значення вмісту психротрофних мікроорганізмів у 1 г риби

Таким чином, запропонована нами модель з використанням мікробіологічних критеріїв гігієни технологічного процесу з урахуванням контамінації психротрофною мікрофлорою замороженої риби, характеризує дотримання комплексу гігієнічних вимог на всіх етапах (від заморожування до її обігу) та в разі потреби, дозволяє вжити відповідних коригувальних дій. Визначений мікробіологічний критерій кількості психротрофної мікрофлори у замороженій рибі доповнює існуючі методи оцінювання гігієни технологічного процесу та має на меті більш широко оцінити мікробіологічну безпечність замороженої риби.

Висновки

Обґрунтовано та розроблено мікробіологічні критерії гігієни технологічного процесу виробництва замороженої риби на підставі оцінювання кількості психротрофної мікрофлори ($n = 5$; $c = 3$; $m = 10000$ КУО/г; $M = 50000$ КУО/г). Дані критерії вказують про дотримання комплексу гігієнічних заходів від заморожування до обігу риби.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

DSTU (2007). State standard of Ukraine 4868:2007, Fish frozen. Specification. National Standard of Ukraine. URL: <https://ses-help.org.ua/dstu/ДСТУ%204868-2007%20риба%20заморожена.pdf>.

Ercolini, D., Russo, F., Nasi, A., Ferranti, P., & Villani, F. (2009). Mesophilic and psychrotrophic bacteria from meat and their spoilage potential in vitro and in beef. *Applied and environmental microbiology*, 75(7), 1990–2001. DOI: 10.1128/AEM.02762-08.

EC (2002). Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002R0178-20140630&rid=1>.

Feng, M., Yan, L., Zhang, X., Sun, P., Yang, S., Wang, L., & Wang, Z. (2016). Fast removal of the antibiotic flumequine from aqueous solution by ozonation: influencing factors, reaction pathways, and toxicity evaluation. *Science of The Total Environment*, 541, 167–175. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.09.048.

Franzetti, L., & Scarpellini, M. (2007). Characterisation of *Pseudomonas* spp. isolated from foods. *Annals of microbiology*, 57(1), 39–47. DOI: 10.1007/BF03175048.

Hassan, M. A., Shaltout, F. A., Maarouf, A. A., & El-Shafey, W. S. (2014). Psychrotrophic bacteria in frozen fish with special reference to *Pseudomonas* species. *Benha Veterinary Medical Journal*, 27(1), 78–83. URL: <https://bvmj.bu.edu.eg/issues/27-1/7.pdf>.

Hozbor, M. C., Saiz, A. I., Yeannes, M. I., & Fritz, R. (2006). Microbiological changes and its correlation with quality indices during aerobic iced storage of sea salmon (*Pseudoperca semifasciata*). *LWT-Food Science and Technology*, 39(2), 99–104. DOI: 10.1016/j.lwt.2004.12.008.

Kukhtyn, M., Salata, V., Berhilevych, O., Malimon, Z., Tsvihun, A., Gutyj, B., & Horiuk, Y. (2020). Evaluation of storage methods of beef by microbiological and chemical indicators. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 602–611. DOI: 10.5219/1381.

Kukhtyn, M., Kozhyn, V., Horiuk, V., Malimon, Z., Horiuk, Y., Yashchuk, T., & Kernychnyi, S. (2021). Activity of Disinfecting Biocides and Enzymes of Proteases and Amylases on Bacteria in Biofilms. *Kafkas*

- Universitesi Veteriner Fakultesi Dergisi, 27(4), 495–502. DOI: 10.9775/kvfd.2021.25770.
- Malimon, Z., Kukhtyn, M., & Perkiy, Y. (2018a). Contamination of frozen fish with mesophilic and psychrotrophic microorganisms depending on biochemical quality indices. *Theoretical and Applied Veterinary Medicine*, 6(3), 39–43. DOI: 10.32819/2018.63008.
- Malimon, Z., Kukhtyn M., Grynevych, N., & Azyrkina, I. (2018b). Veterinary and sanitary evaluation of frozen fish imported into Ukraine for presence of antibacterial substances residues. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Veterinary Sciences*, 20(88), 36–41. DOI: 10.32718/nvlvet8806.
- Mikš-Krajnik, M., Yoon, Y. J., Ukuku, D. O., & Yuk, H. G. (2016). Volatile chemical spoilage indexes of raw Atlantic salmon (*Salmo salar*) stored under aerobic condition in relation to microbiological and sensory shelf lives. *Food Microbiology*, 53, 182–191. DOI: 10.1016/j.fm.2015.10.001. PMID:26678146.
- Moschonas, G., Bolton, D. J., McDowell, D. A., & Sheridan, J. J. (2011). Diversity of culturable psychrophilic and psychrotrophic anaerobic bacteria isolated from beef abattoirs and their environments. *Applied and environmental microbiology*, 77(13), 4280–4284. DOI: 10.1128/AEM.01778-10.
- Mulcahy, D. M. (2011). Antibiotic use during the intracelomic implantation of electronic tags into fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 21(1), 83–96. DOI: 10.1007/s11160-010-9190-6.
- Oramadike, C. E., Ibrahim, A. O., & Kolade, O. Y. (2010). Biochemical and microbiological quality of frozen fishes available in some supermarkets in Lagos State, Nigeria. *Acta SATECH*, 3(2), 48–51. URL: <https://www.actasatech.com/index.php?q=journal.viev.97>.
- Perin, L. M., Miranda, R. O., Todorov, S. D., de Melo Franco, B. D. G., & Nero, L. A. (2014). Virulence, antibiotic resistance and biogenic amines of bacteriocinogenic lactococci and enterococci isolated from goat milk. *International journal of food microbiology*, 185, 121–126. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.06.001.
- Popelka, P., Nagy, J., Pipová, M., Marcinčák, S., & Lenhardt, L. (2014). Comparison of chemical, microbiological and histological changes in fresh, frozen and double frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Acta Veterinaria Brno*, 83(2), 157–161. DOI: 10.2754/avb201483020157.
- Popelka, P., Jevinová, P., & Marcinčák, S. (2016). Microbiological and chemical quality of fresh and frozen whole trout and trout filets. *Potravinarstvo*, 1(10), 431–436. DOI: 10.5219/599.
- Salata, V., Kuhtyn, M., Semanjuk, V., & Perkiy, Y. (2017). Dynamics of microflora of chilled and frosted beef during storage. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 19(73), 178–182. DOI: 10.15421/nvlvet7337.
- Salata, V., Kukhtyn, M., Pekriy, Y., Horiuk, Y., & Horiuk, V. (2018). Activity of washing-disinfecting means “San-active” for sanitary treatment of equipment of meat processing enterprises in laboratory and manufacturing conditions. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 1(1), 10–16. DOI: 10.32718/ujvas1-1.02.
- Topic Popovic, N., Benussi Skukan, A., Dzidara, P., Coz-Rakovac, R., Strunjak-Perovic, I., Kozacinski, L., Jadan, M., & Brlek-Gorski, D. (2010). Microbiological quality of marketed fresh and frozen seafood caught off the Adriatic coast of Croatia. *Veterinarni Medicina*, 55(5), 233–241. DOI: 10.17221/2997-VETMED.
- Velu, S., Abu Bakar, F., Mahyudin, N. A., Saari, N., & Zaman, M. Z. (2013). Effect of modified atmosphere packaging on microbial flora changes in fishery products. *International Food Research Journal*, 20(1), 17–26.
- Zhang, Y., Wei, J., Yuan, Y., & Yue, T. (2019). Diversity and characterization of spoilage-associated psychrotrophs in food in cold chain. *International journal of food microbiology*, 290, 86–95. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.026.



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-f9802
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 638.16:642.1/5

Evaluation of honey as a dessert in hotel and restaurant complexes

S. Merzlov, N. Nedashkivska, V. Nedashkivskiy, Yu. Shurchkova, G. Merzlova ✉

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 10.06.2022

Received in revised form
11.07.2022

Accepted 12.07.2022

*Bila Tserkva National Agrarian
University, Pl. Soborna 8/1,
Bila Tserkva, Kyiv region,
09117, Ukraine.
Tel.: +38-098-783-72-15
E-mail: NNV2020@ukr.net*

Merzlov, S., Nedashkivska, N., Nedashkivskiy, V., Shurchkova, Yu., & Merzlova, G. (2022). Evaluation of honey as a dessert in hotel and restaurant complexes. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 9–12. doi: 10.32718/nvlvet-f9802

Beekeeping products, including flower honey, are widely used in hotel and restaurant complexes. In this article, we provide data on the chemical composition of flower honey used in hotel and restaurant complexes of the Bilotserkiv region. Samples of flower honey from different producers, which are used as a dessert in hotel and restaurant complexes of Bilotserkivsk region, were selected for the study. The first samples (№ 1) are floral honey used by hotel and restaurant complexes located in the center of the city of Bila Tserkva; the 2nd samples are floral honey served in hotel and restaurant complexes located on the outskirts of the city; the third samples are floral honey that used in hotel and restaurant complexes of Bilotserkiv district. Prepackaged honey samples were 50 g each. Our study aimed to determine the content, moisture, sugars, and mineral elements of flower honey from different producers. The analysis of the studied samples of honey was carried out using laboratory studies, which were carried out in the conditions of the scientific laboratory of the Department of Food Safety and Quality, Raw Materials, and Technological Processes of the Belotserkiv National Agrarian University. The research was conducted following the national standard of Ukraine SSTC 4497.2005 according to generally accepted methods. According to the results of the analysis of samples of flower honey, which is included in the diet of visitors to hotel and restaurant complexes of Bilotserkivsk region, it can be concluded that the moisture content of these samples ranges from 17 to 19 %, the glucose content from 33 to 39%, glucose 35–40 %, and maltose 0.3–1.1 %, which meets the requirements of SSTC 4497:2005. It was established that the lowest content of mineral elements was found in the first sample of flower honey. Therefore, the research results showed that the chemical composition of honey, included in the diet of visitors to hotel and restaurant complexes of Bilotserkivsk region, meets the requirements of the national state standard.

Key words: mineral composition, fructose, glucose, national standard.

Хімічний склад меду у раціонах відвідувачів готельно-ресторанних комплексів Білоцерківщини

С. В. Мерзлов, Н. В. Недашківська, В. М. Недашківський, Ю. О. Шурчкова, Г. В. Мерзлова ✉

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

У готельно-ресторанних комплексах широко використовують продукцію бджільництва в тому числі і квітковий мед. У даній статті ми наводимо дані щодо хімічного складу квіткового меду, який використовується у готельно-ресторанних комплексах Білоцерківщини. Для дослідження було відібрано зразки квіткового меду різних виробників, який використовують як десерт у готельно-ресторанних комплексах Білоцерківщини. Перші зразки (№1) – квітковий мед, який використовують готельно-ресторанні комплекси розміщені в центрі міста Білої Церкви, 2-гі зразки – мед квітковий, який подають в готельно-ресторанних комплексах розміщених на околиці міста, треті зразки – мед квітковий, що застосовують у готельно-ресторанних комплексах Білоцерківського району. Зразки меду фасованого становили по 50 г. Метою нашого дослідження було визначення вмісту, вологості, цукрів та мінеральних елементів меду квіткового різних виробників. Проведено аналіз досліджуваних зразків меду з використанням лабораторних досліджень, які проводились в умовах наукової лабораторії кафедри безпеки та якості харчових продуктів, сировини та технологічних процесів Білоцерківського національного аграрного університету. Дослідження проводили згідно націо-

нального стандарту України ДСТУ 4497:2005 за загальноприйнятими методиками. За результатами аналізу зразків квіткового меду, що входить у раціон відвідувачів готельно-ресторанних комплексах Білоцерківщини можна зробити висновок, що вологість даних зразків коливається від 17 до 19 %, вміст глюкози від 33 до 39 %, глюкози 35–40 % та мальтози 0,3–1,1 %, що відповідає вимогам ДСТУ 4497:2005. Встановлено, що найменший вміст мінеральних елементів виявлено у першому зразку квіткового меду. Отже, результати досліджень показали, що хімічний склад меду, що входить у раціон відвідувачів готельно-ресторанних комплексів Білоцерківщини відповідає вимогам національного державного стандарту.

Ключові слова: мінеральний склад, фруктоза, глюкоза, національний стандарт.

Вступ

Один із головних показників якості меду є вологість, оскільки підвищений вміст води негативно впливає на якість меду. У дозрілому меду міститься в середньому від 14 до 21 % води, це вважається оптимальною вологістю меду, оскільки він не зброджується, а тому добре зберігається (Kovalskiy & Kyryliv, 2011; Kovalskiy et al., 2018; Khamid et al., 2019; Kovalchuk et al., 2019).

Також одним із чинників, який впливає на тривалість зберігання меду, є його рН. За даними досліджень (Bashchenko et al., 2016; Saranchuk et al., 2021; Merzlov et al., 2021), встановлено, що завдяки утворенню в медах кислого середовища, яке отримують за розщеплення глюкози ферментом глюкогеназою (секрет глоткових залоз бджіл), отримано ефективний засіб консервації меду.

У складі меду виявлено близько 300 речовин і зольних елементів. Цукри становлять в середньому 80 % загальної маси і є основною складовою меду. Варто зазначити, що мед у своєму складі має 40 видів цукрів, але найголовніші з них: глюкоза, фруктоза, сахароза та мальтоза. Здебільшого у високоякісних сортах меду вміст глюкози становить 50 %, фруктози – 40 %, сахарози – до 5 %. У результаті переробки нектару бджолами сахароза ферментом інвертазою гідролізується на глюкозу і фруктозу. Також міститься в меді й мальтоза (Zabarna, 2018; Vishchur et al., 2019).

У меді виявлено (Bashchenko et al., 2016) мінеральні речовини – макро- і мікроелементи, їхня кількість становить від 0,27 до 0,35 %, основні з них: Фосфор, Калій, Ферум, Натрій, Купрум, Манган, Кальцій, олово, Аргентум, Ванадій, галій, Молибден, Плюмбум, Нікель, Сіліцій, Алюміній, Титан.

У меді містяться переважно водорозчинні вітаміни. Вміст основних вітамінів досить мінливий та залежить від джерела одержання нектару (Merzlov et al., 2021).

У меді виявлено також ферменти: амілазу, інвертазу, каталазу, пероксидазу, їхня кількість залежить від виду рослин, однак якщо мед нагріти до температури 60 °С, втрачається його ферментативна активність.

Водночас встановлено (Zabarna, 2018), що у меді наявні також нітровмісні речовини, у сухій речовині вони становлять 0,3–0,4 % (їхня кількість залежить від виду рослин та активності ферментів), дані речовини потрапляють у мед із квітковим пишком.

У готельно-ресторанних комплексах широко використовують продукцію бджільництва, в тому числі й квітковий мед (Merzlov et al., 2021).

Однак деякі особливості складу меду є характерними та типовими. На хімічний склад меду впливають такі чинники: джерела збору нектару, локалізація медоносів, часу збору, зрілості меду, породи бджіл, погодних та кліматичних умов та ін. (Piven et al., 2020) Тому в основному ці фактори і формують нестійкий хімічний склад і надають медові різних цілющих властивостей залежно від рослин, з яких зібраний нектар.

Мета дослідження

Проведення дослідження хімічного складу квіткового меду в готельно-ресторанних комплексах Білоцерківщини та їхня відповідність вимогам національних стандартів.

Матеріал і методи досліджень

Лабораторні дослідження зразків меду проводили в умовах наукової лабораторії кафедри безпечності та якості харчових продуктів, сировини та технологічних процесів Білоцерківського національного аграрного університету.

Матеріалом для досліджень слугували зразки квіткового меду різних виробників, який використовують як десерт у готельно-ресторанних комплексах Білоцерківщини. Для дослідження було відібрано декілька зразків. Перші зразки (№ 1) – квітковий мед, який використовують готельно-ресторанні комплекси розміщений в центрі міста Білої Церкви, другі зразки – мед квітковий, який подають в готельно-ресторанних комплексах, розміщених на околиці міста, треті зразки – мед квітковий, що застосовують у готельно-ресторанних комплексах Білоцерківського району. Зразки меду фасованого становили по 50 г.

Дослідження проводили згідно національного стандарту України ДСТУ 4497:2005 “Мед натуральний. Технічні умови” (DSTU 4497-2005) за загальноприйнятими методиками. Вміст води та мінеральні речовини в квітковому медові визначали згідно з фізико-хімічними показниками якості меду (ДСТУ 4497:2005 Мед натуральний. Технічні умови).

Одержані експериментальні результати порівнювали з вимогами ДСТУ 4497:2005 (DSTU 4497-2005).

Результати та їх обговорення

За результатами досліджень встановлено, що вологість меду коливається від 17,4 до 19,2 %, що відповідає вимогам ДСТУ 4497:2005 (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст вологи та цукрів меду квіткового різних виробників, (n = 3), %

Показник	Зразки № 1	Зразки № 2	Зразки № 3
Масова частка води	18,1 ± 0,1	17,4 ± 0,18	19,2 ± 0,2
Сахароза	2,4 ± 0,2	2,5 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Глюкоза	39 ± 0,3	33 ± 1,6	36 ± 0,7
Фруктоза	36 ± 1,4	35 ± 0,8	40 ± 2,2
Мальтоза	0,3 ± 0,4	0,5 ± 0,3	1,1 ± 0,5

Вміст сахарози у першому зразку був меншим на 0,1% порівняно зі зразками № 2 та 3. Даний показник підтверджує якість меду, оскільки вміст сахарози у якісному медові не повинен перевищувати 5 %. Якщо проаналізувати концентрацію глюкози, то варто зазначити, що найвищий її вміст був у першому зразку і становив 39 %, що на 6 та 3 % більше порівняно зі зразками № 2 та № 3, а найменше глюкози виявили у зразку № 2. Даний мед має всі шанси до кристалізації.

Провівши дослідження вмісту фруктози виявили, що у зразках № 3 був найвищий вміст цього вуглево-

да порівняно з аналогами зразків № 1 та 2 відповідно на 4 та 5 %.

Кількість мальтози залежить від ботанічного походження меду. Дослідження бджолиного меду на вміст мальтози вказує на незначні відхилення щодо їх рівня у дослідних зразках без виражених вирогідних різниць порівняно з показниками стандарту.

Аналізуючи показники, наведені в таблиці 2, варто зазначити, що квітковий мед в третьому досліджуваному зразку містить найбільше Калію – 35,5 мг, що більше на 4,4 та 1,4 % порівняно з третім зразком.

Таблиця 2

Вміст мінеральних елементів у квітковому меді, мг

Показник	Зразки № 1	Зразки № 2	Зразки № 3
Калій	34,0 ± 2,7	35,0 ± 3,1	35,5 ± 3,3
Кальцій	12,0 ± 1,1	13,0 ± 1,2	12,7 ± 1,1
Магній	2,8 ± 3,6	3,3 ± 4,1	3,5 ± 4,4
Натрій	9,8 ± 0,7	10,5 ± 0,9	11,0 ± 0,11
Сульфур	0,87 ± 0,24	0,95 ± 0,4	1,0 ± 0,5
Фосфор	17,5 ± 6,7	18,9 ± 6,9	19,4 ± 7,3
Хлор	18,6 ± 5,0	19,0 ± 5,9	18,3 ± 5,2
Ферум	798,0 ± 2,1	799,0 ± 2,5	801,0 ± 2,8
Йод	1,8 ± 0,7	2,4 ± 0,9	2,2 ± 0,76
Кобальт	0,27 ± 0,2	0,32 ± 0,22	0,3 ± 0,3
Манган	32,0 ± 0,12	33,0 ± 0,21	34,0 ± 0,27
Купрум	58,6 ± 0,12	59,0 ± 0,08	58,0 ± 0,07
Фтор	99,6 ± 0,8	100,0 ± 0,78	101,0 ± 0,9

Аналогічну закономірність виявлено і за вмістом таких елементів, як Магній, Натрій, Сульфур, Фосфор, Ферум, Манган та Фтор.

У зразках меду № 1 та 2 Магнію на 25 та 6 % менше порівняно з третім зразком. Натрію – на 12,2 та 4,8 %, Сульфору – на 14,9 та 5,3 %, Фосфору – на 10,9 та 2,6 %, Мангану – на 6,3 та 3,0 %, Фтору – на 1,4 та 1 %.

Найбільший вміст Кальцію, Хлору, Йоду та Кобальту виявлено у зразках меду № 2. Так, Кальцію – на 8,3 та 2,4 %, Хлору – на 2,2 та 3,8 % міститься більше порівняно зі зразками № 1 і 3.

Зробивши аналіз даної таблиці, варто зазначити, що найменший вміст мінеральних елементів виявлено у першому зразку квіткового меду.

Висновки

В результаті проведених досліджень можна зробити такі висновки:

- у всіх пробах меду, що входить до раціону відвідувачів готельно-ресторанних комплексів Білоцер-

ківщини хімічний склад його відповідає вимогам Національного державного стандарту.

- за вмістом мінеральних елементів дослідні зразки меду готельно-ресторанних комплексів Білоцерківщини відповідали нормативам.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується проведення досліджень хімічного складу меду різного ботанічного походження, які використовують готельно-ресторанні комплекси Білоцерківщини для порівняння із результатами зразків меду з інших регіонів України.

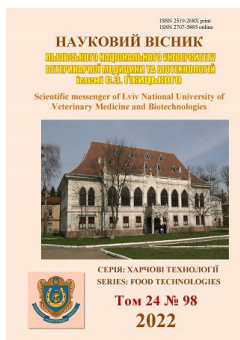
Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Bashchenko, M. I., Posoienko, V. O., & Lazarieva, L. M. (2016). Udoshkonalennia systemy otsinky yakosti ta bezpechnosti medu bdzholynoho v Ukraini. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 6, 23–28 (in Ukrainian).

- DSTU 4497-2005 (2005). *Med naturalnyi. Tekhnichni umovy*. K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy (Natsionalnyi standart Ukrainy). URL: https://pasika.pp.ua/docs/dstu_4497-2005.pdf (in Ukrainian).
- Khamid, K., Pushkar, T., & Hurko, Ye. (2019). *Suchasni problemy yakosti ta bezpechnosti medu bdzholynoho. Agrarian bulletin of the black sea littoral. Scientific journal*, 96, 71–78 (in Ukrainian).
- Kovalchuk, I., Dvylyuk, I., Leczyk, Y., Dvylyuk, I., & Gutyj, B. (2019). Physiological relationship between content of certain microelements in the tissues of different anatomic sections of the organism of honey bees exposed to citrates of argentum and cuprum. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 10(2), 177–181. DOI: 10.15421/021926.
- Kovalskiy, Yu. V., & Kyryliv, Ya. I. (2011). *Deiaki aspekty yakosti medu. Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Bezpeka produktiv kharchuvannia ta tekhnolohiia pererobky*, 11(51), 157–160 (in Ukrainian).
- Kovalskiy, Yu., Gucol, A., Gutyj, B., Sobolev, O., Kovalska, L., & Mironovych, A. (2018). Features of histolism and hystogenesis in the vital temperature range in the organism of honey bee (*Apis mellifera* L.) in the postembrional period. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(2), 301–307. DOI: 10.15421/2018_342.
- Merzlov, S., Shurchkova, Y., Nedashkivskiy, V., Merzlova, G., & Nedashkivska, N. (2021). Evaluation of honey as a dessert in hotel and restaurant complexes. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 23(96), 102–105. DOI: 10.32718/nvlvet-f9617.
- Piven, O. T., Khimych, M. S., Salata, V. Z., Gutyj, B. V., Naidich, O. V., Skrypka, H. A., Koreneva, Z. B., Dvylyuk, I. V., Gorobey, O. M., & Rud, V. O. (2020). Contamination of heavy metals and radionuclides in the honey with different production origin. *Ukrainian Journal of Ecology*, 10(2), 405–409. URL: <https://www.ujecology.com/articles/contmination-of-heavy-metals-and-radionuclides-in-the-honey-with-different-production-origin.pdf>.
- 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.
- Vishchur, V. Y., Gutyj, B. V., Nischemenko, N. P., Kushnir, I.M., Salata, V. Z., Tarasenko, L. O., Khimych, M. S., Kushnir, V. I., Kalyn, B. M., Magrelo, N. V., Boiko, P. K., Kolotnytsky, V. A., Velesyk, T., Pundyak, T. O., & Gubash, O. P. (2019). Effect of industry on the content of fatty acids in the tissues of the honey-bee head. *Ukrainian Journal of Ecology*, 9(3), 174–179. URL: <https://www.ujecology.com/abstract/effect-of-industry-on-the-content-of-fatty-acids-in-the-tissues-of-the-honeybee-head-44509.html>.
- Zabarna, I. (2018). *Pokaznyky yakosti mediv riznogo botanichnogo pokhodzhennia. Svitovyi dosvid u haluzi bdzhilnytstva ta perspektyvy rozvytku v Ukraini*, 41–44 (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-f9803
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 178.1/2-023.36:663.4

Influence of non-traditional raw materials on beer quality indicators beer

R. O. Blishch[✉]

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Article info

Received 14.06.2022
Received in revised form
18.07.2022
Accepted 19.07.2022

Lviv Polytechnic National
University, Yura Square Str., 2,
Lviv, 790013, Ukraine.
Tel.: +38-097-700-83-15
E-mail: roksola-
naalex1976@gmail.com

Blishch, R. O. (2022). Influence of non-traditional raw materials on beer quality indicators beer. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 13–17. doi: 10.32718/nvlvet-f9803

There is a shortage of domestic hops in Ukraine, so introducing an additional component for beer production with partial replacement of hops with non-traditional plant raw materials is an urgent task. The purpose of the study is to determine the optimal amount of balsamic tansy when preparing beer wort, with the aim of reducing the consumption of hops and improving the physicochemical and organoleptic parameters of the finished beer. The paper examines the effect of partial replacement of hops with non-traditional raw materials on the parameters of the finished beer. Balsamic tansy grass was used as a substitute. Adding the calculated amount of hops and balsamic tansy to the wort was carried out at the stage of its boiling. Hops were added after 15 minutes of boiling. Balsamic tansy was introduced as a dried plant 15 minutes before the end of boiling. The duration of boiling was 60 min at the same temperature conditions for all samples. All physico-chemical parameters for beer with the addition of balsamic tansy hop substitute were determined according to the methods adopted in fermentation production. When the hops are partially replaced by tansy balsamic by more than 20 %, the organoleptic indicators of the beer sample deteriorate. A persistent pungent aroma of tansy and a heavy aftertaste of bitterness appear. It was established that the optimal amount of balsamic tansy is 10 % to the amount of hops. Such amount of tansy has a positive effect on the organoleptic parameters of the finished beer.

Key words: tansy balsamic, hops, beer samples, beer wort, organoleptic indicators, physical and chemical indicators.

Вплив нетрадиційної сировини на показники якості пива

Р. О. Бліщ[✉]

Національний університет “Львівська Політехніка”, м. Львів, Україна

В Україні – дефіцит вітчизняного хмелю, тому внесення додаткового компонента для виробництва пива з частковою заміною хмелю на нетрадиційну рослинну сировину є актуальним завданням. Мета дослідження – визначення оптимальної кількості внесення пижми бальзамічної при приготуванні пивного сусла, з метою зменшення витрати хмелю та поліпшення фізико-хімічних і органолептичних показників готового пива. В роботі досліджено вплив часткової заміни хмелю нетрадиційною сировиною на показники готового пива. Як заміник використовували рослинну сировину – пижму бальзамічну. Внесення розрахованої кількості хмелю та пижми бальзамічної в сусло проводили на етапі його кип'ятіння. Хміль вносили після 15 хв кипіння. Пижму бальзамічну вносили у вигляді висушеної рослини за 15 хв до кінця кип'ятіння. Тривалість кип'ятіння становила 60 хв за однакових температурних режимів для всіх зразків. Усі фізико-хімічні показники для пива з додаванням заміника хмелю пижми бальзамічної визначали за методиками, прийнятими у бродильному виробництві. При частковій заміні хмелю пижмою бальзамічною більш ніж 15 % погіршуються органолептичні показники зразка пива. З'являється стійкий різкий аромат пижми та важкий післясмак гіркоти. Встановлено, що оптимальна кількість пижми бальзамічної становить 10 % до кількості хмелю. Така кількість пижми позитивно впливає на органолептичні показники готового пива. Фізико-хімічні показники при цьому майже не змінюються.

Ключові слова: пижма бальзамічна, хміль, зразки пива, сусло пивне, органолептичні показники, фізико-хімічні показники.

Вступ

Нині людство стикається з проблемою у галузі харчування. Це стосується незбалансованості раціонів харчування, дефіциту вітамінів, мінеральних та інших біологічно активних речовин (БАР) у раціонах.

Це своєю чергою веде до зниження працездатності, підвищення ризику серцево-судинних, онкологічних та інших захворювань, зменшення активності імунної системи тощо. Все це сприяє широкому використанню рослинної сировини для збагачення харчових продуктів біологічно активними речовинами (БАР). Пиво – перспективний продукт для збагачення БАР, оскільки воно належить до напоїв масового споживання (Almeida et al., 2001; Kuzmin et al., 2012; Kharandiuk et al., 2017; 2018).

Сьогодні в Україні почали активно розвиватися крафтові броварні, що передбачає використання лише натуральних інгредієнтів для виробництва пива (Plakhtii & Nazarenko, 2017). А це дає можливість крафтовикам розширити асортимент напоїв з використанням нетрадиційної сировини.

Так, нині пивовари використовують трави, приправи з метою надання специфічного смаку та аромату пива, для збагачення біологічно активними речовинами, зниження витрати хмелю. Таких рецептур є достатньо описано та розроблено науковцями.

Так (Kosminskij et al., 2007; Popova et al., 2007; Kiselev et al., 2011), розроблена рецептура пива, в якій використовується екстракт цикорію як джерело інуліну. Цикорій багатий антиоксидантами, харчовими волокнами, різноманітними корисними для людини речовинами. Отримане пиво володіє здатністю сприятливо впливати на організм людини, особливо воно цінне для хворих на цукровий діабет.

Ученими розроблено пиво з поліпшеними антиоксидантними властивостями із додаванням кори дуба з метою запобігання колоїдному помутнінню. Застосування антиоксиданту засноване на його здатності миттєво реагувати з пероксидними радикалами, що утворюються під час ланцюгового вільнорадикального окиснювання компонентів пива, а також із чутливими пивними білками, утворюючи більше пластівців, які випадають в осад і видаляються внаслідок фільтрації. Технологія дозволяє покращити антиоксидантні властивості, які позитивно впливають на колоїдну стабільність і смак пива (Danylova et al., 2013).

Науковцями експериментального заводу напоїв розроблено спосіб виробництва пива підвищеної біологічної цінності з лікувальними властивостями із додаванням трави солянки холмової. У пиво переходять БАР і ароматичні складові сировини, що надають йому приємного смаку і корисних властивостей, покращують стійкість напою під час зберігання (Omelchuk et al., 2011).

Китайські вчені Shi Jingchun та Yu Zhenlong запатентували “Гранатове пиво”. Воно багате вітамінами та мінералами, що надходять із рослинної сировини (гранат, корінь петрушки, листя кукурудзи, бруньки хризантеми та ін.), легко засвоюється, стабільне під час зберігання, стимулює обмін речовин, поліпшує кровообіг, роботу серця і судин головного мозку,

заспокоює нервову систему та покращує сон, зменшує вплив токсинів (Jingchun & Zhenlong, 2016).

Крім того, використання додаткового компонента сприяє зниженню витрат дорогого хмелю. Тому внесення такого компонента для виробництва пива з частковою заміною хмелю на нетрадиційну рослинну сировину є актуальним завданням. Додавання до пива нетрадиційної рослинної сировини покращує фізико-хімічні та органолептичні показники, підвищує стійкість пива до помутніть та надає напою особливого смаку, що відрізняє його від інших напоїв (Kosminskij et al., 2007; Romanova & Romanov, 2012).

Отже, заміна хмелю травами дозволяє не тільки знизити витрати дорогого хмелю, а також їх використання надає пиву нових ноток смаку і аромату, сприяє збільшенню терміну зберігання пива завдяки антиоксидантним властивостям добавки.

Цікавою для пивоварів є трава пижми бальзамічної, яка містить вітаміни В1, В2, С, алкалоїди, ефірну олію, флавоноїди, камфору, кислоти: кавову, хлорогенову, аскорбінову, галлова - каротиноїди і дубильні речовини. Завдяки лікувальним властивостям і пряному запахові пижма бальзамічна (канупер) міцно зайняла нішу в медицині і в кулінарії. Ці речовини надають потужний лікувальний ефект на організм людини. У квіткових кошиках пижми і листках накопичується ефірне масло, яке додає траві і квітам приємного бальзамічного аромату. Ефірна олія складається з багатьох сполук терпенового ряду. Токсичність ефірного масла обумовлена наявністю отруйного туйона. У пижмі також виявлені органічні кислоти та смолисті речовини, хімічні сполуки групи флавоноїдів тощо.

У Європі пижма бальзамічна була дуже поширена як прянощі. У Литві цією травою ароматизували сирні вироби та сири. Висушене й подрібнене на порошок листя канупера використовували як приправу до рибних та м'ясних страв. Тому дослідження впливу пижми бальзамічної на показники якості пива та визначення її оптимальної кількості є актуальним завданням.

Мета дослідження

Мета дослідження – визначення оптимальної кількості внесення пижми бальзамічної при приготуванні пивного суслу, з метою зменшення витрати хмелю та поліпшення фізико-хімічних і органолептичних показників готового пива.

Завдання роботи:

- проведення досліджень з використанням різної кількості сировини – пижми бальзамічної;
- визначення фізико-хімічних та дегустаційних показників готового пива, отриманого з використання лікарської трав'яної сировини пижми бальзамічної; встановлення оптимальної кількості внесення досліджуваної сировини.

Матеріал і методи досліджень

Для приготування пивного суслу використовували засип зернопродуктів, що складалася на 100 % зі світ-

лого ячмінного солоду і води. Гідромодуль становив 1:4. Приготування пивного сусла здійснювали за класичною технологією приготування пива. Для часткової заміни хмелю використовували сушену траву пижми бальзамічної.

Для визначення фізико-хімічних показників сусла та пива використовували такі методи: вміст титрованої кислотності виявляли титриметричним методом; масові частки сухих речовин солодового сусла та пива — рефрактометричним методом; масові частки спирту і дійсного екстракту — дистиляційним методом; колір пива — візуально, методом порівняння з розчином йоду (Mal'cev, 1976).

Результати та їх обговорення

Враховуючи усі органолептичні показники якості пива бальзамічної в дослідженнях використовували різну кількість сировини з метою зменшення витрати хмелю та покращення органолептичних показників пива. Пижму вносили за 15 хв до кінця кип'ятіння. В контрольному зразку використовували нормативну кількість хмелю. У решті зразків частину хмелю замінювали пижмою, в зразку № 1 – 5 %, у зразку № 2 – 10 %, у зразку № 3 – 15 %, у зразку № 4 – 20 %. Засівні дріжджі вносили в сусло в концентрації 10 млн /см³.

Склад для охмелення різних зразків наведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Склад трав для охмелення пивного сусла

Номер зразка	Хміль, г/дм ³ сусла	Пижма бальзамічна г/дм ³ сусла
Контроль	0,45	-
Зразок № 1	0,43	0,0225
Зразок № 2	0,405	0,045
Зразок № 3	0,383	0,067
Зразок № 4	0,36	0,09

В процесі бродіння визначали зміну екстрактивності сусла. В таблиці 2 наведені результати екстрактивності на 7 добу бродіння.

Як видно з таблиці, в процесі бродіння екстрактивність у всіх зразках майже однакова і навіть мало

відрізняється від контрольного. Тривалість бродіння всіх зразків становила 7 діб при температурі 14 ± 2 °С. Доброджування тривало при температурі 2 ± 1 °С.

Фізико-хімічні показники дослідних зразків майже не відрізняються від контрольного (табл. 3).

Таблиця 2

Зміна екстрактивності пивного сусла в процесі головного бродіння

№ зразка	Початкова екстрактивність, %	Кінцева екстрактивність, %
Контроль	12,8	6,7
Зразок № 1	12,4	6,5
Зразок № 2	12,6	6,6
Зразок № 3	12,2	6,4
Зразок № 4	12,6	6,6

Таблиця 3

Фізико-хімічні показники пива з внесенням пижми бальзамічної

Показники	Контроль	Зразок 1	Зразок 2	Зразок 3	Зразок 4
Екстрактивність початкового сусла, %	12,8	12,4	12,6	12,2	12,6
Видимий екстракт, %	2,6	2,4	2,4	2,2	2,4
Видимий ступінь зброджування, %	79,6	80,6	80,9	81,9	80,9
Вміст спирту, % об.	5,36	5,32	5,36	5,34	5,36
Кислотність, мл 1н NaOH на 100 мл пива	2,4	2,4	2,6	2,8	2,6

Найбільш повну і комплексну оцінку якості пива як смакового продукту масового споживання надають його органолептичним показникам. Тому в ході досліджень було проведено дегустаційну оцінку пива з додавання пижми бальзамічної, що дозволило виявити усі недоліки та переваги напою.

Дегустаційна оцінка зразків пива вказує, що зразок № 2 має досить виражений легкий пряний аромат, властивий пижмі, та володіє гармонійним смаком. Найгірші показники – у зразку № 4, це свідчить про те, що внесення пижми бальзамічної в кількості 20 % від кількості хмелю є надмірним і негативно впливає на органолептичні показники якості пива.

Таблиця 4
Дегустаційні показники досліджуваних зразків пива

№ зразка	Показники	Оцінка	Бал
Контроль	Прозорість (0–3 бали)	Прозоре без блиску з поодинокими дрібними зависями	2
	Колір (0–3 бали)	Відповідає типу пива, перебуває на мінімально встановленому рівні для даного типу пива	3
	Аромат (1–4 бали)	Відмінний аромат, що відповідає даному типу пива, чистий, свіжий, чітко виражений	4
	Смак (1–5 балів)	Відмінний без сторонніх присмаків гармонійний смак, що відповідає даному типу пива	5
	Гіркота (0–5 балів)	Чисто хмелева, м'яка, врівноважена, що відповідає типу пива	5
Зразок 1	Прозорість (0–3 бали)	Прозоре без блиску з поодинокими дрібними зависями	2
	Колір (0–3 бали)	Відповідає типу пива, перебуває на мінімально встановленому рівні для даного типу пива	3
	Аромат (1–4 бали)	Добрий аромат, що відповідає типу пива, але недостатньо виражений	3
	Смак (1–5 балів)	Відмінний без сторонніх присмаків гармонійний смак, що відповідає даному типу пива	5
	Гіркота (0–5 балів)	Слабовиражена	3
Зразок 2	Прозорість (0–3 бали)	Прозоре без блиску з поодинокими дрібними зависями	2
	Колір (0–3 бали)	Відповідає типу пива, перебуває на мінімально встановленому рівні для даного типу пива	3
	Аромат (1–4 бали)	Характерний, чітко виражений, з нотами трави, легкий пряний	4
	Смак (1–5 балів)	Гармонійний смак, поєднаний гіркотою і прянощами, легкий бальзамічний	5
	Гіркота (0–5 балів)	Врівноважена, приємна	5
Зразок 3	Прозорість (0–3 бали)	Прозоре без блиску з поодинокими дрібними зависями	2
	Колір (0–3 бали)	Відповідає типу пива, перебуває на мінімально встановленому рівні для даного типу пива	3
	Аромат (1–4 бали)	Пряний, сильно виражений	2
	Смак (1–5 балів)	Пряно-гіркий смак	3
	Гіркота (0–5 балів)	Грубувата	3
Зразок 4	Прозорість (0–3 бали)	Прозоре без блиску з поодинокими дрібними зависями	2
	Колір (0–3 бали)	Відповідає типу пива, перебуває на мінімально встановленому рівні для даного типу пива	3
	Аромат (1–4 бали)	Терпкий	2
	Смак (1–5 балів)	Сильний пряно-гіркий смак	3
	Гіркота (0–5 балів)	Грубувата, різка	2

Висновки

Отже, дослідження вказують, що оптимальна кількість пивми бальзамічної становить 10 % від кількості хмелю. Таке співвідношення позитивно впливає на органолептичні показники готового пива. Фізико-хімічні показники при цьому майже не відрізняються від контролю.

Дана технологія з використанням пивми бальзамічної може бути рекомендована для застосування в пивоварінні з метою розширення асортименту пива та зменшення витрати хмелю.

Перспективи подальших досліджень. Потрібні подальші дослідження вмісту поліфенолів у готовому пиві та визначення їх впливу на колоїдну стійкість і терміни зберігання нового сорту пива.

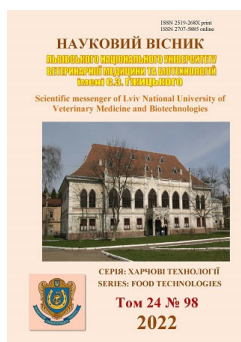
Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Almeida, R., Almeida e Silva, J., Lima, U., Silva, D. P., & Assis, A. N. (2001). Evaluation of fermentation parameters during high-gravity beer production. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. 18(4), 459-465. DOI: 10.1590/S0104-66322001000400010.
- Danylova, L. A., Melentev, A. Ye., Berezka, T. O., Hudz, O. M., & Nekrasov, P. O. (2013). Sposib stabilizatsii pyva: pat. na korysnu model 84557. *Ukraina: MPK S12N 1/02 (2006.01); zaiavnyk i patentovlasnyk Natsionalnyi tekhnichnyi universytet «Kharkivskyi politekhnichnyi universytet»*. № u201304955; zaiavl. 17.04.2013; opubl. 25.10.2013, Biul. № 20. 2 s. URL: <https://uapatents.com/4-84557-sposib-stabilizaci-piva.html> (in Ukrainian).
- Jingchun, S., & Zhenlong, Y. (2016). Pomegranate beer: Patent CN105670846 (A) China: Classification C12C 11/02, C12C 5/00 (2006.01) /. № 20161142453 20160314; Stated 2016.03.04; Published 2016.06.15. 8 p.

- Kharandiuk, T., Kosiv, R., Berezovska, N., & Palianytsia, L. (2018). Influence of temperature on the fermentation of high gravity wort. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20(85), 51–55. DOI: 10.15421/nvlvet8510.
- Kharandiuk, T., Kosiv, R., Borukh, O., Dalybozhyk, R., Palianytsia, L., & Berezovska, N. (2017). Decreasing of vicinal diketones content during fermentation of high gravity wort. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19(75), 149–152. DOI: 10.15421/nvlvet7530.
- Kiselev, I. V., Lodygin, A. D., & Bespalova, O. V. (2011). Vliyanie cikoriya na fiziko-himicheskie pokazateli susla pri razrabotke tehnologii novyh sortov piva. *Pivo i napitki*, 4, 10–11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-tsikoriya-na-fiziko-himicheskie-pokazateli-susla-pri-razrabotke-tehnologii-novyh-sortov-piva> (in Russian).
- Kosminskij, G. I., Careva, N. G., & Guncova, Ju. G. (2007). Pivo na osnove jekstrakta cikoriya. *Pivo i napitki*, 5, 15–17 (in Russian).
- Kuzmin, O. V., Onosova, I. A., Onosova, I. A., Rachynska, Z. P., & Topolnyk, V. H. (2012). Antyoksydantni kharakterystyky roslynnoi syrovyny u stvorenni alkoholnoi produktsii. *Visnyk Donetskoho natsionalnoho universytetu ekonomiky i torhivli imeni Mykhaila Tuhan-Baranovskoho*, 1(53), 198–209. URL: http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/25478/1/Антиоксидантні_характеристики_рослинної_сировини.pdf (in Ukrainian).
- Mal'cev, P. M. (1976). *Himiko-tehnologicheskij kontrol' proizvodstva soloda i piva*. M: Pishhevaja promyshlennost' (in Russian).
- Meletiev, A. Ye., I Irodsnko, L. V., & Derii, O. I. (2010). Ekonomiiia khmeliu u pyvovarinni pry zamini chastky solodu pukrovmisnoiu syrovynoiu. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*, 3, 67–68 (in Ukrainian).
- Omelchuk, S. V., Melnyk, I. V., & Holovchenko, V. M. (2011). Vykorystannia netradytsiinoi roslynnoi syrovyny v pyvovarinni dlia stvorennia spetsialnykh sortiv pyva. *Kharchova nauka i tekhnolohiia*, 3(16), 56–58. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Khnit_2011_3_21 (in Ukrainian).
- Plakhtii, V. O., & Nazarenko, V. O. (2017). Kraftove pyvo – innovatsiia v ukrainskomu asortymenti slaboalkoholnykh napoiv. *Zbirnyk naukovykh statei mahistriv PUET*, 107–113. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/300240736.pdf> (in Ukrainian).
- Popova, I. V., Koshova, V. M., Lezenko, H. O., Domaretskyi, V. A., & Malinovskiy, H. T. (2007). Tsykorievmisne pyvo «Slavianske»: pat. na korysnu model 21096. *Ukraina: MPK S12S 5/00, S12S 7/053 (2007.01); zaiavnyk i patentovlasnyk Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii*. № u200610863; zaiavl. 16.10.2006; opubl. 15.02.2007, Biul. № 2. 2 s. URL: <https://uapatents.com/2-21096-cikoriehvmisne-pivo-slavyanske.html> (in Ukrainian).
- Romanova, Z. M., & Romanov, M. S. (2012). Perspektyvy vykorystannia roslynnoi syrovyny u pyvovarinni. *Problemy ekolohichnoi tekhnolohii*, 2, 71–80. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/peb_2012_2_8 (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-f9804
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 628.3 (075.8)

Research of ozonation process of the biologically pre-purified municipal wastewater

S. Bondar¹, O. Shevchenko², O. Chabanova¹, A. Trubnikova^{1✉}, I. Kuznetsova¹

¹Odessa National University of Technology, Odessa, Ukraine

²Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine

Article info

Received 17.06.2022
Received in revised form
19.07.2022
Accepted 20.07.2022

Odessa National University of
Technology, Kanatnaya Str., 112,
Odessa, 65039, Ukraine.
Tel.: +38-095-045-30-31
E-mail: sc228004@ukr.net

Odesa National Medical
University, Valikhovskiy Lane, 2,
Odesa, 65082, Ukraine.
Tel.: +38-095-222-06-78
E-mail: sergej.nik.bondar@gmail.com

Bondar, S., Shevchenko, O., Chabanova, O., Trubnikova, A., & Kuznetsova, I. (2022). Research of ozonation process of the biologically pre-purified municipal wastewater. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 18–24. doi: 10.32718/nvlvet-f9804

The paper considers the problem of post-treatment of municipal wastewater in Odessa using ozone. A significant place is given to the effect of the breakdown of toxic substances and important carcinogens. Based on theoretical studies, it was concluded that biological wastewater treatment does not guarantee a significant effect of the neutralization of many toxicants. The authors hypothesize the significant advantage of ozonation for the disposal and disinfection of wastewater compared to other methods, for example, chlorination. An important place is occupied by the search for optimal ozone treatment parameters. In laboratory conditions, data for mathematical modeling and optimization have been obtained. It has been established that the best treatment effect is achieved for the main wastewater pollutants, especially for synthetic surface-active substances (90 %) and BOD₅ (65 %). Moreover, the processing time is 15 minutes at a dose of ozone of 20–25 mg/l. The concentration of total nitrogen decreases the least (20 %). It was found that a significant effect of disinfection by *E. coli* during ozonation is achieved by treating wastewater for 4 min at a dose of 3 mg/l of ozone. In a mixture of wastewater and natural water, this effect is achieved in 24 hours. The author's hypothesis of the gentle action of ozonation products for the widespread aquatic culture of *Chlorella pyrenoidosa* is confirmed. A significant effect of destruction under the influence of ozone of carcinogens was observed. It was found that up to 82 % of benzpyrene in wastewater is destroyed within 16 minutes at a dose of 15 mg/l. The authors conclude that ozonation is a universal method for the purification of biologically treated municipal wastewater, which has a significant effect on the destruction of many toxicants and pathogenic microflora, without the presence of ozonation products that inhibit the development of natural aquatic cultures. Further research should focus on finding low cost ozone synthesis methods.

Key words: ozone, municipal wastewater, wastewater characteristics, wastewater treatment, wastewater ozonation, 3,4 benz (a) pyrene, *E. coli*, wastewater disinfection, modeling of the ozonation process, optimization of ozone regimes.

Introduction

Urban sewage often comes after treatment with low water exchange capacity. In cities where the industry is a developed, biological treatment in urban wastewater treatment plants is in many cases insufficient in order to effectively remove residual contaminants. The concentration of these substances at the point of discharge of wastewater often exceeds the limit values for reservoirs of economic, drinking and cultural purposes. This is why the deep purification of biologically treated wastewater is a vital process for the environment. This fact started to be of particular importance when among the pollutants are

identified heavy oxidizing synthetic surfactants (OSSs), petroleum products, dyes, carcinogens, etc of particular importance are blastomogenic or carcinogenic compounds, among which polycyclic aromatic hydrocarbons are particularly prominent because of their widespread distribution. Medium is the most dangerous gasoline. The essential sources of pollution of the reservoirs of benzpyrene are municipal wastewater, atmospheric air, production processes accompanied by the spillage of petroleum products and the like.

In addition, the wastewater contains pathogenic microflora (Delzell et al., 1994; Rusanova & Ovechkina, 2002; Ivanko & Bidenko, 2012; Dai et al., 2013).

Additional treatment of biologically treated municipal wastewater can be carried out by chemical reagents, most often chlorine and its derivatives, physical (thermal, electrical, electromagnetic, etc.), chemical reactions (sorption, etc.) and other methods (Ivanko & Bidenko, 2012).

In Ukraine, chlorination is most commonly used in urban wastewater treatment plants. This process is quite simple to implement, but is associated with the formation of organochlorine compounds that are harmful to the human body. Significant inconveniences of chlorine use are related to adherence to special safety rules at all stages of the process (White, 1992; Rusanova & Ovechkina, 2002; Kim et al., 2006; Delzell et al., 2008; Li et al., 2013; Dai et al., 2013).

Chlorine dioxide has some advantages over chlorine in the purification process, in particular a higher bactericidal effect and a lower residual concentration in wastewater. However, the concentration and number of by-products of treatment in this case is higher than when using chlorine (Petrenko et al., 2007; Otterholm & Jadesjo, 2000; Vaezi et al., 2004; Solovieva & Maliuchenko, 2005).

Many researchers say that ozonation, despite some economic disadvantages, is a promising way to additional cleaning. Ozone is able to react under mild conditions with many organic, organo-organic and inorganic compounds. Thermodynamically, these reactions can lead to complete oxidation that is to the formation of water, carbon monoxide and higher oxides of other elements. An obstacle to complete oxidation is the low reaction rates at the final stages.

The standard redox potential of ozone in an acidic medium is 2.07 V, the product of the interaction of ozone with water of a hydroxyl radical is 2.8 V, which is the main cause of ozone activity against various kinds of water pollution, including microorganisms. The chemistry of many of these processes has been studied in great detail (Davis, 1981; Ivanova et al., 1985; Naidenko et al., 1985; Romanenko et al., 1987; Alekseev, 2002; Gehr et al., 2003; Kuznetsov, 2008; Grynevych et al., 2008; Rodríguez et al., 2008; Silva et al., 2010; Ushchenko et al., 2011; Tripathi et al., 2011; Lazarova et al., 2013; Yusuphuzhaeva, 2017). Ozone has high bactericidal and virucidal activity (Ivanova et al., 1985; Kuznetsov, 2008). In (Naidenko et al., 1985), the parameters of sewage ozonation are proposed, which give a high oxidizing effect in an alkaline environment. For achieving good effect, the authors propose to use ozone at doses of 450–550 mg/dm³ and the consumption of ozone for domestic wastewater 300 g/m³. The processes occurring in the treatment of water with ozone are direct reactions with dissolved compounds, their decomposition to secondary oxidizers, such as highly reactive OH and HO₂ radicals, the formation of additional secondary ozone oxidizers, which react with other impurities, such as the formation of ozone oxidizes bromide ions, sequential reactions of these secondary oxidants with dissolved water pollutants. Reactions involving intermediates such as hydrogen peroxide, an extremely active hydroxyl radical moiety, play a major role.

The main role in these processes is played by hydroxyl radical – an extremely strong oxidizing agent that oxi-

dizes organic compounds by separation of a hydrogen atom: $HRH + HO \cdot \rightarrow HR \cdot + H_2O$. As a result, organic radicals are formed that initiate the chain reactions of oxidation. Sulfur-containing impurities (synthetic detergents, hydrogen sulfide, sulfur dioxide, rhodanides) in water make up a significant proportion in the spectrum of pollutants. All of these compounds are oxidized by ozone. The most actively interact with ozone those in which the molecule has a double bond C = S. Oxidation of impurities in the treatment of wastewater with ozone does not exhaust the entire spectrum of its action. Inhibiting the growth of bacteria, viruses, algae and other aquatic organisms, ozone acts as a disinfectant.

Davis (Davis, 1981) notes the effect of rapid decomposition of ozone in wastewater and offers a multi-stage treatment scheme. In this case, there is annihilation of ascarid eggs at ozone doses of 209–357 mg/m³. The effect of the destruction of helminths during ozonation for 90 min is noted in studies (Romanenko et al., 1987).

Toxicological studies of the safety of water ozonation began to develop intensively only in the 80-ies of the last century. This is explained by the difficulty of developing the methodology for such studies, the need to evaluate the toxicity of a very large number of organic impurities, taking into account their mutual influence in different combinations, the influence of the environment and the like.

The analysis of these and other published works shows a great practical experience of ozone application, mainly for wastewater disinfection.

However, the effect of ozone disinfection on many chemical compounds should be noted.

It is important to take into account the possible negative impact of the decomposition products of these substances on the water bodies of the reservoirs, which receive treated municipal wastewater. Along with toxicological, hygienic studies are conducted on the safety of the use of ozonators. It is necessary to take into account the performance of the installation on ozone, the degree of excess of the MPC of ozone and nitrogen oxides in the air of the working area, the migration of substances into the air from the material of the ozonator body, adverse physical factors: noise, vibration, radiation, etc. (Rodríguez et al., 2008; Lazarova et al., 2013).

Thus, for the practical application of ozonation for wastewater treatment, a more detailed study of the contamination of major pollutants and the choice of modes that provide a high and lasting effect are required.

Purpose and task of the research

The purpose of the work is to clarify the parameters and establish the feasibility of ozonation of urban wastewater that has undergone biological treatment for deep purification and disinfection.

The purpose of research is to be achieved by solving the following issues:

1. Establishing basic dependencies on ozone treatment to reduce biological and chemical oxygen demand (BOD and COD).
2. Establishment of optimal sewage ozonation parameters.

3. Determination of the main dependencies of wastewater disinfection during ozone treatment.

4. Assessment of the degree of toxicity of the decomposition products of pollutants under the influence of ozone.

5. Determination of the effect of neutralizing carcinogenic compounds in sewage ozonation.

Materials and methods

Samples of biologically treated sewage treatment plants in Odesa and the waters of the Khadzhibeiv estuary served as objects of research.

In biologically treated wastewater the concentrations of the major contaminants, namely, suspended solids,

BOD5, CBS, nitrogen, phosphates, phenols, OSSs and color were determined (Lurie, 1984). The concentration of E. coli was determined by (Ineshina & Gomboeva, 2006). The biological mass of *Chlorella pyrenoidosa* was determined using Goryaev's camera (Portnaia & Saltanov, 2015). Biological and microbiological research was carried out at the Odesa National Medical University. Benzpyrene in wastewater samples was determined by (PNA F 14.1:2:4.186-02). Wastewater ozone treatment was carried out at a laboratory facility equipped with an Oz-2 ozonizer with a capacity of up to 3 g/h of ozone (manufactured by Aqua, Ukraine). The scheme of the laboratory installation is shown in Fig. 1.

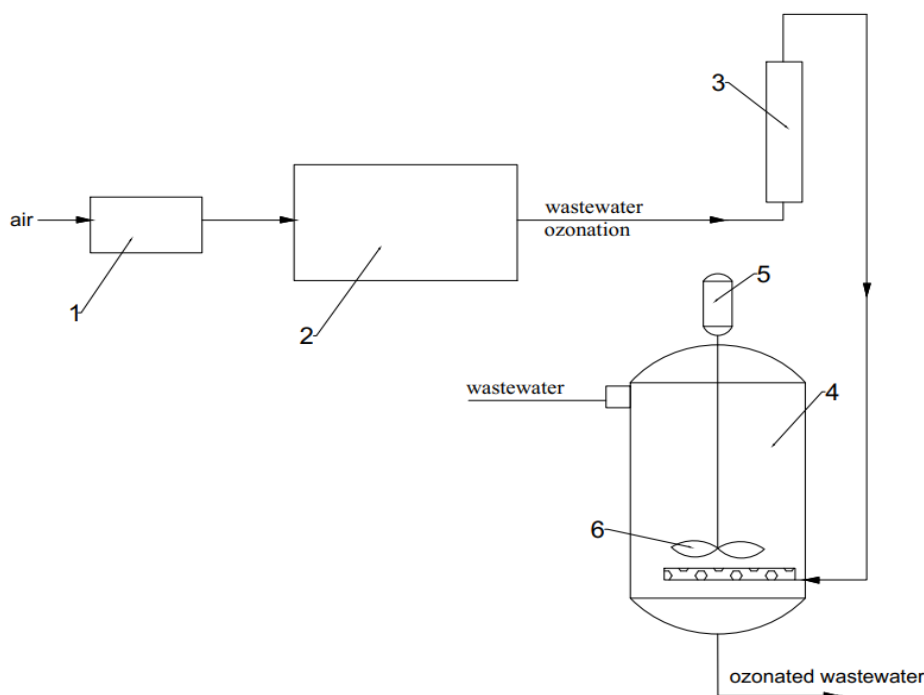


Fig. 1. Scheme of an experimental plant for ozonation of wastewater: 1. Compressor, 2. Ozonizer, 3. Rotameter, 4. Mixer, 5. Electric motor, 6. Mixer.

The air was supplied to the ozonator by means of a compressor, and then through a rotameter into a mixer with a mechanical stirrer. In the ozonator was the formation of ozone from the oxygen contained in the air. Ozonized air was fed into the tank with sewage, which was continuously mixed with a mechanical stirrer to distribute ozone uniformly over the volume of water. The ozone flow rate was monitored using a rotameter. The ozone dose was determined by the air flow rate and the ozone concentration, taking into account the mixer operating capacity. Stirring was performed at a frequency of 20 min⁻¹. The time of ozone treatment was controlled by a timer. The air was pumped into the ozonator by means of a compressor and then through a rotameter into a mixer with a mechanical stirrer. Ozone dosage was determined by air flow and ozone concentration. Stirring was carried out continuously at a frequency of 20 min⁻¹. The time of ozone treatment was controlled by a timer. Ozonated wastewater was analyzed for contaminants. The results

were used to optimize the ozonation process. The ozonized sewage was mixed with the water of the Hadzhibei liman, which served as a natural reservoir to determine the behavior of *Clorella*. The mixing ratio was 0.25.

Results and discussion

Mathematical processing of these researches and their planning led to the realization of a full factorial experiment. The results became the basis for optimization by method ascent steep.

Previous researchers have found that a significant effect of COD neutralization and SSOs concentration is achieved at an ozone concentration of wastewater of 18-20 mg/l at a duration of about 12.5 minutes.

The experiment planning matrix is presented in Table 2. The data for the matrix design are shown in Table 1.

Table 1
Data for the matrix of the full factor experiment 2²

Factor	COD		Concentration SSS	
	Duration, min.	Ozone doze, mg/l	Duration, min.	Ozone doze, mg/l
Code	X ₁	X ₂	Z ₁	Z ₂
Main level (0)	12.5	20	12.5	18
Variation interval	5	5	5	5
Upper level (+)	17.5	25	17.5	23
Lower level (-)	7.5	15	7.5	13

Table 2
Experiment planning matrix 2²

Factor				Reduction effect	
X ₀ (Z ₀)	X ₁ (Z ₁)	X ₂ (Z ₂)	X ₁ X ₂ (Z ₁ Z ₂)	COD	SSO concentration
+	+	+	+	Y ₁	Y ₂
+	-	-	+	37.5	82.2
+	-	+	-	18.3	81.8
+	+	-	-	36	88.5
	2.5	7.1	-1.75	25.8	60.8
	-6.8	7	3.9		

The result is mathematical expressions

$$Y_1=29.65+2.5* X_1+7.1* X_2-1.75* X_1 X_2$$

$$Y_2=78.3-6.8* Z_1+7* Z_2+3.9* Z_1 Z_2$$

Where Y₁, Y₂ – COD reduction effect and SSO concentration accordingly.

The steep ascent method determines the optimal values of ozonation parameters for deep sewage treatment for other contaminants. The results of the calculations are presented in Table 3.

Table 3
Effect of reduction of wastewater pollution in the course of ozonation

№	Indicator	Concentration, mg/l		Ozone doze, mg/l	Duration, min	Reduction effect, %
		Initial	Final			
1	Suspended items	20	7	25	15	65
2	BOD ₅	16	5.6	25	15	65
3	COD	80	50	20	15	40
4	Nitrogen	20	16	20	15	20
5	Phosphates	5	5	-	-	-
6	Phenol	0.05	0.03	12.5	5	30
7	SSO	1.3	0.13	15	20	90
8	Coloring ^o	123	56	15	15	54

The ozonation parameters for the different pollution rates are slightly different. However, given the complex effect of ozone on pollutants at the same time, the optimal values should be considered ozone dose of 20–25 mg/l wastewater with treatment duration of 15 minutes. However, these parameters do not guarantee the effect of phosphate neutralization. The effect of ozonation on the total nitrogen bridge is the least studied.

In order to treat the wastewater, they were treated for 2–8 minutes at doses of ozone 0.8–8 mg/l. The test culture in the experiments served the bacteria *E. coli*. The results of the experiments are presented graphically in Fig. 2. The number of viable microflora after treatment was evaluated by the logarithm of the number of cells. According to the data in order to achieve a significant bactericidal effect, the dose of ozone is about 3 mg/l with a process duration of 4 minutes. Lower doses and increased ozonation time do not produce the desired result. The determined parameters can be considered as calculated in

the development of ozone disinfection regimes of biologically treated municipal wastewater.

It is known that the consequences can be important in any treatment method for the treatment of wastewater. It is extremely important, for example, to influence the biota of the reservoir, which receives the treated wastewater. These consequences include the degree of inactivation of the *Escherichia coli* and the potential for restoration of its growth during long-term aeration.

To determine the effects identified the wastewater was mixed with the water of the Hadzhibei liman in proportion, which approximately corresponds to the actual reset conditions. Under laboratory conditions of gas exchange without artificial aeration, the logarithm of the number of viable *E. coli* cells was determined. Exposure of samples of biologically treated sewage with reservoir water and the same mixture with ozonized sewage produced the results, which are shown in Fig. 3.

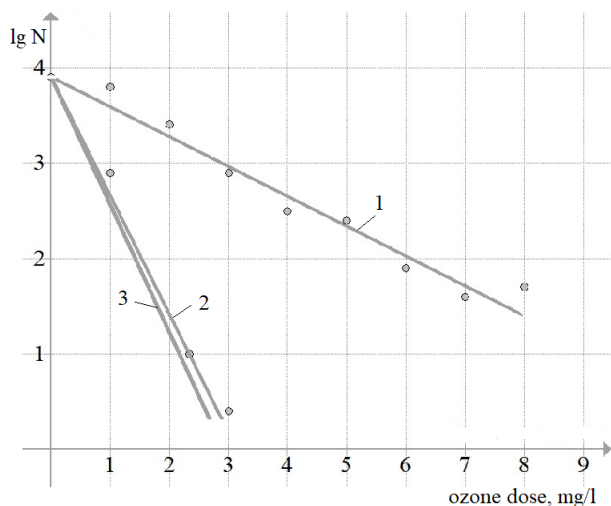


Fig. 2. Dynamics of wastewater disinfection by ozonation (Test culture *E. Coli*): 1 – $\tau=2$ min; 2 – $\tau=4$ min; 3 – $\tau=6$ min.

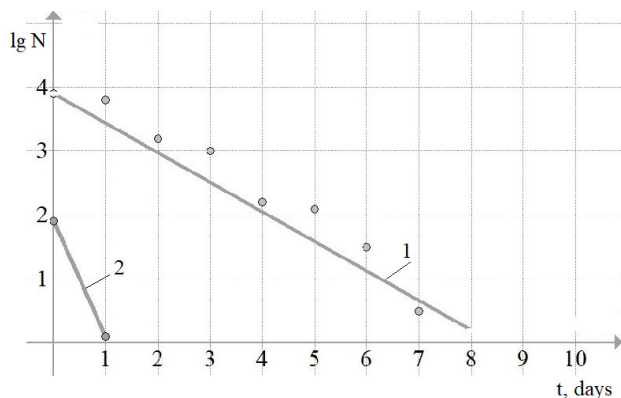


Fig. 3. Dynamics of wastewater disinfection in a mixture of treated and ozone reservoirs (Test culture *E. coli*): 1 – biologically treated wastewater + reservoir water; 2 – ozone sewage + reservoir water.

The results of the experiments prove that in the mixture of ozonized wastewater and natural water, the active destruction of *Escherichia coli* is achieved within the first 24 hours. Control experiment with non-ozonated biologically treated wastewater (curve 1) gave the same effect only after 7 days.

A known fact is the oxidation of ozone by many organic compounds contained in wastewater. The degrada-

tion of these compounds can lead to the accumulation of products with unknown or little-known degree of danger and chemical structure.

Thus, the effectiveness of ozonation will not be fully determined without taking into account the hygiene component.

The toxicity of treated water is detected by various tests using bacteria, laboratory animals, molecular structural studies. The analysis of the results of toxicological studies suggests that ozone treatment can eliminate the mutagenic activity of the source water, do not affect this property, slightly increase it. However, the mutagenic activity in this case remains lower than the chlorination of the same samples. With respect to the toxicity of such possible ozonation products as peroxides, epoxides and unsaturated aldehydes, their presence in water has not been established because these compounds are prone to biodegradation and decompose rapidly as they pass through the water distribution network. Possible toxicity of ozonation products can, for example, be determined by the behavior of the microflora and microfauna of the reservoir.

Chlorella pyrenoidosa is a widespread in natural ponds. If taken as a test culture the biomass growth rates, to can be determine the toxicity of compounds that enter the reservoir with ozonized sewage. In the presence of negative impact, the inhibition of test culture development should be investigated. The dynamics of biomass accumulation of *Chlorella pyrenoidosa* are shown in table 4.

The results of the experiments confirm that, after ozonation, inhibition of growth of *Chlorella pyrenoidosa* was not detected in any of the samples of the mixture of wastewater with natural. For example, all samples of the mixture under laboratory conditions under natural light the concentration of microalgae cells, which was determined in the Goryaev chamber for 10 days steadily increased from 10^8 to 10^9 cells/ml. This fact indicates that the products do not show marked toxicity to the selected test culture. Other species may need additional research.

The results of experiments confirm that sustained stimulation of *Chlorella pyrenoidosa* growth occurs after ozonation. This fact indicates that the ozonation products do not show marked toxicity to the selected test culture. Other species may need additional research.

Table 4
Dynamics of biomass accumulation of *Chlorella pyrenoidosa*, mcg/l

Exposure time, days	Control (reservoir water)	Ozone sewage + reservoir water
0	99.3	95.5
5	95.3	103.5
10	134.2	141.6
15	229.5	239.5
20	362.3	370.5

Many chemical compounds contained in urban wastewater have a carcinogenic effect. In this sense, the multi-nuclear aromatic hydrocarbon 3,4 benzapyrene (BP), harmful effect which is confirmed by numerous

experiments on animals, can be considered a universal indicator of environmental pollution. Today, BP concentration is a kind of indicator for all polycyclic aromatic carbohydrates in the environment. This is due to its very

high resistance. BP is found wherever such hydrocarbons are identified. Carcinogens contained in different objects of the aquatic environment in different concentrations,

depending on the degree of general contamination of water bodies.

The results of experimental studies of the destruction of BP in the sewage ozonation are shown in [table 5](#).

Table 5

Experimental data on the effect of reducing the concentration of BP

Indicator	Concentration, mg/l		Ozone doze, mg/l	Duration of treatment, minute	Neutralization effect, %
	Initial	Final			
Example 1	0,5	0,16	3	4	68
Example 2	0,4	0,10	6	8	74
Example 3	0,4	0,08	9	12	78
Example 4	0,5	0,09	12	16	81
Example 5	0,6	0,11	15	16	82

Obviously in order to effectively reduce the concentration of carcinogenic compounds, wastewater should be treated for at least 4 minutes with a minimum ozone dose of 3 mg /l. if the dose of ozone is increased to 12 mg/l, while increasing the duration of treatment, the effect of BP neutralization is 80–81 %. Interestingly, the additional increase in dose and duration had little effect on the residual BP concentration (sample 5).

Conclusions

Laboratory studies have confirmed the feasibility of ozonation of biologically treated wastewater to neutralize pollutants and disinfect. The main dependencies of the ozonation process were determined by the methods of mathematical planning of experiments and optimization. For major pollutants the optimal ozone treatment parameters are a dose of ozone of 20–25 mg/l for a duration of 15 minutes.

In this case, it is possible to achieve a reduction of contamination rates for COD by 40%, BOD₅ by 65%, suspended solids by 65%, SSO by 90%, phenols ha 40%.

It is established that ozonation leads to effective disinfection of wastewater at a dose of 3 mg/l ozone for 4 minutes. Ozonation products have been found to be non-toxic to typical *Chlorella pyrenoidosa* water bodies. Studies of several wastewater samples containing 0.4–0.6 µg/l benzpyrene after ozonation showed a 68–82 % destruction effect. Carcinogens depending on processing parameters. Further studies on the prospect of municipal wastewater ozonation may relate to seeking to reduce the economic performance of the treatment process.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

References

Alekseev, S. E. (2002). The study of the oxidation of organic wastewater pollution by ozone and the development of indicators to assess the effectiveness of the process. *Bulletin of RANS*, 2(3), 45–49.

Dai, J., Jiang, F., Shang, C, Chau, K., Tse, Y., Lee, C., Chen, G., Fang, J., & Zhai, L. (2013). The impact of chlorine disinfection on biochemical oxygen demand levels in chemically enhanced primary treatment ef-

fluent. *Water Science & Technology*, 168, 380–386. DOI: 10.2166/wst.2013.257.

Davis, Y. M. G. (1981). The biological effects of mineral fibres. *Annoccup. Hyg.*, 24(2), 227–234. DOI: 10.1093/annhyg/24.2.227.

Deborde M., & von Gunten, U. (2008). Reactions of chlorine with inorganic and organic compounds during water treatment—Kinetics and mechanisms: A critical review. *Water Research*, 42(1-2), 13–51. DOI: 10.1016/j.watres.2007.07.025.

Delzell, E., Giesy, J., Munro, I., Doull, J., Mackay, D., & Williams, G. (1994). Interpretive Review of the Potential Adverse Effects of Chlorinated Organic Chemicals on Human Health and the Environment. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 20 (1, Part 2 of parts), S1-S1056. URL: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US9532592>.

Gehr, R., Wagner, M., Veerasubramanian, P., & Payment, P. (2003). Disinfection efficiency of peracetic acid, UV and ozone after enhanced primary treatment of municipal wastewater. *Water Research*, 37(19), 4573–4586. DOI: 10.1016/S0043-1354(03)00394-4.

Grynevych, V. I., Gushchin, A. A., & Plastinina, N. A. (2008). Ozone destruction of phenol and synthetic surfactants. *Chemistry and chemical technology*, 51(6), 86–90.

Ineshina, E. G., & Gomboeva, S. V. (2006). Methodical instructions for a laboratory workshop on the courses “Sanitary Microbiology”, “Sanitary and Microbiological Control in Production”. CPV “Microbiology”, Ulan-Ude: Publishing house ESSTU.

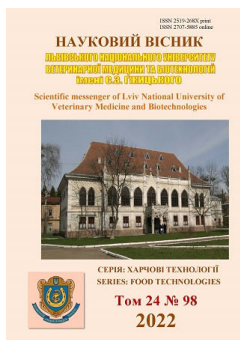
Ivanko, O. M., & Bidenko, L. I. (2012). Modern methods of wastewater disinfection (literature review). *Problems of military health care*, 33, 137–150.

Ivanova, O. E., Bogdanov, M. V., & Kazantseva, V. A. (1985). Inactivation of Enteroviruses in Wastewater by Ozone. *Virology*, 6, 693–697.

Kim, H., Kwon, S., Han, S., Yu, M., Gong, S., & Colosimo, M. (2006). New process control strategy for wastewater chlorination and dechlorination using ORP/pH. *Water Science & Technology*, 53(4-5), 431–438. DOI: 10.2166/wst.2006.099.

Kuznetsov, O. V. (2008). Hygienic evaluation of efficacy of wastewater treatment and disinfection by sanitary-virological indicators (analytical studies). *Actual problems of transport medicine*, 2(12), 103–106.

- Lazarova, V., Liechti, P., Savoye, P., & Hausler, R. (2013). Ozone disinfection: main parameters for process design in wastewater treatment and reuse. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 3(4), 337–345. DOI: 10.2166/wrd.2013.007.
- Li, D., Zeng, S., Gu A., He, M., & Shi, H. (2013). Inactivation, reactivation and regrowth of indigenous bacteria in reclaimed water after chlorine disinfection of a municipal wastewater plants. *Journal of Environmental Science*, 25(7), 1319–1325. DOI: 10.1016/s1001-0742(12)60176-4.
- Lurie, Y. Y. (1984). Analytical chemistry of industrial wastewater. M.: Chemistry.
- Naidenko, V. V., Kolesov, Y. F., & Klochihin, V. Z. (1985). The use of ozonation in technological processes of biological treatment and wastewater treatment, VII All-Union Symposium on modern problems of forecasting, water quality control of reservoirs and ozonation Thes. doc. Tallinn, 54–57.
- Otterholm, H., & Jadesjo, G. (2000). Chlorine dioxides water treatment promise water, 21–22.
- Petrenko, N. F., Mokienko, A. V., Sozinova, E. K., & Shutko, M. V. (2007). Chlorine dioxide as a means of disinfecting wastewater (literature review and own research). *Occupational Hygiene*, 50, 60–65.
- PNA F 14.1:2:4.186-02 (edition 2006 y.). Methodology for measuring the mass concentration of benz (a) pyrene in natural samples, drinking and wastewater by high performance liquid chromatography (HPLC) using the Fluorat-02 fluid analyzer as a fluorimetric detector (M 01-21-2001).
- Portnaia, T. V., & Saltanov, U. M. (2015). Biotechnology in fish farming. Growing live feed: guidelines for laboratory studies, Gorki: BSAU.
- Rodríguez, A., Rosal, R., Perdígón-Melón, J. A., Mezcua, M., Agüera, A., Hernando, M. D., Letón, P., Fernández-Alba, A. R., & García-Calvo, E. (2008). Ozone-Based Technologies in Water and Wastewater Treatment. In: *The Handbook of Environmental Chemistry*. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/698_5_103.
- Romanenko, N. A., Shkavro, Z. M., & Pronina, A. V. (1987). Disinfection of marine sewage from helminth eggs. *Hygiene and sanitation*, 8, 89–90.
- Rusanova, N. A., & Ovechkina, G. V. (2002). Chlorination and dechlorination of municipal wastewater. *Water supply and sanitary equipment*, 2, 30–32.
- Silva, G. H. R., Daniel, L. A., Bruning, H., & Rulkens, W. H. (2010). Anaerobic effluent disinfection using ozone: By-products formation. *Bioresource Technology*, 101(18), 6981–6986. DOI: 10.1016/j.biortech.2010.04.022.
- Solovieva, Z. F., & Maliuchenko, I. O. (2005). Environmental aspects of water treatment with chlorine dioxide. *Scientific Note of NaUKMA. Biology and ecology*, 43, 69–71.
- Tripathi, S., Tripathi, D. M., & Tripathi, B D. (2011). Removal of Organic Content and Color from Secondary Treated Wastewater in Reference with Toxic Potential of Ozone During Ozonation. *Hydrol Current Res*, 2(1), 1000111. DOI: 10.4172/2157-7587.1000111.
- Ushchenko, V. P., Popov, Y. V., Pavlova, S. V., & Baeva, E. V. (2011). Ozonation as a process in wastewater treatment technology, Online newspaper VolgSAAU. Ser.: Politica, Ed. 3(17).
- Vaezi, F., Naddafi, K., Karimi, F., & Alimohammad, M. (2004). Application of chlorine dioxide for secondary effluent polishing. *International Journal of Environmental Science & Technology*, 1(2), 97–101. URL: <http://www.bioline.org.br/pdf?st04012>.
- White, G. C. (1992). Handbook of chlorination and alternative disinfectants. 3rd. Ed., Van Nostrand Reinhold, 890–1039.
- Yusuphuzhaeva, A. M. (2017). The use of ozone for the purification of industrial wastewater that has undergone biological treatment. *Young scientist*, 23(2), 14–16. URL: <https://moluch.ru/archive/157/44482>.



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-f9805
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 664.141

Development of technology for receiving enriched sugar

M. Samilyk, D. Korniienko✉

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

Article info

Received 20.06.2022
Received in revised form
21.07.2022
Accepted 22.07.2022

Sumy National Agrarian
University, Herasyrna
Kondratieva Str., 160,
Sumy, 40000, Ukraine,
Tel.: +38-095-092-61-51
E-mail: dashatelenkova@ukr.net

Samilyk, M., & Korniienko, D. (2022). Development of technology for receiving enriched sugar. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 25–29. doi: 10.32718/nvlvet-f9805

Carbohydrates play an important role in nutrition, especially sugar, it is an integral part of many products, both ready and raw. The norm of sugar consumption per day is 25 g (no more than 5 spoons per day). The issue of increasing the biological value of sugar is relevant, as it plays an important role in human nutrition. Almost no one is engaged in the production of enriched sugar in Ukraine, only a few developments of sugar with functional properties are presented. But this topic is quite relevant in the world, scientists are developing enrichment schemes with regional raw materials. The purpose of our research is to develop a technology for obtaining enriched sugar by using wild berries of regional importance, using the osmotic dehydration method. During the study, standard organoleptic and microbiological methods of functional sugar assessment were used. The article presents a technological scheme for the production of enriched sugar, determined the amount of osmotic syrup that should be used to obtain lump sugar to give it positive organoleptic indicators. Microbiological indicators were determined during long-term storage for 6 months. The presence of biologically active substances in sugar increases its chemical composition. Enriched sugar contains not only carbohydrates, but also amino acids, coloring and flavoring substances. According to organoleptic indicators, sea buckthorn sugar received the highest rating. All four types of enriched sugar have a high storage capacity, the development of harmful microflora is not observed after 6 months of storage. The results of the conducted research showed that the developed technology for the production of enriched sugar can be used at the production facilities of operating sugar factories. But on the condition of additional installation of the apparatus for carrying out osmotic dehydration. Functional sugar can be used as a sweetener for tea, coffee, water; and sweet connoisseurs can use it instead of candies.

Key words: osmotic dehydration, wild berries, organoleptic indicators, microbiological indicators.

Розроблення технології одержання збагаченого цукру

М. М. Самілик, Д. А. Корнієнко✉

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

Вуглеводи відіграють важливу роль в харчуванні, особливо цукор, він є невід'ємною частиною багатьох продуктів, як готових, так і в сировині. Норма споживання цукру в день становить 25 г (не більше 5 ложок в день). Питання підвищення біологічної цінності цукру є актуальним, оскільки він відіграє важливу роль в харчуванні людини. Виготовленням збагаченого цукру в Україні не займається майже ніхто, представлено лише декілька розробок цукру з функціональними властивостями. Але в світі ця тема досить актуальна, науковці розробляють схеми збагачення з регіональною сировиною. Метою нашого дослідження є розроблення технології одержання збагаченого цукру за рахунок використання дикорослих ягід регіонального значення, використовуючи метод осмотичної дегідратації. Під час дослідження використано стандартні органолептичні та мікробіологічні методи оцінки цукру функціонального призначення. У статті представлена технологічна схема виробництва збагаченого цукру, визначена кількість осмотованого сиропу, який доцільно використовувати для отримання кускового цукру для надання йому позитивних органолептичних показників. Визначено мікробіологічні показники при тривалому зберіганні протягом 6 місяців. Наявність біологічно активних речовин в цукрі підвищує його хімічний склад. Збагачений цукор містить не лише вуглеводи, а й амінокислоти, барвні та ароматуючі речовини. За органолептичними показниками найвищу оцінку отримав обліпиховий цукор. Всі чотири види збагаченого цукру мають високу здатність до зберігання, розвиток шкідливої мікрофлори не спостерігається через 6 місяців зберігання. Ре-

зультати проведених досліджень показали, що розроблена технологія вироблення збагаченого цукру може бути використана на виробничих потужностях діючих цукрових заводів. Але за умови додаткового встановлення апарату для проведення осмотичної дегідратації. Цукор функціонального призначення можна використовувати в якості підсолоджувача до чаю, кави, води; а поціновувачам солодкого можна вживати замість цукерок.

Ключові слова: осмотична дегідратація, дикорослі ягоди, органолептичні показники, мікробіологічні показники.

Вступ

Цукор, як і решта вуглеводів, є невід'ємною частиною здорового раціону. Він є основним джерелом енергії, необхідної для роботи мозку, м'язів та кожної клітини організму. Водночас надмірне споживання вуглеводів призводить до надлишку глюкози в крові, що провокує низку порушень в організмі. Норма споживання цукру на день – 25 г. Білий кристалічний цукор та цукор пресований використовуються лише як підсолоджувачі для посилення солодкого смаку деяких продуктів (напоїв). Також цукор використовується як консервант та основна сировина у виробництві цукрових кондитерських виробів. При цьому цукор позбавлений корисних харчових інгредієнтів, таких як вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти тощо. Внесення природних біологічно-активних речовин до складу цукру дозволить не лише розширити асортимент цукрів, а й підвищити їхню біологічну цінність.

Питанням підвищення біологічної цінності цукру займається багато науковців у всьому світі. Було розроблено технологію одержання цукру з біологічно активними речовинами з афінаційного жовтого цукру та сиропу з додаванням плодів шипшини. Експериментально встановлено, що для кращого формування кубиків цукру, необхідно використовувати сироп концентрацією 70–75 %, та 1–5 % подрібнених плодів шипшини (Kylneva et al., 2018).

Розроблено технологію отримання фінікового цукру світло-коричневого кольору із фінікового сиропу (Mirza et al., 2022).

Обґрунтовано доцільність переробки плодів манго для виробництва цукру (Nurkolis et al., 2020). Доведено, що манго є перспективною сировиною для виробництва цукру. В плодах манго міститься велика кількість харчових волокон, кверцетину, кемпферолу, вітаміну Е, β-каротину і вітаміну С, які можуть нормалізувати рівень ліпідів та впливати на зниження рівня глюкози в крові.

Запропоновано технологію цукру (Greene et al., 2017), збагаченого вітаміном А. Так, як вітамін А краще засвоюється саме з сахарозою.

Малазійськими вченими досліджено виробництво цукру з волокон мезокарпа (олійної пальми). Біомаса мезокарпа олійної пальми багата на целюлозу та геміцелюлозу, тому може бути відповідним субстратом для виробництва біоцукру (Deba et al., 2017).

Проведене дослідження щодо виробництва цукру з водоростей *Gracilaria verticosa* (Kwon et al., 2016).

Запропоновано виготовлення лігноцелюлозного цукру (Throupa et al., 2022) з деревини або листової біомаси. Сільськогосподарські відходи (цукрової тростини, кукурудзяна солома, пшенична, рисова солома, світчграс) пропонується переробляти на цукор.

Досліджено спосіб добування цукру з грибів Целюлосоми (Lee et al., 2021).

Науковцями Інституту продовольчих ресурсів НААН України, розроблено технологію збагачення білого цукру натуральними добавками з рослинної сировини, а саме підібрані різні сорти м'яти, ягоди малини, чорноплідної горобини, калини, обліпихи та коріння імбиру.

Аналіз показав, що використання альтернативних видів сировини у виробництві цукру є питанням актуальним. Як сировину для збагачення цукру нами запропоновано використовувати сировину регіонального значення – дикорослі ягоди.

Відомі дослідження щодо використання бузини, калини, горобини у виробництві оздоровчих продуктів. Розроблено технологію кисломолочних десертів з використанням порошків дикорослих ягід (Dienaitė et al., 2021).

Литовськими науковцями представлено дослідження екстракції ягід обліпихи із вилученням з них біологічно активних речовин Отриманий екстракт запропоновано використовувати як добавку до майонезу, здатну поліпшувати його окислювальну стабільність.

Враховуючи хімічний склад дикорослих ягід та їхні органолептичні властивості, вони стануть гарною сировиною для збагачення цукру.

Мета дослідження

Метою дослідження є розробка технології пресованого цукру, збагаченого біологічно активними речовинами.

Для досягнення поставленої мети поставлено такі завдання дослідження:

- розробити технологію вироблення збагаченого цукру;
- дослідити органолептичні показники збагаченого цукру;
- дослідити мікробіологічну стабільність збагаченого цукру при зберіганні.

Матеріал і методи досліджень

В основі нової технології вироблення збагаченого цукру пропонується використовувати процес осмотичної дегідратації.

Осмотична дегідратація є багатокомпонентним процесом дифузії (Gribova & Eliseeva, 2017) з трьома типами масоперенесення: відтік води з тканини сировини; перенесення розчиненої речовини з осмотованого розчину в продукт; вилучення з розчинних речовин тканини сировини вітамінів, органічних кислот, мінеральних речовин.

За запропонованою технологією (рис. 1), відмиті кондиційні ягоди калина (*Viburnum opulus*), обліпиха

(*Hippophae rhamnoides L.*), бузина (*Sambucus nigra*), горобина (*Sorbus aucuparia*) поміщають в апарат для осмотичної дегідратації, в якому попередньо приготований 70 % цукровий розчин (температура 60–65 °С). При змішуванні з ягодами, температура цукрового розчину знижується до температури осмотичної дегідратації – 50 °С. Протягом 1 години при постійному перемішуванні відбувається часткове зневоднення ягід. Разом із клітинним соком у цукровий розчин переходять деякі біологічно активні речовини.

Після цього ягоди відокремлюються від цукрового

розчину і відправляються на виробництво харчових добавок. А цукровий розчин використовується для виробництва пресованого цукру. Вологість цукру перед пресуванням має бути в межах 1,6–3,5 %, а його оптимальна температура – 45–55 °С. Зазвичай у промислових умовах цукор перед пресуванням зволожують сиропом або гарячою артезіанською водою. Ретельно перемішану суміш осмотичного розчину та цукру поміщували у силіконові форми, спресовували вручну та висушували у конвективній лабораторній сушарці при температурі 80–85 °С.

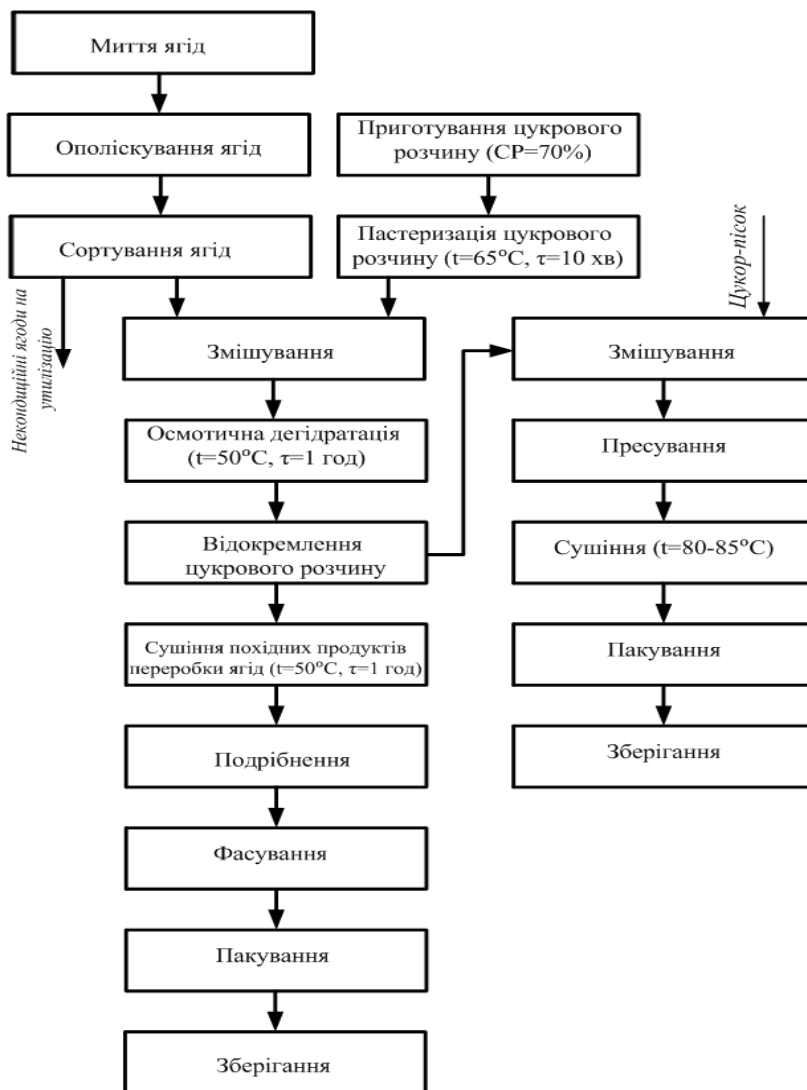


Рис. 1. Технологічна схема вироблення збагаченого цукру

Результати та їх обговорення

Органолептичну оцінку збагачених цукрів проводили за певною кількістю дескрипторів (табл. 1) з використанням десятибальної шкали за усередненими даними.

Оскільки у державному стандарті на цукор (ДСТУ 4623-2006) та міжнародному стандарті (ICUMSA 150) відсутні характеристики, які б описували збагачений цукор, дескриптори органолептичної оцінки було сформовано самостійно. При цьому враховувалися органолептичні показники пресованого цукру. Орга-

нолептичну оцінку проводили непрофесійні дегустатори різного віку та статі (10 осіб). Кожному суб'єкту було доручено пройти два сенсорні тести: тестування кристалічного пресованого цукру та його розчинів. Кожне випробування проводилося у два різні дні з 9:00 до 10:30 (мінімум через 2 години після сніданку). Крім того, піддослідних проінструктували не палити і не пити каву за 60 хвилин до тесту. Усі органолептичні тести проводились у дегустаційній залі лабораторії технологій харчування Сумського національного аграрного університету та завершувалися до 11 години ранку. Результати дослідження показано на рис. 2.

Таблиця 1
Органолептичні показники збагачених цукрів

Назва показника	Характеристика
Зовнішній вигляд	Забарвлення характерне для кольору добавки
Запах і смак	Солодкий з незначним запахом і присмаком відповідної натуральної добавки
Чистота розчину	Розчин цукру є таким, що має слабу опалесценцію без нерозчинного осаду, механічних та інших домішок

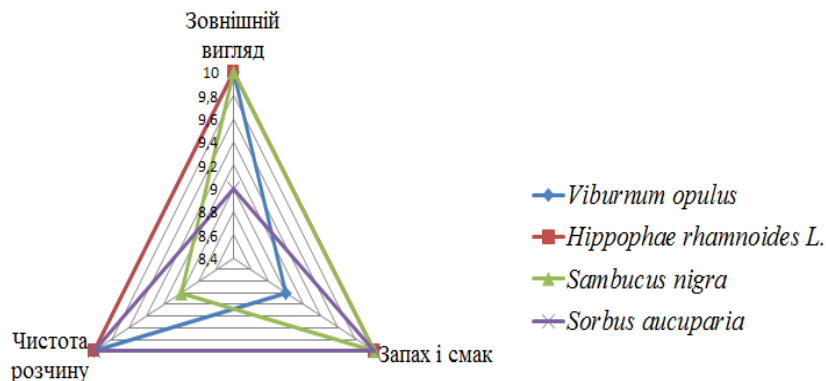


Рис. 2. Результати органолептичної оцінки

Аналіз показав, що за всіма органолептичними показниками найвищу оцінку отримав цукор, збагачений обліпихою (*Hippophae rhamnoides L.*). Цукор, збагачений калиною (*Viburnum opulus*), мав виражений запах та смак ягоди. А цукор із бузиною (*Sambucus nigra*) відрізнявся дещо нижчою чистотою розчину. У зразку із додаванням горобини (*Sorbus aucuparia*) відчувалася приємна гірчинка, притаманна ягоді, яка спричинена наявністю в осмотичному розчині сорбінової кислоти. Всі цукрові розчини без механічних домішок.

Цукор зберігали протягом 6 місяців, після цього визначили мікробіологічні показники, а саме: бактерії групи кишкових паличок (коліформи), кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, плісневі гриби та дріжджі. Дослідження проводили за ДСТУ 4623:2006. На рисунку 3 показано результати мезофільних аеробних і анаеробних мікроорганізмів. Зразок 1 – бузиновий цукор, зразок 2 –

калиновий, 3 – горобиний, ріст відсутній, а в зразку 4 – ріст МАФАМ, але відповідають нормі $3 \cdot 10^1$.

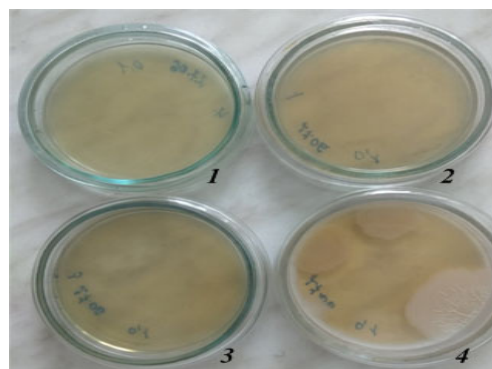


Рис. 3. Результати МАФАМ

Результати дослідження мікробіологічної стійкості наведено в таблиці 2.

Таблиця 2
Результати дослідження мікробіологічних показників

Найменування показника	Нормативний показник	Цукор збагачений			
		<i>Viburnum opulus</i>	<i>Hippophae rhamnoides L.</i>	<i>Sambucus nigra</i>	<i>Sorbus aucuparia</i>
МАФАМ	$1 \cdot 10^3$	ріст відсутній	$3 \cdot 10^1$	ріст відсутній	ріст відсутній
Плісневі гриби	$1 \cdot 10$	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній
Дріжджі	$1 \cdot 10$	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній
БГКП	не допускаються	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній	ріст відсутній

Таким чином, при зберіганні збагаченого цукру не спостерігається розвитку шкідливої мікрофлори. Здатність цукру до зберігання є подібною до звичайного білого кристалічного цукру-піску або пресованого цукру.

Висновки

Результати проведених досліджень показали, що розроблена технологія вироблення збагаченого цукру може бути використана на виробничих потужностях діючих цукрових заводів. Але за умови додаткового встановлення апарату для проведення осмотичної дегідратації. При осмотичній дегідратації у цукровий

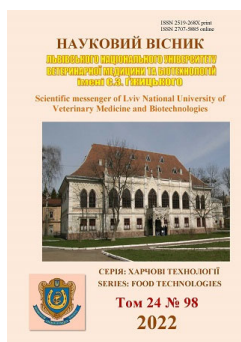
розчин переходять не лише біологічно активні речовини, а й смако-ароматичні. Вони надають цукру приємних органолептичних властивостей. Збагачений цукор має високу здатність до зберігання, розвитку шкідливої мікрофлори не спостерігається протягом 6 місяців зберігання.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Deba, A. A., Zain, N. A. M., & Salleh, M. (2017). Bio-sugar production from oil palm mesocarp fiber using viscozyme. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, Pakistan, 21, 6225–6237. URL: http://eprints.utm.my/id/eprint/75371/1/MadiyahSalleh_BiosugarProductionfromOilPalmMesocarp.pdf.
- Dienaitė, L., Baranauskienė, R., & Rimantas-Venskutonis, P. (2021). Lipophilic extracts isolated from European cranberry bush (*Viburnum opulus*) and sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berry pomace by supercritical CO₂ – Promising bioactive ingredients for foods and nutraceuticals. *Food Chemistry*, 348, 68–75. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.129047.
- Greene, M. D., Kabaghe, G., Musonda, M., & Palmer, A. C. (2017). Retail Sugar From One Zambian Community Does Not Meet Statutory Requirements for Vitamin A Fortification. *Food and Nutrition Bulletin*, 38(4), 594–598. DOI: 10.1177/0379572117733841.
- Gribova, N.A., & Eliseeva, L.G. (2017). Osmoticheskaja degidratacija plodovo-jagodnogo syr'ja v pishhevoj promyshlennosti. *Proceedings of VSUET*, 2, 134–142. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osmoticheskaya-dehidratatsiya-plodovo-yagodnogo-syr'ya-v-pischevoy-promyshlennosti> (in Russian).
- Kwon, O. M., Kim, D. H., Kim, S. K., & Jeong, G. T. (2016). Production of sugars from macro-algae *Gracilaria verrucosa* using combined process of citric acid-catalyzed pretreatment and enzymatic hydrolysis. *Algal Research*, 13, 293–297. DOI: 10.1016/j.algal.2015.12.011.
- Kylneva, N. G., Gybin, A. S., & Biraro, G. E. (2018). Razrabotka i obosnovanie sposoba polychenia sahara sbiologichno aktivnumu dobavkamu. *Sahar*, 5, 36–39 (in Russian).
- Lee, M. E., Shina, S. K., Ohd, J. J., Hwanga, D. H., Koa, Y. J., Hyeonabc, J. E., & Han, S. O. (2021). Enzymatic production of sugar from fungi and fungi-infected lignocellulosic biomass by a new cellulosomal enzyme harboring N-acetyl-β-d-glucosaminidase activity. *Bioresource Technology*, 319, 34–48. DOI: 10.1016/j.biortech.2020.124242.
- Mirza, D. F., Alindra, D. A., & Yuniar, K. (2022). Increasing The Productivity Of Palm Sugar Through High Degree Of Crystalline Sugar Production. *International Journal of Science, Technology & Management*, 3(1), 1–5. DOI: 10.46729/ijstm.v3i1.433.
- Nurkolis, F., Surbakti, F. H., Sabrina, N., Azni, I. N., & Hardinsyah, H. (2020). Mango Sugar Rich in Vitamin C: A Potency for Developing Functional Sugar Rich in Antioxidants. *Food Science and Nutrition*, 4(2), 764–765. DOI: 10.1093/cdn/nzaa052_034.
- Throupa, J., Martíneza, J. B. G., Balsb, B., Catesac, J., Pearced, J. M., & Denkenbergerac, D. C. (2022). Rapid repurposing of pulp and paper mills, biorefineries, and breweries for lignocellulosic sugar production in global food catastrophes. *Food and Bioproducts Processing*, 131, 22–39. DOI: 10.1016/j.fbp.2021.10.012.



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-f9806
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 621.37:637.142

The influence of pulsed electric fields on the dynamics of milk fermentation

R. S. Svyatnenko[✉], A. I. Marynin, U. H. Kuzmyk, S. V. Pozniakovskiy

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

Article info

Received 23.06.2022

Received in revised form
25.07.2022

Accepted 26.07.2022

National University of
Food Technologies,
Volodymyrska Str., 68,
Kyiv, 01601, Ukraine.
Tel: +38 (044) 289-95-55
E-mail: Svyatnenko@i.ua

Svyatnenko, R. S., Marynin, A. I., Kuzmyk, U. H., & Pozniakovskiy, S. V. (2022). The influence of pulsed electric fields on the dynamics of milk fermentation. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 30–34. doi: 10.32718/nvlvet-f9806

Developing and producing competitive milk and milk-containing products with high nutritional, biological value, and long shelf life are promising directions for the innovative development of the dairy industry. Pasteurized products of the whole milk group are of the most significant interest. One of the strategic areas of milk processors' work is to improve the quality of raw materials and their processing technology. In this regard, the development and improvement of physical and biotechnological methods, which improve the microbiological safety of raw materials and, ultimately, increase the shelf life and quality of the finished product, is of undoubted interest. One of the promising innovative methods is the use of pulsed electric fields (PEF). The main advantages of this technology are the preservation of sensory properties of products, versatility, which allows them to be used in various technological processes, and economy due to the use of a whole complex of high-intensity physical factors. In the Problem Research Laboratory of the National University of Food Technologies, experimental studies were conducted to study the effect of pulsed electric fields on the dynamics of milk fermentation using an experimental setup developed by specialists at Kharkiv Polytechnic Institute. A comparative analysis of the physicochemical indicators of PEF with an electric field intensity of 30 kV/cm during 30 s with pasteurization at a temperature of 85 °C was carried out. Significant changes in the composition and basic Physico-chemical parameters of milk did not occur under all processing modes, and the difference in the obtained values of the experimental parameters was within the margin of error. It was also established that when conducting a test on the effectiveness of heat treatment due to the effect of pulsed electric fields in samples of whole milk at a voltage of 30 kV/cm for 30 seconds, the absence of phosphatase and peroxidase was found. This fact means that the proposed processing method achieves the effect of pasteurization. The influence of PEF on the dynamics of fermentation of processed milk was studied, and it was established that PEF processing does not have a negative effect on the dynamics of milk fermentation since the results show that the processed samples do not slow down the process of lactic acid fermentation, which does not affect the reproduction of lactic acid bacteria to obtain the finished product.

Key words: pulsed electric field, whole milk, fermentation, mashing.

Дослідження впливу імпульсних електричних полів на динаміку сквашування молока

Р. С. Святненко[✉], А. І. Маринін, У. Г. Кузьмик, С. В. Позняковський

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Розробка та виробництво конкурентоспроможних молочних та молоковісних продуктів з високою споживчою та біологічною цінністю, тривалим терміном зберігання є одним із перспективних напрямків інноваційного розвитку молочної промисловості. Найбільший інтерес із цього погляду становлять пастеризовані продукти цільномолочної групи. Одним зі стратегічних напрямків роботи переробників молока є підвищення якості сировини та вдосконалення технології її переробки. У зв'язку з цим безсумнівний інтерес становить розробка та вдосконалення фізичних та біотехнологічних методів, що дозволяють поліпшити мікробіологічну безпеку сировини та в кінцевому підсумку підвищити якість і збільшити терміни зберігання готового продукту. Од-

ним із перспективних інноваційних методів є використання імпульсних електричних полів (ІЕП). Основними перевагами цієї технології є збереження харчових та смакових властивостей продуктів, універсальність, яка дозволяє застосовувати їх в різних технологічних процесах, економічність завдяки використанню цілого комплексу високоінтенсивних фізичних факторів. В Проблемній науково-дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій були проведені експериментальні дослідження з метою вивчення дії впливу імпульсних електричних полів на динаміку сквашування молока з застосуванням експериментальної установки, яка розроблена фахівцями в НТУ "Харківський Політехнічний Інститут". Проведено порівняльний аналіз фізико-хімічних показників ІЕП з напруженістю електричного поля 30 кВ/см та часом 30 с з пастеризацією при 85 °С. Як засвідчив аналіз отриманих результатів, суттєвих змін складу і основних фізико-хімічних показників молока не відбувалось за усіх режимів оброблення, а різниця в отриманих величинах дослідних показників перебувала в межах похибки. Також встановлено, що при проведенні проби на ефективність термічного оброблення завдяки впливу імпульсних електричних полів в зразках незбираного молока за напруженості 30 кВ/см протягом 30 с виявлено відсутність фосфатази та пероксидази. Цей факт дає підстави стверджувати, що при запропонованому методі обробки досягається ефект пастеризації. Досліджено вплив ІЕП на динаміку сквашування обробленого молока та встановлено, що обробка ІЕП не має негативного впливу на динаміку сквашування молока, оскільки з результатів видно, що оброблені зразки не вповільнюють процес молочнокислого бродіння, чим не впливають на розмноження молочнокислих бактерій для отримання готового продукту.

Ключові слова: імпульсне електричне поле, незбиране молоко, ферментування, скашування.

Вступ

Важлива роль у забезпеченні та підтриманні життєдіяльності людини належить кисломолочним продуктам, які у загальній структурі виробництва молочної продукції в Україні сьогодні займають 15 %. Одним з популярних кисломолочних продуктів, що широко використовується в раціоні харчування людей у багатьох країнах світу, є йогурт (Jouki et al., 2021). Йогурт – це кисломолочний продукт із підвищеним вмістом сухих речовин, який виробляють сквашуванням молока культурами видів *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Даний продукт належать до продуктів функціонального харчування, оскільки вони містять молочнокислі мікроорганізми та біфідобактерії. Пробиотики, що містяться в йогуртах, позитивно впливають на функціонування мікрофлори людини, виконують імунностимулюючу та вітаміноутворюючі функції в організмі (Kambulova et al., 2020).

Для виробництва кисломолочної продукції, зокрема йогурту, необхідно використовувати якісне молоко, яке відповідає органолептичним та фізико-хімічним показникам (Serdyukova et al., 2021).

Відомі технології оброблення молока базуються на його термічному обробленні. Даний тип обробки традиційно використовується в молочної промисловості для продовження терміну зберігання харчових продуктів шляхом усунення патогенних мікроорганізмів, а також сприяння інактивації ферментів (Koca et al., 2018). Незважаючи на ефективність, теплова обробка негативно впливає на оброблений продукт через зміни сенсорних властивостей, таких як колір, текстура та смак (Barba et al., 2012., Shevchenko et al., 2020). Крім того, це може призвести до втрати поживного складу, наприклад, зменшення деяких біологічно активних сполук, втрати вітамінів, окислення ліпідів і денатурації білка, що призведе до низької якості продукту (Choudhary & Bandla, 2012). Іншим недоліком є те, що термічна обробка вимагає високого споживання енерговитрат (Barba et al., 2017).

В даний час у світі широко використовуються інноваційні технології переробки харчових продуктів (Marinin, 2007). Ці нові технології мають переваги, оскільки можуть сприяти значному скороченню часу оброблення порівняно зі звичайними методами, що

призводить до зниження витрат на електроенергію та безпечність харчових продуктів (Misra et al., 2017).

Одним із перспективних інноваційних методів є використання імпульсних електричних полів. Основними перевагами цієї технології є збереження харчових та смакових властивостей продуктів, універсальність, яка дозволяє застосовувати їх в різних технологічних процесах, економічність завдяки використанню цілого комплексу високоінтенсивних фізичних факторів, екологічність за рахунок виключення використання теплової енергії і хімічних консервантів (Svyatnenko et al., 2017).

Даним напрямком досліджень присвячені чисельні роботи професора Бойка М. І., в яких (Boiko et al., 2001; Boiko, 2002), подано опис ІЕП-технології (або КВІД-технології, де КВІД – комплекс високовольтних імпульсних дій), експериментальних установок та камер різних типів для реалізації даної технології. Деякі результати досліджень щодо оброблення рідких харчових продуктів за допомогою КВІД наведено в (Svyatnenko et al., 2016). Автори (Svyatnenko et al., 2017; Svyatnenko et al., 2018), стверджують, що імпульсна обробка дозволяє зберігати харчову і біологічну цінність дослідних зразків порівняно з традиційною тепловою пастеризацією, а тим паче високотемпературною стерилізацією.

Мета дослідження

Метою даного дослідження було встановити, як впливають ІЕП обробленого молока на динаміку сквашування йогурту.

Матеріал і методи досліджень

Сквашуванню піддавали такі дослідні зразки: нормалізоване молоко, що пастеризували за температури 85 °С і охолоджували до температури заквашування (40...45 °С) (контроль); нормалізоване молоко, що обробляли ІЕП при 15 кВ/см протягом 30 с і охолоджували за вищезазначеним режимом; нормалізоване молоко, що обробляли ІЕП 30 кВ/см протягом 30 с і охолоджували за вищезазначеним режимом.

Активну кислотність визначали на йонометрі універсальному Й-160 М.

Фізико-хімічні показники молока, аналізували за нормативними документами:

ДСТУ 4834:2007 “Молоко та молочні продукти. Правила приймання, відбирання та готування проб до контролювання”.

Вміст білка, лактози, жиру, сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ), густину визначали на ультразвуковому аналізаторі молока “ЕКОМІLK-Bond”.

Принцип роботи аналізатора заснований на зміні параметрів ультразвукових коливань при проходжен-

ні їх через молоко при заданих температурах і подальшою обробкою вимірювання за рівнянням залежності зміни швидкості і затухання ультразвукових коливань від показників якості (М.Д. жиру, білка, СЗМЗ, точки замерзання, кислотності, провідності, щільності).

Оброблення молока здійснювалося на експериментальній установці, яка розроблена фахівцями НТУ “Харківський політехнічний інститут”, що зображена на [рисунок 1](#).

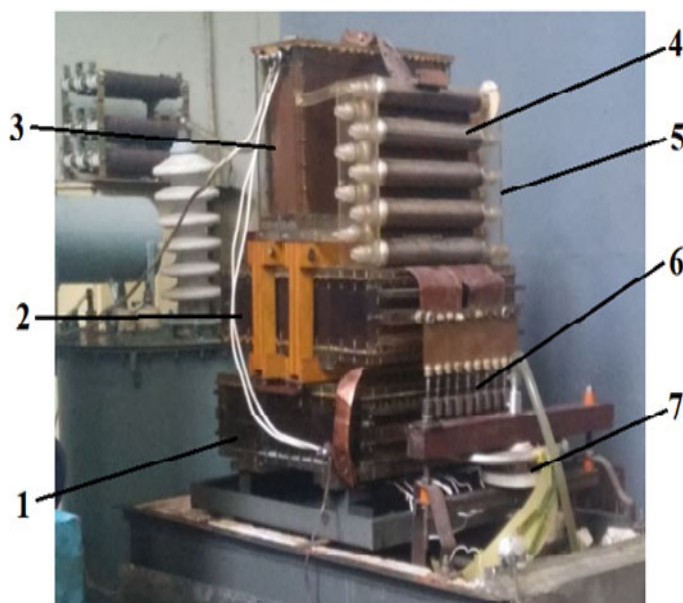


Рис 1. Експериментальна установка для оброблення імпульсними електромагнітними полями рідких середовищ: 1, 2, 3 – високовольтні конденсатори; 4 – багатозазорний розрядник; 5 – захисний екран; 6 – металеві шпильки; 7 – робоча камера (РК); L_0 – дросель; Т – трансформатор ИОМ-100/100; L_1-L_3 – паразитні індуктивності; P_1-P_3 – іскрові розрядники; C_1-C_3 – смісний накопичувач енергії; C_0 – батарея конденсаторів; СК – система керування; С – осцилограф

Установка працює таким чином. При підключенні генератора до мережі ([рис. 1](#)) конденсатор 1 заряджається до напруги, рівної пробивній напрузі багатозазорного розрядника 6. Після пробію цього розрядника відбувається імпульсний заряд конденсатора 2 з ємністю 7.4 або 3.7 нФ до напруги пробією розрядника P_2 . Пробією розрядника P_2 , проходить по високовольтному виводі, який складається з 10 пар змінних електродів, відбувається при утворенні з рівною ймовірністю іскри в будь-якій парі цих електродів. Після спрацювання розрядника P_2 конденсатор 3 з ємністю 3.2 або 1.6 нФ заряджається імпульсно протягом проміжку часу більш короткого, ніж конденсатор 2, внаслідок загострення фронту імпульсу на розряднику P_2 (індуктивності і L_3 - малі і суттєво не перешкоджають процесу загострення). Конденсатор 3 заряджається до напруги пробією розрядника P_3 , що містить, як і P_2 , десять пар конфронтуючих електродів. Спрацювання конденсатора 3 забезпечує друге загострення (укорочення) фронту імпульсу і подачу імпульсу на навантаження.

Результати та їх обговорення

Оскільки основною сировиною для виробництва йогуртів є молоко, першим етапом досліджень було встановлення впливу ІЕП на фізико-хімічні показники обробленого молока.

Відповідно до результатів, наведених в табл. 1, встановлено, що обробка ІЕП не відрізняється від традиційної пастеризації й фізико-хімічні показники схожі.

Варто зазначити, що при дослідженні на ефективність термічного оброблення в зразках незбираного молока після дії ІЕП за напруженості 15 кВ/см протягом 30 с і напруженості 30 кВ/см протягом 30 с виявлено відсутність фосфатази та пероксидази. Цей факт дає підстави стверджувати, що за ІЕП-обробкою досягається ефект пастеризації.

Визначивши фізико-хімічні показники молока ([табл. 1](#)), ми дослідили динаміку ферментування ([рис. 2](#)) та тривалість синерезису молока ([рис. 3](#)).

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники незбираного молока до та після оброблення

Показники	Вихідне незбиране молоко	Пастеризоване молоко	Оброблене ІЕП 30 с при 30 кВ/см
Масова частка %:			
Жир	3,57	3,56	3,54
СЗМЗ	7,8	7,9	7,7
Білок	2,91	2,81	2,92
Лактоза	4,40	4,40	4,40
Густина кг/м ³	1027,0	1027,5	2028,2
Фосфатаза	+	-	-
Пероксидаза	+	+	-

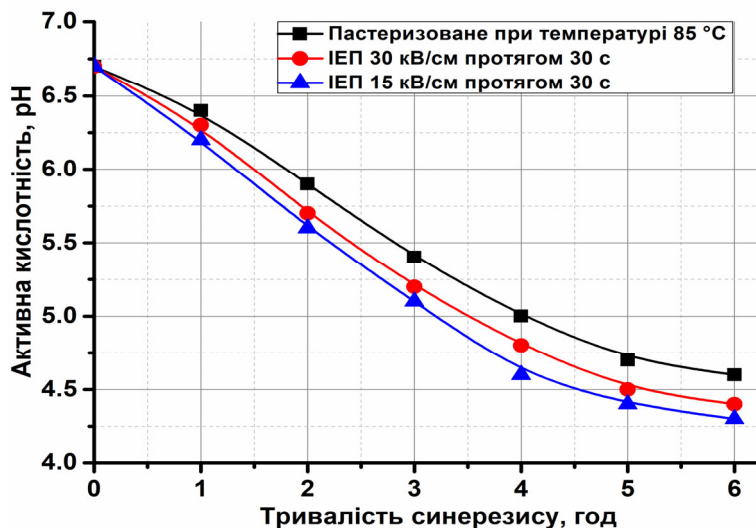


Рис. 2. Динаміка ферментування дослідних зразків молока в оброблених зразках порівняно з традиційною технологією

Динаміка наростання кислотності в досліджуваних зразках мала подібну тенденцію. Встановлено, що швидкість наростання кислотності в зразках нормалізованого молока, попередньо оброблених ЕП, була дещо вищою за контроль. Це можна пояснити відсут-

ністю впливу на нативні властивості молока, структуру білка, сольовий баланс.

В усіх дослідних зразках через 6 годин ферментування утворювався щільний кисломолочний згусток (рис. 3).

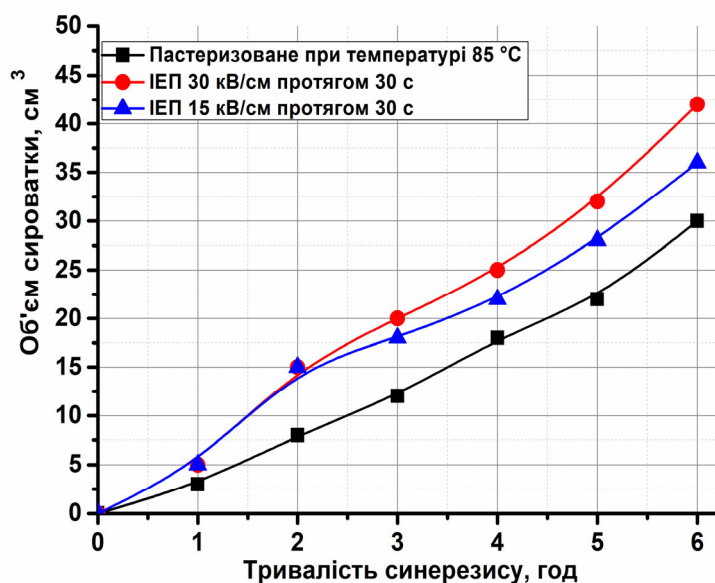


Рис. 3. Тривалість синерезису оброблених зразках

З результатів (рис. 2–3) видно, що оброблені зразки ІЕП не вповільнюють процес молочнокислого бродіння, чим не впливають на розмноження молочнокислих бактерій для отримання готового продукту.

Висновки

Проведено порівняльний аналіз фізико-хімічних показників ІЕП 30кВ/см протягом 30 с з пастеризацією при 85 °С. Встановлено, що обробка ІЕП не гірша від пастеризаційної. Досліджено вплив ІЕП на динаміку сквашування обробленого молока та виявлено, що обробка ІЕП не має негативного впливу на динаміку сквашування йогурту, оскільки з результатів видно, що оброблені зразки не вповільнюють процес молочнокислого бродіння, чим не впливають на розмноження молочнокислих бактерій для отримання готового продукту. Результати досліджень продемонстрували високу якість і безпеку оброблювальних зразків, що робить одержані результати дуже перспективними для широкомасштабного впровадження у харчовій промисловості.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frigola, A. (2012). High-pressure treatment effect on physicochemical and nutritional properties of fluid foods during storage: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11, 307–322. DOI: 10.1111/j.1541-4337.2012.00185.x.
- Barba, F. J., Koubaa, M., Prado-Silva, L., Orlie, V., & Sant'Ana, A. (2017). Mild processing applied to the inactivation of the main foodborne bacterial pathogens: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 20–35p. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.05.011.
- Boiko, N. Y. (2002). Tehnologii, osnovannye na vozdeystvii sil'nykh impul'snykh jelektricheskikh polej. Tehnicheskaja jelektrody-namika. Tematicheskij vypusk Problemy suchasnoj jelektrotehniki, 6, 94–99 (in Russian).
- Boiko, N. Y., Tur, A. N., Evdoshenko, L. S., Ivanov, V. M., Zaročentsev, A. Y., Rudakov, V. V., Bozhkov, A. Y. (2001). Ustanovka dlja obrabotki tekushchih produktov pri pomoshhi kompleksa vysokovol'tnykh impul'snykh dvigatelej i rezul'tatov issledovanija. Tehnicheskaja jelektrodinamika, 4, 59–63 (in Russian).
- Choudhary, R., & Bandla, S. (2012). Ultraviolet Pasteurization for Food Industry. *International Journal of Food Science and Nutrition Engineering*, 2(1), 12–15. DOI: 10.5923/j.food.20120201.03.
- Jouki, M., Khazaei, N., Rezaei, F., & Taghavian-Sacid, R. (2021). Production of synbiotic freeze-dried yoghurt powder using microencapsulation and cryopreservation of *L. plantarum* in alginate-skim milk microcapsules. *International Dairy Journal*, 122, 105133. DOI: 10.1016/j.idairyj.2021.105133.
- Kambulova, Yu., Zviahintseva-Semenets, Yu., Shevchenko, A., & Kokhan, O. (2020). Study of structural-mechanical characteristics of emulsion-foam systems of milk cream and hydrocolloids. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati, Fascicle VI – Food Technology*, 44(2), 85–103. DOI: 10.35219/foodtechnology.2020.2.06.
- Koca, N., Urgan, M., & Saatli, T. (2018). Ultraviolet light applications in dairy processing. In KOCA (Ed.). *Technological Approaches for Novel applications in dairy processing Intech Open* (Chapter 1). DOI: 10.5772/intechopen.74291.
- Marinin, A. I. (2007). Rozroblennja ta zastosuvannja impul'snogo elektrogidravlichnogo sposobu obrobennja sirovini roslinnogo pohodzhennja. PhD diss. (in Ukrainian).
- Misra, N. N., Koubaa, M., Roohinejad, S., Juliano, P., Alpas, H., Inácio, R. S., et al. (2017). Landmarks in the historical development of twenty-first century food processing technologies. *Food Research International*, 97, 318–339. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.05.001.
- Serdyukova, Y. P., Kazarova, I. G., Zakurdaeva, A. A., Gorlov, I. F., Anisimova, E. Y., & Mosolova, N. I. (2021). Fermented goat milk product: Improvement of the production technology. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 677(3), 032083. DOI: 10.1088/1755-1315/677/3/032083.
- Shevchenko, O. Iu., Simakhina, H. O., Shevchenko, A. O. (2020). Ozdorovche kharchuvannja v konteksti prodovolchoi bezpeky v Ukraini. *Naukovi pratsi NUKhT*, 26(6), 36–43. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/bitstream/123456789/33480/1/ssaoohvkptvu.pdf> (in Ukrainian).
- Sviatnenko, R. S., Ukrainets A. I., Marynin, A. I., Kochubei-Lytvynenko, O. V., Boiko M. I. (2018). Vplyv impul'snykh elektrychnykh poliv na aminokyslotnyi sklad nezbyranoho moloka. *Naukovi pratsi NUKh*, 1, 119–126. URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/26850> (in Ukrainian).
- Sviatnenko, R., Marynin, A., Kochubei-Litvynenko, O., & Boyko, M. (2017). Doslidzhennja vplyvu impul'snykh elektromagnitnykh poliv na orhanoleptychni pokaznyky nezbyranoho moloka. *NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii*. Seria: Kharchovi tekhnologii, 19(75), 157–160. URL: <https://nvlvet.com.ua/index.php/food/article/view/3075> (in Ukrainian).
- Sviatnenko, R., Marynin, A., Makogon, A., & Fursik, O. (2017). Vplyv impul'snykh elektrychnykh poliv na mikrobiologichni pokaznyky ta vmist vitaminu S v nezbyranomu molotsi. *NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii*. Seria: Kharchovi tekhnologii, 19(80), 29–32. DOI: 10.15421/nvlvet8006 (in Ukrainian).
- Sviatnenko, R., Marynin, A., Kochubei-Litvynenko, O., & Zakharevych, V. (2016). Vplyv impul'snogo elektromagnitnogo polia na zhyttiezdarnist escherichia coli v modelnomu rozchyni molochnoi syrovatky. *nvlvet veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii*. Seria: Kharchovi tekhnologii, 18(2), 92–94. DOI: 10.15421/nvlvet6818 (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-f9807
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 66.061.34

The Mathcad system usage in finding normal equations in the description of food extraction processes

L. M. Kolianovska✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 27.06.2022
Received in revised form
27.07.2022
Accepted 28.07.2022

Vinnitsia National Agrarian
University, Soniachna Str., 3,
Vinnitsia, Vinnitsia Region,
21000 Ukraine.
Tel: +38 063-325-97-89
E-mail: kolianovska73@gmail.com

Kolianovska, L. M. (2022). The Mathcad system usage in finding normal equations in the description of food extraction processes. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 35–39. doi: 10.32718/nvlvet-f9807

The article describes using electronic computer systems, particularly Mathcad when finding standard equations for building mathematical models of technological processes in the chemical and food industries. Classical mathematical models of the extraction process are usually based on analyzing the differential equation of diffusion under appropriate boundary and initial conditions. Also, when describing mathematical models, Fick's equation, the equation of the adsorption pore model of molecular-statistical studies, models that take into account the physics of the process of substance transfer in a capillary-porous medium, etc., are used. Modeling of mass transfer processes under the influence of the intensifying action of the microwave field is described in the studies for the systems "coffee – water" and "oak wood – water-alcohol solution", "coffee grounds – alcohol," "amorant – hexane," a mechanism of the combined process of mass transfer of extractive substances from a porous structure is proposed into solution. The description of mass transfer processes under the influence of microwave field intensification is rather complicated. The mass transfer of extractive substances from porous structures to the solution occurs through the distribution of concentrations at the "solid-solvent" interface. However, it passes from the inner part through the outer part, through the capillaries into the border diffusion layer. Complex mathematical models for mass transfer processes do not have analytical solutions. When using the Mathcad system to solve nonlinear systems of equations, it is recommended to use the built-in find function in the calculated Given block. Also, the universal function genfit is quite adequate, which makes it possible to determine unknown parameters for nonlinear combinations of functions by the method of least squares. This system was used in describing extraction processes in the structure of interaction "oil – containing raw materials – solvent" with the intensifying effect of the microwave field. Such simplified analytical description systems are recommended to be used along with experimental modeling with the classic use of similarity theory and the "dimensional analysis" method. The final result of these directions is the construction of sound engineering methods for the design of extractors for industrial purposes.

Key words: modeling, extraction, mass transfer, Mathcad system, oil-containing raw materials.

Використання системи Mathcad у знаходженні нормальних рівнянь в описі процесів екстрагування харчової сировини

Л. М. Коляновська✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

У статті викладено методику використання систем електронних обчислюваних машин, зокрема Mathcad, при знаходженні нормальних рівнянь в описі для побудови математичних моделей технологічних процесів хімічних і харчових галузей. Класичні математичні моделі процесу екстрагування зазвичай ґрунтуються на аналізі диференційного рівняння дифузії за відповідних граничних і початкових умов. Також при описі математичних моделей використовують рівняння Фіка, рівняння адсорбційної порової моделі молекулярно-статистичних досліджень, моделі, що враховують фізику процесу перенесення речовини в капілярнопористому середовищі та ін. Моделювання процесів масоперенесення під впливом інтенсифікуючої дії мікрохвильового поля описано в

дослідженнях для систем “кава – вода” та “деревина дуба – водоспиртовий розчин”, запропоновано механізм комбінованого процесу масоперенесення екстрактивних речовин з пористої структури у розчин. Опис процесів масоперенесення під впливом інтенсифікації мікрохвильового поля досить складний. Масоперенесення екстрактивних речовин з пористих структур у розчин відбувається шляхом розподілу концентрацій на межі “тверде тіло – розчинник”. Проходить з внутрішньої ділянки через зовнішню ділянку, через капіляри в приграничний дифузійний шар. Складні математичні моделі для процесів масоперенесення не мають аналітичних розв’язків. Для розв’язання нелінійних систем рівнянь рекомендовано використовувати вбудовану функцію *find* в обчислюваному блоці *Given*. Також досить ефективним є універсальна функція *genfit*, яка дає можливість методом найменших квадратів визначити невідомі параметри для нелінійних комбінацій функцій. Дану систему було використано в описі процесів екстрагування в структурі взаємодії “олієвісна сировина – розчинник” з інтенсифікуючою дією мікрохвильового поля. Такі спрощені аналітичні системи опису рекомендовано використовувати поряд із експериментальним моделюванням з класичним використанням теорії подібності та методу “аналізу розмірностей”, оскільки кінцевим результатом зазначених напрямків є побудова обґрунтованих інженерних методик для проектування екстракторів промислового призначення.

Ключові слова: моделювання, екстрагування, масоперенесення, система *Mathcad*, олієвісна сировина.

Вступ

Моделювання процесів масоперенесення під впливом інтенсифікуючої дії мікрохвильового поля описано в дослідженнях для систем “кава – вода” (Burdo & Rjashko, 2007), “деревина дуба – водоспиртовий розчин” (Terzijeve et al., 2012), “кавовий шлам – спирт” (Terzijeve et al., 2012), “аморант – гексан” (Burdo et al., 2009), запропоновано механізм комбінованого процесу масоперенесення екстрактивних речовин з пористої структури у розчин. Розподіл концентрацій на межі “тверде тіло-розчинник” відбувається з внутрішньої ділянки через зовнішню ділянку, через капіля-

ри в приграничний дифузійний шар. Для даного рішення використовують такі припущення:

- 1) швидкість руху розчину постійна по всьому перетину капіляра;
- 2) розчинна речовина дифундує від поверхні каналу в потік.

При аналізі опису моделювання процесів масоперенесення в працях Бурдо О. Г., Ряшко Г. М. рішенням крайової задачі стало визначення двовимірної трансформанти в шуканій функції з виконанням подвійного інтегрування. Кінцевим була заміна експоненціального виразу першими членами його розкладання в степеневий ряд, з урахуванням симетрії задачі. Остаточне рішення крайової задачі мало вигляд:

$$c(\tau, x, y) = \frac{1}{(1 - D\tau)^2} \left\{ \exp\left[\left(w_x + w_y\right)\tau - (|x| + |y|) + D\tau \exp\left(\frac{1}{\sqrt{D\tau}}\left[\left(w_x + w_y\right)\tau - (|x| + |y|) - \sqrt{D\tau} \left\{ \exp\left[\left(w_x + \frac{w_y}{\sqrt{D\tau}}\right)\tau - \left(|x| + \frac{|y|}{\sqrt{D\tau}}\right)\right] + \exp\left[\left(w_y + \frac{w_x}{\sqrt{D\tau}}\right)\tau - \left(|y| + \frac{|x|}{\sqrt{D\tau}}\right)\right] - \right\}\right]\right\} \right. \quad (1)$$

Початковою моделлю процесу в зазначених працях була модель (2), яка виведена шляхом введення беселевих функцій першого роду I_0 і I_1 :

$$\frac{X - X_p'}{X_s - X_p'} = 1 - 2 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \frac{I_0(a_n r / 0,5d)}{I_1(a_n)} \exp\left(-\frac{D}{w_0 r^2} a^2 Z\right). \quad (2)$$

При розгляді систем нормальних рівнянь математичних моделей процесів масоперенесення варто зазначити, що вони не мають аналітичних розв’язків. Для знаходження розв’язків зазначених систем рівнянь запропоновано використовувати чисельні методи, зокрема системи *Mathcad*.

Даний підхід ускладнений великою кількістю мікропараметрів. Якщо в моделі (2) перейти від мікропараметрів до макропараметрів, враховуючи вплив температури на процес екстрагування, то отримуємо напівемпіричну модель процесу:

$$C = A - \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma} \quad (3)$$

де C – концентрація олії в розчині;

A – значення максимальної концентрації олії у розчині при даних умовах досліду (розміри частинок твердої фази, тип розчинника, вплив мікрохвильового поля);

α – коефіцієнт, що характеризує вплив температури на процес екстрагування;

γ – коефіцієнт, що характеризує швидкість процесу при даній температурі;

T – температура процесу в даний момент часу τ ;

τ – час протікання процесу.

Розроблена математична модель досить добре описує технологічний процес, а коефіцієнти A , α , γ мають конкретний фізичний зміст. Тому математичну модель (3) доцільно застосовувати для дослідження процесу екстрагування.

Розробимо систему нормальних рівнянь для методу найменших квадратів (МНК) для моделі (3). Цільова функція для (3) має вигляд:

$$f(A, \alpha, \gamma, C_i, \tau_i) = \sum_{i=1}^n (C_i - C_{pi})^2 \quad (4)$$

де C_i – експериментальні значення концентрації в розчині;

C_{pi} – значення концентрації отримані при моделюванні.

$$C_i = A - \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma} \quad (5)$$

Цільова функція для рівняння (4) має вигляд:

$$f(A, \alpha, \gamma, C_i, \tau_i) = \sum_{i=1}^n \left(C_i - \left(A - \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma} \right) \right)^2 \quad (6)$$

Знайдемо частинні похідні від цільової функції (6) за параметрами A , α , γ .

$$\begin{cases} \frac{\partial f}{\partial A} = -2 \sum_{i=1}^n \left(C_i - A + \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma t_i} \right) \\ \frac{\partial f}{\partial \alpha} = 2 \sum_{i=1}^n \left(C_i - A + \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma t_i} \right) \frac{1}{T} e^{-\gamma t_i} \\ \frac{\partial f}{\partial \gamma} = -2 \sum_{i=1}^n \left(C_i - A + \frac{\alpha}{T} e^{-\gamma t_i} \right) \frac{\alpha t_i}{T} e^{-\gamma t_i} \end{cases} \quad (7)$$

Прирівнявши частинні похідні до нуля, отримаємо:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n C_i - \sum_{i=1}^n A + \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} = 0 \\ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n C_i e^{-\gamma t_i} - \frac{A}{T} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} + \frac{\alpha}{T^2} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} = 0 \\ \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n C_i t_i e^{-\gamma t_i} - \frac{\alpha}{T} A \sum_{i=1}^n t_i e^{-\gamma t_i} + \frac{\alpha^2}{T^2} \sum_{i=1}^n t_i e^{-\gamma t_i} = 0 \end{cases} \quad (8)$$

Після виконання елементарних перетворень над системою рівнянь (7) отримаємо:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n C_i - n \cdot A + \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} = 0 \\ \sum_{i=1}^n C_i e^{-\gamma t_i} - A \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} + \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n e^{-2\gamma t_i} = 0 \\ \sum_{i=1}^n C_i t_i e^{-\gamma t_i} - A \sum_{i=1}^n t_i e^{-\gamma t_i} + \frac{\alpha}{T} \sum_{i=1}^n t_i e^{-2\gamma t_i} = 0 \end{cases} \quad (9)$$

```
x := 1    y := 2    <- початкові наближення
Given
x^2 + e^x + y = 30    x · y - y^2 = -5    <- рівняння системи
(x1) := Find(x, y)    (x1) = (2.87141)
(y1) := Find(x, y)    (y1) = (4.09301)    <- корені системи рівнянь
x1^2 + e^x1 + y1 = 30    x1 · y1 - y1^2 = -5    <- перевірка розв'язку
```

Рис. 1. Розв'язування нелінійних рівнянь за допомогою системи Mathcad (Dzis' et al., 2002)

Поряд з цим в Mathcad вбудовано ряд функцій для аналізу даних та регресії, які реалізують методом найменших квадратів. Серед них є універсальна функція *genfit*, яка дає можливість методом найменших квадратів визначити невідомі параметри для нелінійних комбінацій функцій.

Функція *genfit* має формат:

$$V = \text{genfit}(t, C, P, F) \quad (11)$$

де *V* – вектор значень параметрів моделі;
t – вектор значень незалежної змінної;
C – вектор значень залежної змінної;
P – вектор початкових наближень;
F – функція задана в матричній формі, яка містить функцію *f* (τ) із невідомими параметрами *A*, α , γ та похідні по цих параметрах (рис. 2).

Обробка результатів теоретичних та експериментальних дослідження на ЕОМ групи досліджень (Ліс-тінг 1).

Упорядкуємо систему рівнянь (9), отримаємо систему нормальних рівнянь методу найменших квадратів для нелінійної залежності:

$$\begin{cases} n \cdot T \cdot A - \alpha \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} = \sum_{i=1}^n C_i \\ T \cdot A \sum_{i=1}^n e^{-\gamma t_i} - T \sum_{i=1}^n C_i e^{-\gamma t_i} - \alpha \sum_{i=1}^n e^{-2\gamma t_i} = 0 \\ T \cdot A \sum_{i=1}^n t_i e^{-\gamma t_i} - T \sum_{i=1}^n C_i t_i e^{-\gamma t_i} - \alpha \sum_{i=1}^n t_i e^{-2\gamma t_i} = 0 \end{cases} \quad (10)$$

де *n* – число пар значень *C_i*, *t_i*;
C_i – концентрація олій в розчині, (г/л);
t_i – час екстрагування, хв;
T – температура у даний момент часу, К;
A, α , γ – невідомі параметри залежності.

Система нормальних рівнянь (10) математичної моделі не має аналітичних розв'язків. Для знаходження розв'язків таких систем рівнянь застосовують чисельні методи з використанням ЕОМ (наприклад, система Mathcad, Matlab та інші). В Mathcad для розв'язання нелінійних систем рівнянь вбудована функція *find*. Функція *find* використовується в обчислюваному блоці *Given*. Блок *Given* має таку структуру (рис. 1).

$$F(t, A, \alpha, \gamma) := \begin{pmatrix} A - \frac{\alpha}{T} \exp(-\gamma \cdot t) \\ \frac{1}{T} e^{-\gamma t} \\ \frac{\alpha \cdot t \cdot e^{-\gamma t}}{T} \end{pmatrix} \begin{matrix} \leftarrow \text{Функція} \\ \leftarrow \text{Похідна по } A \\ \leftarrow \text{Похідна по } \alpha \\ \leftarrow \text{Похідна по } \gamma \end{matrix}$$

Рис. 2. Матрична форма функції

На основі даного спрощення варто зазначити, що функцію *genfit* доцільно застосовувати для знаходження невідомих параметрів математичних моделей.

Але навіть такі серйозні спрощення ускладнюються, оскільки гідродинамічна ситуація при екстрагуванні визначається турбулентним плином екстрагента, ускладненим вихровою дифузиею з каналів пористої структури зерен сої та ріпаку.

Такий напрям досліджень дає змогу провести аналіз бази експериментальних даних, визначити вплив конкретних параметрів, але не дозволяє побудувати обґрунтовану інженерну методику для проектування екстракторів промислового призначення.

Обробка результатів експерименту в Mathcad

```

Час,   Концен-
хв     тракція,
      г/л

D := ( 60  3.797
      120  12.4
      180  17.334
      240  21.965
      300  23.256 ) <====Матриця вхідних даних

T1 := 303 <====Температура

t := D<sup>(0)</sup>    C1 := D<sup>(1)</sup>    i := 0..rows(D) - 1

Обчислення вектора початкових наближень параметрів моделі
методом вибраних точок

A0 := 100    α0 := 30000    β0 := 0.002 = 2 × 10-3

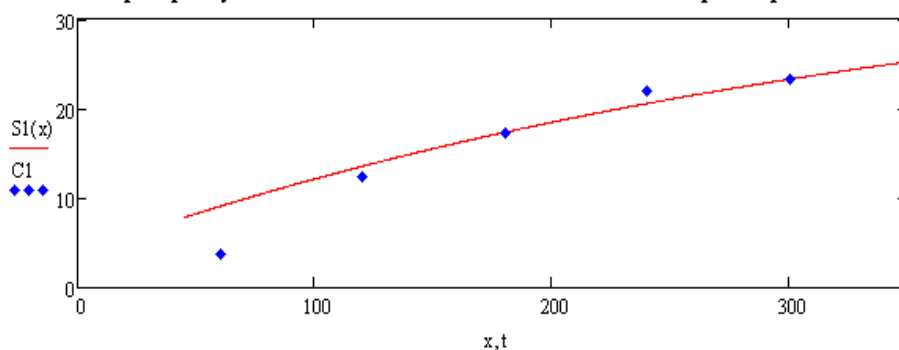
Given

A0 -  $\frac{\alpha_0}{T1} \exp(0 \cdot t_0) = C1_0$ 
A0 -  $\frac{\alpha_0}{T1} \exp(-\beta_0 \cdot t_2) = C1_2$  <==== Система рівнянь для методу
                                       вибраних точок
A0 -  $\frac{\alpha_0}{T1} \exp(-\beta_0 \cdot t_4) = C1_4$ 

( A1
  α1
  β1 ) := Find(A0, α0, β0) = ( 38.273
                             1.045 × 104
                             2.77 × 10-3 ) <====Вектора початкових
                                       наближень параметрів
                                       моделі

S1(x) := A1 -  $\frac{\alpha_1}{T1} \exp(-\beta_1 \cdot x)$     x := 45,45.1..350
    
```

Перевірка узгодженості початкових наближень параметрів моделі



Висновки

У зв'язку з необхідністю поєднання методик слід застосувати аналітичне та експериментальне моделювання, основною науковою базою якого є теорія подібності і метод “аналізу розмірностей”.

В працях (Koljanovs'ka, 2014; 2016) було поєднано використання системи Mathcad у знаходженні норма-

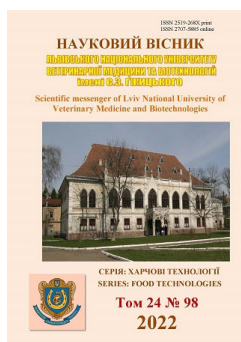
льних рівнянь в описі процесів екстрагування харчової сировини із аналізом бази експериментальних даних, визначено вплив конкретних параметрів, що дозволило побудувати обґрунтовану інженерну методику для проектування екстракторів промислового призначення.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Burdo, O. G., & Rjashko, G. M. (2007). Jekstragirovanie v sisteme «kofe-voda». Odessa (in Russian).
- Burdo, O. G., Svetlichnyj, P. I., & Bujvol, S. M. (2009). Ekstraguvannja olii' z nasinnja amarantu v elektromagnitnomu poli. Materialy zb. «Mikrohvil'ovi tehnologii' u narodnomu gospodarstvi. Vprovadzhennja. Problemy. Perspektyvy». Vyp. 7–8 / pid red. akad. MAI L. G. Kalinina; M-vo agropolityky Ukrai'ny. Pivdena fil. vid-nja prom. radioelektroniky MAI. K.: Odesa, 33–37 (in Ukrainian).
- Dzis', V. G., Levchuk, O. V., & Djachyns'ka, O. M. (2020). Prykladna matematyka na osnovi MATHCAD [Tekst]: navch. posib. Vinnycja: VNAU (in Ukrainian).
- Koljanovs'ka, L. M. (2014). Intensyfikuvannja procesiv ekstraguvannja pry vyrobnyctvi olii' iz soi' ta ripaku: dys.. ... kand. tehn. nauk: 05.18.12. Vinnycja (in Ukrainian).
- Koljanovs'ka, L. M. (2016). Udoskonalennja tehnologii' vyrobnyctva ekstrakcijnyh olij. Naukovi praci Nacional'nogo universytetu harchovyh tehnologij, 22(6), 206–213. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Npnukht_2016_22_6_26 (in Ukrainian).
- Terzijev, S. G., Ruzhyc'ka, N. V., Bandura, V. M., & Koljanovs'ka, L. M. (2012). Kinetyka ta statyka ekstraguvannja olii' z vidhodiv harchovyh vyrobnyctv. Naukovi praci Odes'koi' nacional'noi' akademii' harchovyh tehnologij, 42(1), 344–348. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Np_2012_42%281%29__80 (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-f9808
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 640.4:664:661.332

The effect of potassium carbonate and citric acid on the quality indicators of vermicelli as a component of the menu of hotels and restaurants in Kyiv region

V. Y. Bilyi✉, S. V. Merzlov, G. V. Merzlova, Yu. O. Mashkin, S. V. Chernyuk, N. V. Nedashkivska,
V. V. Bila

Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Article info

Received 30.06.2022
Received in revised form
01.08.2022
Accepted 02.08.2022

Bilyi, V. Y., Merzlov, S. V., Merzlova, G. V., Mashkin, Yu. O., Chernyuk, S. V., Nedashkivska, N. V., & Bila, V. V. (2022). The effect of potassium carbonate and citric acid on the quality indicators of vermicelli as a component of the menu of hotels and restaurants in Kyiv region. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 40–43. doi: 10.32718/nvlvet-f9808

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

Most pasta products in the hotel and restaurant sector of Kyiv region are made of flour and water; of course, their chemical composition is relatively poor. Most such products, according to DSTU 7043:2009 Pasta products. General technical conditions refer to group C, produced at domestic enterprises. According to the results of the assortment research, it was established that 85 % of pasta products of classes A and B from durum wheat are represented by imported products. According to various estimates, durum wheat pasta exceeds group C pasta in terms of nutritional composition by approximately 1.5 times. Pasta products from durum wheat contain 13% moisture, 10–13 % proteins, up to 2 % fat, 64–75 % carbohydrates, 0.1–0.2 % fiber, B vitamins, and PP. However, instant pasta also plays an important role, actively gaining popularity among the population. Due to their ease of preparation and richness of taste, these products are widely distributed in the hotel and restaurant sector of the Kyiv region. Instant pasta is consumed in over 80 countries and has become an internationally recognized food. It is believed that the whole world owes the invention of instant pasta to Japan. In this country, instant vermicelli was recognized as the most significant invention of the twentieth century. The main goal of this work is to reduce the fat content in pasta products – instant vermicelli (VSHP), prepared by frying in oil, which is produced on the production line of a pasta enterprise, to 17 %. At the first stage of the research, the rational range of potassium carbonate (K_2CO_3) introduction into the brine recipe was determined for the quality of the VSHP. After conducting a series of experiments, it was confirmed that the fat content in vermicelli briquettes was reduced. The introduction of potassium carbonate is accompanied by a decrease in the fat content of VSHP from 1.2 %. Therefore, the amount of K_2CO_3 influences the fat content in vermicelli briquettes. According to the results of the conducted research, the feasibility of implementing the technology of changing the brine recipe is shown.

Key words: flour, pasta, organic acids, technological process.

Вплив карбонату калію і лимонної кислоти на показники якості вермішелі як складової меню готельно-ресторанних комплексів Київщини

В. Ю. Білий✉, С. В. Мерзлов, Г. В. Мерзлова, Ю. О. Машкін, С. В. Чернюк, Н. В. Недашківська,
В. В. Біла

Білоцерківський національний аграрний університет, м. Біла Церква, Україна

Більшість макаронних виробів у готельно-ресторанній сфері Київщини – це вироби з борошна і води, зазвичай їхній хімічний склад є доволі бідним. Більшість таких виробів, що за ДСТУ 7043:2009 Вироби макаронні. Загальні технічні умови, належать до групи С, виробляються на вітчизняних підприємствах. За результатами дослідження асортименту було встановлено, що макаронні вироби класів А та Б з твердих сортів пшениці на 85 % представлені імпортованою продукцією. За різними оцінками – макаронні вироби з твердих сортів пшениці перевищують макаронні вироби групи С за поживним складом приблизно у 1,5 рази. Мака-

ронні вироби з твердих сортів пшениці містять 13 % вологи, 10–13 % білків, до 2 % жиру, 64–75 % вуглеводів, 0,1–0,2 % клітковини, вітаміни В, РР. Проте важливе місце посідають і макаронні вироби швидкого приготування. Вони активно набирають популярності серед населення, адже завдяки простоті приготування та насиченості смаку дані продукти є широко розповсюдженими у готельно-ресторанній сфері Київщини. Макаронні вироби швидкого приготування (МВШП) споживаються в більш ніж 80 країнах і стали міжнародно визнаною їжею. Вважається, що винаходом макаронних виробів швидкого приготування весь світ зобов'язаний Японії. Саме в цій країні вермішель швидкого приготування була визнана найбільш значним винаходом двадцятого століття. Головною ціллю даної роботи є зменшення вмісту жиру в макаронних виробах – вермішелі швидкого приготування (ВШП), призначених для обсмажування в олії, які виготовляються на виробничій лінії макаронного підприємства, до 17 %. На першому етапі досліджень визначали раціональний діапазон внесення карбонату калію (K_2CO_3) в рецептуру розсолу на якість ВШП. Після проведення серії експериментів було підтверджено зменшення вмісту жиру в брикеті вермішелі. Внесення карбонату калію супроводжується зменшенням вмісту жиру у ВШП з на 1,2 %. Отже, кількість K_2CO_3 справляє вплив на вміст жиру в брикеті вермішелі. За результатами проведених досліджень показано доцільність впровадження технології зміни рецептури розсолу.

Ключові слова: борошно, макаронні вироби, органічні кислоти, технологічний процес.

Вступ

В даний час у меню готельно-ресторанних комплексів важливе місце займають макаронні вироби. Макаронні вироби – один з найпопулярніших продуктів у нашій країні (близько 96 % українців споживають макарони).

Цей продукт має високу енергетичну цінність і відмінно підходить як гарнір до будь-якої страви. Крім того, макарони легко готуються і довго зберігаються. Завдяки прекрасному співвідношенню ціна-якість макаронні вироби користуються великим попитом (Rozhno, 2018).

Ринок макаронних виробів характеризується великим асортиментом як національних, так і імпортованих брендів. У сегменті представлені товари різних вартісних категорій – від бюджетних до дорогих. В умовах ринкового господарювання для успішної роботи виробника та споживача особливого значення набувають глибокі знання ринку та здатність вміло застосувати сучасні інструменти впливу на ситуацію, яка складається.

Необхідними складовими маркетингової діяльності підприємства є надійна, достовірна та своєчасна інформація про ринок товару, дослідження структури та динаміки попиту, смаків і побажань покупців та інші зовнішні фактори, що впливають на його діяльність (Gulia et al., 2014; Rozhno et al., 2016; Horiachova et al., 2018). Тому перш ніж виробляти новий товар і виводити нову продукцію на ринок, підприємство має провести ринкові дослідження та вивчити потреби конкретних споживачів, що забезпечить основу для її подальшого впровадження (Voloshchuk, 1999; Mazaraki et al., 2012).

На сьогодні виробництвом макаронної продукції в Україні займаються близько 600 виробників. Існує декілька основних груп виробників: великі та середні вітчизняні, дрібні вітчизняні та зарубіжні компанії. При цьому частковий розподіл ринку між цими категоріями виробників виглядає приблизно як 70, 20 і 10 % відповідно. Останнім часом все більше виробників почали займатися цим непрофільним для себе виробництвом. Найбільша питома вага припадає на Київську область та складає 17 % від загальнонаціонального виробництва цієї групи виробів. Найбільшими виробниками макаронних виробів також є Хмельницька (13 %), Волинська (10 %), та Львівська (8 %) області. Обсяг виробництва в інших областях складає

менше ніж 7 % (Apostol et al., 2015; Bilyi & Merzlov, 2022).

Більшість макаронних виробів у готельно-ресторанній сфері Київщини – це вироби з борошна і води, зазвичай їхній хімічний склад є доволі бідним. Більшість таких виробів виготовляють за ДСТУ 7043:2009 Вироби макаронні. Загальні технічні умови, належать до групи С, виробляються на вітчизняних підприємствах. За результатами дослідження асортименту було встановлено, що макаронні вироби класів А та Б з твердих сортів пшениці на 85 % представлені імпортованою продукцією. За різними оцінками – макаронні вироби з твердих сортів пшениці перевищують макаронні вироби групи С за поживним складом. Макаронні вироби з твердих сортів пшениці містять 13 % вологи, 10–13 % білка, до 2 % жиру, 64–75 % вуглеводів, 0,1–0,2 % клітковини, вітаміни В, РР. Енергетична цінність 100 г макаронних виробів складає 272–349 ккал. Білки макаронних виробів засвоюються на 85 %, жири на 93 %, вуглеводи на 96 %. Серед мінеральних речовин багато Фосфору, Калію, Натрію, але мало Кальцію, так само макаронні вироби містять недостатню кількість таких незамінних амінокислот, як лізин, триптофан, метіонін, амінокислотний скор яких складає відповідно: 44,0 %, 78,5 %, 69,5 % від норми. Під впливом тренду популярності здорового способу життя збільшується виробництво макаронних виробів, збагачених спеціальними добавками. Для підвищення біологічної цінності макаронних виробів у них вводять яєчні та молочні продукти. При виробництві макаронних виробів дієтичного і дитячого харчування як добавки використовують вітаміни В1, В2, РР, овочеві та фруктові пюре, яєчний в молочний порошок (Voloshchuk, 1999).

Проте важливе місце посідають і макаронні вироби швидкого приготування. Вони активно набирають популярності серед населення, адже завдяки простоті приготування та насиченості смаку дані продукти є широко розповсюдженими у готельно-ресторанній сфері Київщини.

Макаронні вироби швидкого приготування (МВШП) споживаються в більш ніж 80 країнах і стали міжнародно визнаною їжею. Вважається, що винаходом макаронних виробів швидкого приготування весь світ зобов'язаний Японії. Саме в цій країні вермішель швидкого приготування була визнана найбільш значним винаходом двадцятого століття (Radočaj et al., 2014; Apostol et al., 2015).

Обсяги виробництва МВШП промисловістю становить 95,4 мільярда шт. щорічно у всьому світі, і її попит зростає. За даними Всесвітньої асоціації локшини швидкого приготування (WINA, 2021) – перше місце зі споживання локшини у всьому світі посідає Китай, за ним йдуть Індонезія, Японія та В'єтнам (House et al., 2010; Gulia et al., 2014; Rozhno et al., 2016).

Nestle SA, Nissin Food Holdings Company Ltd., Tingyi (Cayman Islands) Holding Corp., Uni-President Enterprises Corp. і Jinmailang Foods Co. Ltd. є одними з головних виробників, що працюють на світовому ринку МВШП.

В останні десятиріччя збільшився попит на страви швидкого приготування і у вітчизняних споживачів, що пояснюється, зокрема, порівняно невисокою вартістю МВШП, зручністю і економією часу при їхньому приготуванні, порційністю їх фасування і різноманітністю їхніх смакових властивостей завдяки додаванню у пакування різноманітних сумішей спецій.

В Україні ринок макаронних виробів швидкого приготування має широкий асортимент продукції, представлений трьома вітчизняними й багатьма світовими брендами та торговими марками. Тому виробники макаронних виробів швидкого приготування можуть орієнтуватися як на сегмент для споживачів з обмеженим рівнем доходів, так і на заможні верстви населення. Ринок макаронних виробів швидкого приготування в Україні достатньо швидко розвивається, і такі вироби користуються високим попитом (Drobot et al., 2017).

Мета дослідження

Головною ціллю даної роботи є зменшення вмісту жиру в макаронних виробках – вермішелі швидкого приготування (ВШП), приготовлених обсмажуванням в олії, які виготовляються на виробничій лінії макаронного підприємства, до 17 %. Задля зменшення вмісту жиру у ВШП та покращення якісних показників було визначено ряд таких заходів: розробка рецептури розсолу з використанням карбонатів та лимонної кислоти.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження показників якості МВШП проводили за такими методами: визначення органолептичних показників по ДСТУ 7348:2013 (DSTU 7348:2013).

Таблиця 1

Показники якості ВШП залежно від рецептури розсолу з внесенням карбонату калію

№ зразка	Кількість K_2CO_3 , г	Кількість лимонної кислоти, г	pH тіста	Вміст жиру, %	Зовнішній вигляд брикету
Контрольний	-	-	7,5	18,2	Брикет світло-жовтого кольору, смак і запах притаманний даному виробу
I дослідний	2,8	-	8,45	17,8	Помітне обуглення, смак горілий
II дослідний	3,0	0,16	8,25	17,5	Результат задовільний
III дослідний	3,2	0,20	8,1	18,0	Результат задовільний
IV дослідний	3,5	0,15	8,6	17,0	Легке обуглення
V дослідний	3,8	0,18	8,4	17,5	Легке обуглення
VI дослідний	4,0	0,20	8,3	16,0	Помітне обуглення

Визначення масової частки жиру з використанням екстракційного обладнання Сокслета за ДСТУ 8404:2015 (DSTU 8404:2015); визначення вологості за ДСТУ 7348:2013 (DSTU 7348:2013). За періоди 2019–2021 років середнє значення вмісту жиру в брикеті ВШП складало 18,46 %.

Результати та їх обговорення

На першому етапі досліджень визначали раціональний діапазон внесення карбонату калію (K_2CO_3) в рецептуру розсолу. Після проведення серії експериментів було підтверджено зменшення вмісту жиру в брикеті вермішелі.

В ході тестування також вивчали вплив K_2CO_3 в розсолі на потемніння (обуглення) обсмаженої вермішелі. Виявили, що неможна значно перевищувати рН тіста, яке збільшується пропорційно підвищенню у рецептурі кількості карбонату, оскільки у разі переходу рН тіста в сильно лужну зону, виникає явище, яке називають “обуглюючим пошкодженням” в результаті підвищеної температури на стадії обсмажування, при якій колір брикету змінюється на коричневий і з'являється недопустимий горілий запах та смак.

Тому із врахуванням даного ефекту у дослідженнях проведено серію експериментів, в яких для контролю рН і попередження обуглюючого пошкодження при обсмажуванні вермішелі передбачали при внесенні карбонату калію додавання до розсолу регулятора кислотності – лимонної кислоти.

Отже, при проведенні подальших досліджень впливу зміни рецептури розсолу для замісу тіста на якість ВШП при його приготуванні вносили карбонат калію (K_2CO_3) і як регулятор кислотності – лимонну кислоту у кількості 2,8–4,0 г та 0,16–0,2 г відповідно на 1000 кг борошна. Вміст карбонату калію і лимонної кислоти у досліджуваних зразках наведено у табл. 1.

Визначення впливу кількості карбонату калію і лимонної кислоти на вміст жиру і органолептичні властивості отриманих зразків брикетів свідчить, що збільшення їх вмісту, підвищення рН тіста внаслідок внесення карбонату калію супроводжується зменшенням вмісту жиру у ВШП з на 1,2 %. Отже кількість K_2CO_3 справляє вплив на вміст жиру в брикеті вермішелі.

Також в ході тестування вивчали вплив зміни рецептури розсолу на органолептичні властивості обсмажених брикетів за 5-бальною шкалою під час порівняльної дегустації всіх зразків брикетів, зокрема на потемніння (обвуглення) обсмаженої вермішелі. Виявили, що незважаючи на зменшення вмісту жиру в обсмажених зразках, коли рН тіста перевищує 8,1, спостерігається негативний ефект – виникає явище “обвуглюючого пошкодження” внаслідок підвищення температури.

В результаті проведених досліджень було виявлено доцільність внесення 0,3 % карбонату калію з розрахунку від загальної кількості борошна. За такої кількості карбонату калію вміст жиру в готовому брикеті вермішелі знизився до 17,5 % та виробництво ВШП за даною рецептурою розсолу поліпшує її органолептичні показники (еластичність та щільність) порівняно зі стандартною рецептурою розсолу.

Отже, на підставі аналізу рН тіста, вмісту жиру у ВШП і органолептичних показників було підібране раціональне дозування карбонату калію та лимонної кислоти, щоб у результаті отримати ефект зниження жиру без обвуглювання брикету вермішелі.

Також деяке підвищення вмісту карбонату калію в розсолі не вплинуло на смак готового продукту (за рахунок нейтралізації отриманого луку лимонною кислотою), але потребувало змін параметрів технологічного процесу.

Висновки

На основі результатів експериментів встановлено, що внесення у росіл 0,3 % карбонату калію і лимонної кислоти дозволяє одержати макаронні вироби швидкоприготування зі знизеним вмістом жиру в брикетах, які позитивно впливають на органолептичні та технологічні показники готового продукту, який широко використовується у готельно-ресторанних комплексах Київщини.

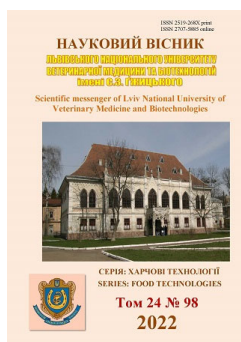
За результатами проведених досліджень показано доцільність впровадження технології зміни рецептури розсолу.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Apostol, L., Popa, M., & Mustatea, G. (2015). Cannabis sativa L partially skimmed flour as source of bio-compounds in the bakery industry. *Romanian Biotechnological Letters*, 20(5), 10835–10844.
- Bilyi, V. Y., & Merzlov, S. V. (2022). Effect of some current enzymes on milk coagulation indicators. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural sciences*, 24(96), 144–147. DOI: 10.32718/nvlvet-a9620.
- Drobot, V. I., Mykhonik, L. A., & Hryshchenko, A. M. (2017). Vplyv strukturoutvoriuvachiv na yakist bezghliutenovoho khliba iz sumishi rysovoho ta kukurudzianoho boroshna. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii*, 23(6), 169–175. DOI: 10.24263/2225-2924-2017-23-6-21 (in Ukrainian).
- DSTU 7348:2013. *Vyroby makaronni. Pravyla pryimannia i metody vyznachannia yakosti* (in Ukrainian).
- DSTU 8404:2015. *Kontsentraty kharchovi. Metody vyznachannia yakosti pakovannia, masy netto, obiemnoi masy, masovoi chastky okremykh komponentiv, rozmiru okremykh vydiv produktu ta krupnosti pomelu* (in Ukrainian).
- Gulia, N., Dhaka, V., & Khatkar, B. S. (2014). Instant Noodles: Processing, Quality, and Nutritional Aspects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 54(10), 1386–1399. DOI: 10.1080/10408398.2011.638227.
- Horiachova, O. O., Nazarenko, V. O., Ofilenko, N. O., & Kotova, Z. Ya. (2018). Sensorna kharakterystyka tsilnozernovykh ta ovochevykh makaronnykh vyrobiv. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli*, 1(85), 104–113. URL: <http://dSPACE.puet.edu.ua/handle/123456789/8422> (in Ukrainian).
- House, J. D., Neufeld, J., & Leson, G. (2010). Evaluating the Quality of Protein from Hemp Seed (*Cannabis sativa L.*) Products Through the use of the Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score Method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(22), 11801–11807. DOI: 10.1021/jf102636b.
- Mazaraki, A. A., Peresichnyi, M. I., & Kravchenko, M. F. (2012). *Tekhnolohiia kharchovykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia: monohrafiia*. Kyiv: Kyiv. nats. torh.-ekon. un-t. URL: <http://dSPACE.nubip.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/6961> (in Ukrainian).
- Radočaj, O., Dimić, E., & Tsao, R. (2014). Effects of Hemp (*Cannabis sativa L.*) Seed Oil Press-Cake and Decaffeinated Green Tea Leaves (*Camellia sinensis*) on Functional Characteristics of Gluten-Free Crackers *Journal of Food Science*, 79(1), 318–325. DOI: 10.1111 / 1750-3841.12370.
- Rozhno, O. V. (2018). Rozrobka tekhnolohii bezghliutenovykh makaronnykh vyrobiv : avtoref. dys. kand. tekhn. nauk: 05.18.01 «Tekhnolohiia khlibopekarskykh produktiv, kondyterskykh vyrobiv ta kharchovykh kontsentrativ»; *Natsionalnyi universytet kharchovykh tekhnolohii*. Kyiv (in Ukrainian).
- Rozhno, O., Podobiy, O., & Yurchak, V. (2016). Research of the Rheological Properties of Gelatine Solutions for Production of Gluten-Free Pasta. *Ukrainian food journal*, 5(2), 290–298. URL: <http://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/24065/1/2.pdf>.
- Voloshchuk, H. I. (1999). Tekhnolohichni vlastyvoli makaronnoho tista z ovochevymy poroshkami. *Ekspresnovyny: nauka, tekhnika, vyrobnytstvo*, 3, 31–32. URL: <http://dSPACE.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/7006> (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-f9809
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 66.094.942

Receiving triacetin from sunflower oil

A. M. Ludyn[✉], V. V. Reutskyy

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Article info

Received 04.07.2022

Received in revised form
08.08.2022

Accepted 09.08.2022

Lviv Polytechnic National
University, St.Bandery Str.,12,
Lviv,79013, Ukraine.
Tel: +38-067-671-18-07
E-mail: anatolii.m.ludyn@lpnu.ua

Ludyn, A. M., & Reutskyy, V. V. (2022). Receiving triacetin from sunflower oil. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 44–49. doi: 10.32718/nvlvet-f9809

One of the promising types of vegetable raw materials in Ukraine, which can be used for the development of resource-saving technologies, are vegetable oils. The products of their processing serve as raw materials for obtaining surface-active substances, which are used in the production of food additives, pharmaceutical products, detergents and cosmetics, biofuels and additives. The most common oil in Ukraine is sunflower, which, like other vegetable oils, can be processed to form fatty acids and their salts. The initial process of vegetable oil processing is hydrolysis. The technological parameters of the sunflower oil hydrolysis process under different conditions were studied. It was investigated that the alkaline hydrolysis of sunflower oil in the presence of sodium hydroxide proceeds the fastest in comparison with thermal methods in the presence of sulfuric acid and superheated steam, the conversion of raw materials reaches 100 % in the 25th minute of the experiment, at a process temperature of 60 °C. The waste in this process is a glycerol solution, which can be used to obtain its esters for the purpose of implementing a zero-waste technology scheme. A method of using sunflower oil hydrolysis waste is proposed, which consists in its esterification with acetic acid, as a result of which triacetin is formed – a valuable product for use in many sectors of the national economy. In the food industry, triacetin is known as a food additive under the code E1518, which is used as a humectant and stabilizer to preserve freshness, as a plasticizer and binder thickener, as a solvent and odor fixer. Due to its ability to be broken down into its components – glycerol and acetic acid and absorbed without any side effects in the human body, triacetin is safe for use. It was investigated that the esterification reaction between the waste product of the hydrolysis of vegetable oil – a solution of glycerin in water and acetic acid took place at a conversion of raw materials of 100 %, while the selectivity of the target product remained constant at the level of 80 %. At the same time, the concentration of the glycerol solution did not affect either the amount of conversion or the value of selectivity. As a catalyst in this process, *p*-toluenesulfonic acid was used in a relatively small amount – 1.0 % by volume, so it did not significantly affect the composition of the reaction products, and this, in the future, makes it possible to conduct the process without additional purification from traces of the catalyst.

Key words: hydrolysis of sunflower oil, glycerin solution, vegetable oil, triacetin, esterification.

Одержання триацетину з соняшникової олії

A. M. Лудин[✉], В. В. Реутський

Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

Одним з перспективних видів рослинної сировини в Україні, яку можна використовувати для розвитку ресурсозберігаючих технологій, є рослинні олії. Продукти їх переробки служать сировиною для отримання поверхнево-активних речовин, які використовуються у виробництві харчових добавок, фармацевтичних продуктів, миючих та косметичних засобів, біопалив та присадок. Найпоширенішою олією в Україні є соняшникова, яка, як і інші рослинні олії, піддається переробці з утворенням жирних кислот та їх солей. Початковим процесом переробки рослинної олії є гідроліз. Вивчено технологічні параметри процесу гідролізу соняшникової олії в різних умовах. Досліджено, що лужний гідроліз соняшникової олії в присутності гідроксиду натрію протікає найшвидше порівняно з термічними способами в присутності сірчаної кислоти і перегрітої водяної пари, конверсія сировини досягає 100 % на 25-й хвилині досліду, при температурі процесу 60 °C. Побічним продуктом у даному процесі є водний розчин гліцерину, який з метою впровадження схеми безвідходної технології може бути використаний для отримання його естерів.

Запропоновано спосіб використання розчину гліцерину, який полягає в естерифікації його оцтовою кислотою, в результаті якої утворюється триацетин – цінний продукт для застосування в багатьох галузях народного господарства. У харчовій промисловості триацетин є відомим як харчова добавка під кодом E1518, що використовується як зволожувач та стабілізатор для збереження свіжості, як пластифікатор та загущувач сполучної речовини, як розчинник та фіксатор запаху. Завдяки своїй властивості розщеплятися на складові – гліцерин та оцтову кислоту і засвоюватися без будь-яких побічних ефектів в організмі людини, триацетин є безпечним для використання. Досліджено, що реакція естерифікації між побічним продуктом процесу гідролізу рослинної олії – розчином гліцерину у воді та оцтовою кислотою протікали при конверсії сировини, що складала 100 %, при цьому селективність цільового продукту залишалась постійною на рівні 80 %. При цьому концентрація розчину гліцерину не впливала ні на величину конверсії, ні на значення селективності. Як каталізатор в цьому процесі використовувалась п-толуолсульфо кислота в порівняно незначній кількості – 1,0 % об., тому він суттєво не впливав на склад продуктів реакції і це, в перспективі, дає змогу вести процес без додаткової очистки від слідів каталізатора.

Ключові слова: гідроліз соняшникової олії, розчин гліцерину, рослинна олія, триацетин, естерифікація.

Вступ

Основним напрямком розвитку переробних технологій в нинішній час є використання принципів “Зеленої Хімії”, метою якої є зменшення та запобігання утворенню забруднень при виробництві різноманітної продукції, в тому числі використання відновлювальної сировини. Одним з перспективних видів такої сировини в Україні є рослинні олії.

Рослинні олії можуть використовуватись в ресурсозберігаючих технологіях як сировина для одержання безлічі продуктів. Жирні кислоти і жирні спирти утворюються в результаті гідролізу, при якому рослинна олія розкладається на складові частини. Вони служать сировиною для отримання поверхнево-активних речовин, які використовуються у виробництві харчових добавок, фармацевтичних продуктів, миючих та косметичних засобів, біопалив та присадок (Schuchardt et al., 1998). Одним з перспективних методів, який дає можливість знизити рівень забруднення навколишнього середовища, є процес виробництва біодизелю з рослинної олії (Ghadge & Raheman, 2005).

Початковим процесом переробки рослинної олії є гідроліз, який можна проводити двома способами.

Лужний гідроліз олії відбувається в присутності лугу з розкладанням молекул жиру олії на гліцерин і жирні кислоти, останні в лужному середовищі утворюють солі (мила). Процес здійснюється при атмосферному тиску та низьких температурах (60–67 °C). Технологічний процес може тривати від 1 до 20 годин. У цьому процесі для досягнення потрібної швидкості гідролізу необхідно підтримувати стійкість емульсії жирів та розчину лугу. Для цього в розчин додають емульгатори. Продукти лужного гідролізу жирів можуть піддаватись процесам естерифікації для одержання аніоноактивних поверхнево-активних речовин. Але такі речовини, одержані на основі рослинних олій, мають обмежене застосування у зв'язку з поганими експлуатаційними характеристиками, тому ефективнішим є використання їх для одержання вільних жирних кислот та продуктів на їх основі (Stopskiy et al., 1992).

Термічний гідроліз проводять за температури 220–225 °C під тиском 2–2,5 МПа. У присутності кислотних каталізаторів (сульфо кислоти, H₂SO₄) процес ведуть при температурі біля 100 °C з надлишком води. Під впливом ферменту ліпази триацилгліцерини через проміжні утворені диацилгліцерини і моноацилгліцерини гідролізуються з утворенням кінцевих

продуктів – жирних кислот і гліцерину (Stopskiy et al., 1992; Melnyk et al., 2018).

Найпоширенішою олією в Україні є соняшникова, властивості якої залежать від методу витягу її з насіння, в результаті чого вона набуває кольору від світло-жовтого до світло-коричневого з характерним запахом і смаком. Цей вид рослинного олійного продукту є практично незамінним джерелом рослинних жирів: насичених жирних, ненасичених жирних (олеїнова кислота) і поліненасичених жирних кислот (лінолева кислота, ліноленова кислота), які містять вітамін F. Крім них, продукт насичений вітамінами D, A і E. Енергетична цінність (калорійність) – 899 ккал. Олію одержують способами холодного (найбільша користь) відтискування, гарячого відтискування, а також екстракцією (DSTU 4492:2017, 2017).

Соняшникова олія, як і інші рослинні олії, піддається переробці з утворенням жирних кислот та їхніх солей. Побічним продуктом у процесі гідролізу соняшникової олії є розчин гліцерину, який з метою впровадження схеми безвідходної технології може бути використаний для отримання його естерів. Для цього можна використати екзотермічну реакцію цього продукту з оцтовою кислотою або оцтовим ангідридом у присутності кислотного каталізатора, в результаті якої утворюється триацетин.

Триацетин (1, 2, 3-пропантріолтриацетат) є ефіром триатомного спирту гліцерину та оцтової кислоти, у незначній кількості міститься у природних жирах та оліях. За зовнішнім виглядом – це масляниста безколірна рідина без запаху з м'яким солодкуватим смаком, але при великих концентраціях може мати гіркуватий присмак. Триацетин погано розчиняється у воді, топиться при температурі -78 °C, а кипить при 258–260 °C. Хімічна формула: (CH₃COO)₃C₃H₅. Основними синонімами назви названого продукту є гліцерил триацетат, триацетилгліцерин, англ. triacetin, glyceryl triacetate, acetin; enzactin; triacetyl glycerol; triacetyl glycerin (Bertelo, 2009).

У харчовій промисловості триацетин є відомим, як харчова добавка під кодом E1518, що використовується як зволожувач та стабілізатор для збереження свіжості, як пластифікатор та загущувач сполучної речовини, як розчинник та фіксатор запаху. Дана добавка запобігає кристалізації та утворенню сполук металів (Lastuchin, 2009; Gurda et al., 2019).

Триацетин володіє здатністю утримування вологи, тому натуральна оболонка ковбасних виробів з використанням E1518 не висихає. Добавка застосовується у виробництві фруктових та плодово-ягідних консер-

вованих продуктів (варення, джемів, повидла), а також мармеладу і жувальної гумки. Вона допомагає значно збільшити терміни зберігання свіжих продуктів, оскільки є стійкою до природної ферментації (Lastuchin, 2009). Триацетин може використовуватись у рецептурі шоколадних, кондитерських виробів для збереження свіжості продукту, а також для збереження свіжості та привабливості фруктів. У кондитерському виробництві добавка E1518 зазвичай міститься в пекарських порошках або додається в борошно і таким чином допомагає покращити зовнішній вигляд виробів із борошна, сприяє збереженню свіжості та форми виробів тривалий час (Lastuchin, 2009; Gurda et al., 2019). Часто застосовується як розчинник термостабільних ароматизаторів, зазвичай він входить до складу ароматизатора “аромат кокосу”. Триацетин широко використовується у виготовленні харчового пластику: контейнерів для їжі, одноразового посуду, пакетів, упаковок тощо (Sarafanova, 2004). Він входить у склад сигаретних фільтрів для ефективного поглинання канцерогенних сполук (Lastuchin, 2009). Крім цього, добавка E1518 є компонентом при виробництві лікерів у лікєро-горілчаній індустрії.

Завдяки своїй властивості розщеплятися на складові – гліцерин та оцтову кислоту (E260) і засвоюватися без будь-яких побічних ефектів в організмі людини, триацетин є безпечним для використання. Короткострокові та довгострокові дослідження на тваринах підтвердили його безпеку для здоров'я і відсутність токсичного, мутагенного та інших негативних дій (Sarafanova, 2004). Хоча деякі джерела вказують у випадку надмірного вживання даної добавки про можливість подразнення очей деяких людей при контакті з ним. Харчова добавка під кодом E1518 дозволена для використання в Україні, Євросоюзі, США та багатьох інших країнах.

У фармацевтичній технології триацетин використовують як гідрофільний пластифікатор (концентрацією 10–35 %) у складі покриттів для капсул, таблеток або гранул, а також як зволожуючий агент і розчинник. Властивості триацетину були використані у синтезі біорозкладної фосфоліпідної гелевої системи для поширення протиракових ліків паклітакселу (PTX) (Kovalenko & Vyktorov, 2016). У даному дослідженні триацетин був об'єднаний з РТХ, етанолом, фосфоліпідом і тригліцеридом із середньою довжиною лан-

цюга, щоб сформувати комплекс гель-лікарство. Цей комплекс був потім введений безпосередньо в ракові клітини гліоми водоносних мишей. Гель повільно розкладається і сприяє уповільненому вивільненню РТХ в цільові клітини гліоми. Крім того, попередні дослідження також показують, що триацетин можна використовувати для прямого лікування гліобластоми (Chen et al., 2017). Дослідження показало, що триацетин є життєздатним медіатором для прийому терапії, що прискорює зростання клітин гліобластоми.

Є дослідження, в яких триацетин розглядається як можливе джерело харчової енергії у штучних системах регенерації їжі в тривалих космічних польотах (Olefirova, 2012).

Триацетин також застосовують як присадки до палив, які поліпшують антидетонаційні властивості бензину, температурно-в'язкісні характеристики біодизелю. Він може запобігти кристалізації біодизелю.

Мета дослідження

Вивчення технологічних параметрів процесу гідролізу соняшникової олії з одержанням жирних кислот на її основі. Створення безвідходної технології даного процесу методом утилізації побічного продукту, який утворюється під час гідролізу олії – розчину гліцерину. Дослідження можливості використання даного продукту методом естерифікації гліцерину з оцтовою кислотою з метою одержання цінної сполуки – триацетину, яка використовується в харчовій та фармацевтичній галузях, і тим самим забезпечення комплексної переробки соняшникової олії.

Матеріал і методи досліджень

Для проведення досліджень брались такі вихідні матеріали: соняшникова олія холодного віджиму (ДСТУ 4492:2017) виробництва ПП “Оліяр”, сірчана кислота (ДСТУ ГОСТ 2184:2018), гідроксид натрію (ГОСТ 4328-77), гліцерин харчовий (ТУ У 20.4-35165147-001:2014), оцтова кислота (ГОСТ Р 55982-2014).

Жирно-кислотний склад соняшникової олії, яка використовувалась для дослідження, наведений у таблиці 1.

Таблиця 1

Жирно-кислотний склад соняшникової олії (ДСТУ 4492:2017)

	Назва жирної кислоти	Хімічна формула	Масова частка жирної кислоти, %
Насичені кислоти	Гексадеканова (пальмітинова)	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	3,0–10,0
	Октадеканова (стеаринова)	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	1,0–10,0
	Докозанова (бегенова)	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	до 1,5
	Ейкозанова (арахінова)	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	до 1,5
Ненасичені кислоти	Октадеценнова (олеїнова)	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	14,0–35,0
	Октадеканієнова (лінолева)	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	50,0–75,0

Дослідження процесу гідролізу соняшникової олії та естерифікації гліцерину проводилось в лабораторній установці, схема якої наведена на **рис. 1**.

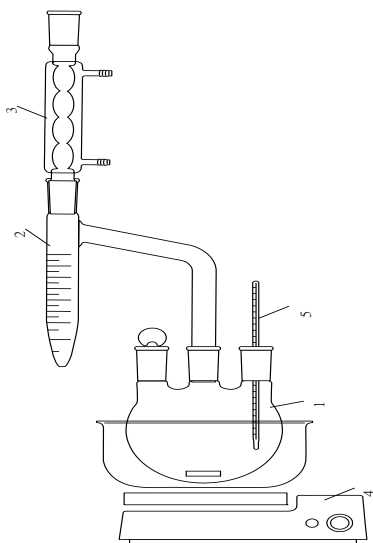


Рис. 1. Схема лабораторної установки для гідролізу соняшникової олії та естерифікації гліцерину:

- 1 – реактор; 2 – пастка; 3 – водяний холодильник;
4 – нагрівач; 5 – термометр

Установка працює таким чином. У тригорлу колбу (реактор) 1 завантажували соняшкову олію та воду в розрахункових кількостях, що відповідає мольному співвідношенню реагентів – 1 : 1. Залежно від типу гідролізу окремо вносили реагенти: сірчану кислоту або гідроксид натрію. Нагрів здійснювали нагрівальною електроплитою 4, температура реакції контролювалась термометром 5, розміщеним в патрубку круглодонної колби.

Для охолодження та конденсації реакційної суміші служив водяний холодильник 3 з можливістю збору рідини в колбі-пастці 2. Тривалість реакції становила 3 год. Кожні пів години відбирали пробу для визначення вмісту кислоти у реакційній суміші.

Ця ж установка була використана для проведення естерифікації гліцерину з метою одержання триацетину. У цьому випадку в реактор завантажували гліцерин та оцтову кислоту. Для даної реакції застосовувався гомогенний каталізатор – п-толуолсульфокислота.

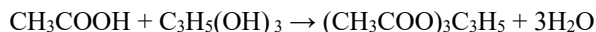
Таблиця 2

Результати досліджень гідролізу соняшникової олії: термічного (№ 1) , з використанням перегрітої водяної пари (№ 2) та лужного (№ 3)

№	Маса олії, г	Маса води, г	Маса H ₂ SO ₄ , г	Маса NaOH, г	Час дослід, хв	Температура реакції, °C	Конверсія сировини, %
1	231	250	5	-	180	80	5
2	231	1000	-	-	30	80	100
3	231	250	-	100	25	60	100

При використанні перегрітої водяної пари термічний гідроліз олії без додавання H₂SO₄ протікає швидко, конверсія сировини досягає 100 % вже на 30 хв. До недоліків даного способу можна зарахувати висо-

ку температуру реакційної суміші, яку створює перегріта пара, в результаті чого збільшуються енергетичні витрати на проведення реакції. Також варто зазна-



Для дослідження реакції естерифікації використовувався гліцерин харчовий та розчин гліцерину, одержаний у процесі гідролізу соняшникової олії. Хімічна реакція відбувалась за такою схемою:

В колбу завантажували гліцерин та оцтову кислоту в розрахункових кількостях, що відповідає мольному співвідношенню реагентів – оцтова кислота : гліцерин як 3 : 1. Окремо вносили каталізатор в кількості 1,0 % об. до реакційної суміші. Тривалість реакції становила 3 год. Кожні пів години відбирали пробу для визначення вмісту кислоти у реакційній суміші. Далі був здійснений процес прямої перегонки, в результаті якої у збірну колбу відганялась залишкова оцтова кислота та вода, що утворювалася. Після цього рідини, що були відігані, а також реакційна суміш з реактора аналізувались на вміст кислоти. Для очистки продуктів реакції було використане активоване вугілля, яке змішували з цими продуктами. Після здійснення адсорбції вугіллям, суміш було профільтровано, хлорид натрію був використаний для осушування одержаних продуктів.

Концентрацію жирних кислот у перерахунку на олеїнову кислоту, а також концентрацію естеру визначали титриметрично за методиками, описаними в (Reutsky, 1988).

На основі результатів аналізів було розраховано конверсію прореагованої сировини, селективності за цільовим продуктом (триацетином) та побічним продуктом (моноестером гліцерину).

Результати та їх обговорення

В першій частині дослідження було проведено гідроліз соняшникової олії. Здійснювались три групи дослідів трьома способами: 1 – термічний гідроліз в присутності H₂SO₄; 2 – термічний гідроліз з використанням перегрітої водяної пари; 3 – лужний гідроліз в присутності NaOH. Підсумкові результати експериментів наведені в **табл. 2**.

З наведених даних видно, що термічний гідроліз олії при температурі 80 °C водою та в присутності сірчаної кислоти як каталізатора проходить з дуже низькою швидкістю і на 180-й хвилині досліді конверсія досягає лише 5 %.

чити, що за даним способом отримують розчин гліцерину з низькою його концентрацією у воді.

Лужний гідроліз соняшникової олії в присутності NaOH протікає найшвидше порівняно з двома іншими способами, конверсія сировини досягає 100 % на 25-й хвилині досліду, при температурі процесу 60 °С. За даним способом отримуються більш концентровані розчини гліцерину. Концентрація лугу, використаного в процесі омилення, буде впливати на концентрацію утвореного гліцерину і відповідно – на техніко-економічні характеристики процесів його виділення, очистки та використання.

Враховуючи вищевказане, для подальшого дослідження використовували реакційну суміш, утворену в

результаті лужного гідролізу соняшникової олії. Така суміш містила утворені в лужному середовищі натрієві солі жирних кислот та розчин гліцерину. Для виділення жирних кислот їх піддавали дії концентрованої сірчаної кислоти при температурі 80 °С протягом трьох годин, в результаті чого реакційна суміш помутніла, утворився сульфат натрію та жирні кислоти. Швидкість реакції проходить значно повільніше, ніж реакції омилення. Використання розведеної до 70 % сірчаної кислоти дозволяє збільшити швидкість процесу на 20–30 %.

За результатами дослідження було складено матеріальний баланс (табл. 3), причому вміст жирних кислот наведений в перерахунку на олеїнову кислоту.

Таблиця 3

Матеріальний баланс лужного гідролізу соняшникової олії

Речовина	Прихід		Витрата	
	% мас.	г	% мас.	г
Натрієва сіль олеїнової кислоти	73,46	170,90	-	-
Сірчана кислота	11,84	27,55	-	-
Вода	7,35	17,10	7,35	17,10
Гліцерин	7,35	17,10	7,35	17,10
Сульфат натрію	-	-	17,13	39,85
Олеїнова кислота (жирні кислоти)	-	-	68,17	158,60
Всього	100,00	232,65	100,00	232,65

Таким чином, в результаті гідролізу соняшникової олії були одержані жирні кислоти, які можна використати для виробництва багатьох цінних продуктів, в тому числі і для біодизелю. Але в даному випадку нас цікавив побічний продукт, який утворився під час гідролізу – розчин гліцерину, і для створення можливості безвідходної технології даного процесу було проведено естерифікацію з метою одержання триацетину.

Таблиця 4

Результати досліджень синтезу триацетину на основі різних видів сировини – гліцерину харч. (№ 1, 2) і водного розчину гліцерину, отриманого при гідролізі соняшникової олії (№ 3, 4) (t = 110 °С, час проведення досліду – 180 хв)

№	Маса гліцерину, г	Маса оцтової кислоти, г	Маса води, г	Конверсія (гліцерину), %	Селективність за триацетином, %	Селективність за моноестером гліцерину, %
1	17	170	-	90	70	30
2	17	255	-	100	85	15
3	17	170	17	100	80	20
4	17	170	85	100	80	20

За результатами досліджень можна зробити такі висновки. Реакції естерифікації між побічним продуктом процесу гідролізу соняшникової олії – розчином гліцерину у воді та оцтовою кислотою протікали при конверсії сировини, що складала 100 %, при цьому селективність цільового продукту залишалась постійною на рівні 80 %. При цьому концентрація розчину гліцерину не впливала ні на величину конверсії, ні на значення селективності. Як катализатор в цьому процесі використовувалась п-толуолсульфокислота в порівняно незначній кількості – 1,0 % об., тому він суттєво не впливав на склад продуктів реакції і це в

Отже, було проведено чотири групи дослідів з естерифікації гліцерину з оцтовою кислотою: в перших двох брався гліцерин харчовий при різних співвідношеннях реагентів, в двох інших використовувався розчин гліцерину у воді, який утворився в результаті лужного гідролізу соняшникової олії (№ 3), і термічного гідролізу (№ 4).

Підсумкові результати експериментів наведені в табл. 4.

перспективі дає змогу вести процес без додаткової очистки від слідів катализатора.

Таким чином, запропонований метод використання побічного продукту гідролізу соняшникової олії дає можливість отримати додаткову кількість цінної сполуки – триацетину, який широко використовується в багатьох галузях народного господарства.

Висновки

Гідроліз соняшникової олії може бути використаний для одержання індивідуальних жирних кислот, які можна використати в подальших процесах з метою

виробництва багатьох цінних продуктів. Досліджено, що оптимальним способом проведення гідролізу соняшникової олії є лужний гідроліз при температурі 60 °С, який дозволяє досягнути максимальної конверсії за менший час і при нижчій температурі порівняно з термічним способом і способом з використанням перегрітої водяної пари. Побічним продуктом даного процесу є розчин гліцерину, який є більш концентрованим, ніж в інших способах гідролізу.

Для комплексної переробки і створення безвідходної технології процесу гідролізу соняшникової олії може бути використаний процес естерифікації побічного продукту даного процесу – водного розчину гліцерину з оцтовою кислотою. В результаті естерифікації утворюється цінний естер – триацетин, який широко використовується в харчовій, фармацевтичній та інших галузях народного господарства. Досліджено, що реакція синтезу триацетину протікала при конверсії сировини, що складала 100 %, при цьому селективність цільового продукту залишалась постійною на рівні 80 %.

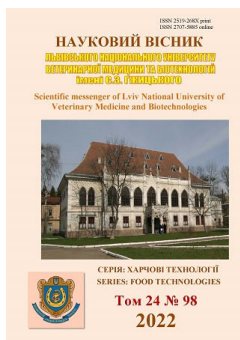
Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні технологічних параметрів процесу естерифікації жирних кислот, які були одержані в процесі гідролізу соняшникової олії.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Babenko, V., Bakhmach, V., Porociuk, O., Levchuk, I., Golubets, O., & Shkaruba, S. (2017). Composition and properties of peanut and sunflower oil blends. *Ukrainian journal of food science*, 5(2), 249–255. DOI: 10.24263/2310-1008-2017-5-2-9.
- Chen, T., Gong, T., Zhao, T., Liu, X., Fu, Y., Zhang, Z., & Gong, T. (2017). Gel na osnovi fosfolipidov dlja likuvannja gliomy. *Farmacevtyk journal*, 528(1-2), 127–132. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2017.06.013.
- DSTU 4492:2017 (2017). Oliya sonjashnykova. *Technichni umovy* (in Ukrainian).
- Ghadge, S. V., & Raheman, H. (2005). Biodiesel production from mahua (*Madhuca indica*) oil having high free fatty acids. *Biomass and Bioenergy*, 28(6), 601–605. DOI: 10.1016/j.biombioe.2004.11.009.
- Gurda, C., Jeffersona, B., & Villa, R. (2019). Characterisation of food service establishment wastewater and its implication for treatment. *Journal of Environmental Management*, 252, 109657. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109657.
- Khareba, V. V. (2012). Naukovi aspekty vyrobnytstva bioetanolu v Ukraini. *Mizhnarodna konferentsiia tsukroburiakovomu vyrobnytstvi*, 27 bereznia 2012 r., Kyiv. Kyiv: NUKhT, 179–184 (in Ukrainian).
- Kovalenko, V. N., & Vyktorov, A. P. (2016). *Kompendyum – lekarstvennye preparaty*. K.: MORYON, 2270 (in Russian).
- Lastuchin, Y. A. (2009). *Charcovi dobavky*. E-kody. Budova. Oderzannja. Vlastyvosti. Study. Lviv. Centre Evrope, 616–617 (in Ukrainian).
- Melnyk, Yu., Melnyk, S., Palyukh, Z., & Dzinyak, B. (2018). Research into transesterification of triglycerides by aliphatic alcohols C2–C4 in the presence of ionites. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/6(94), 10–16. DOI: 10.15587/1729-4061.2018.122938.
- Olefirova, A. P. (2012). *Organolepticheskaia otsenka pischevykh produktov Ulan-Ude*: VSGTU (in Russian).
- Reutsky, V. V. (1988). *Katalitychne okyslenya cyclohexany v akustychnomy poli*. (Kandydatska dissertacija). Lvivskij politechnichnyj instytut, Lviv (in Ukrainian).
- Sarafanova, L. A. (2004). *Charcovi dobavky*. *Enciklopedia*. 2-e vid., SPb: GUORD, 609–610 (in Ukrainian).
- Schuchardt, U., Sercheli, R., & Vargas, R. M. (1998). Transesterification of vegetable oils: a review. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 9(3). DOI: 10.1590/s0103-50531998000300002.
- Stopskiy, V. S., Kljuchnyk, V. V., & Andreev, N. V. (1992). *Chimiya zyrov i produktov pererobky zyrovoy syrovyny*. M.: Kolos (in Russian).
- Bertelo, M. (2009). Sur les combinaisons de le glycérine avec les acides et sur la synthèse des principes impédiate des graisses des animaux *Annales de Chimie et de Physique*, rozdil 3 “Triacétine”, 282–283.



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-f9810
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.146.2

New aspects of the production of fergated dairy products with probiotic properties

A. Solomon✉

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine

Article info

Received 07.07.2022

Received in revised form
08.08.2022

Accepted 09.08.2022

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

Solomon, A. (2022). New aspects of the production of fergated dairy products with probiotic properties. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 50–56. doi: 10.32718/nvlvet-f9810

The life of a modern person depends on such adverse factors as environmental pollution, man-made disasters, stressful situations, lack of good nutrition. All this leads to a decrease in immunity, impaired digestion, an increase in the number of people suffering from allergies, diabetes and other diseases that are associated with impaired metabolic processes in the human body. For the normal functioning of the body and ensuring the active life of a person, it is necessary to provide full-fledged balanced foods. Therefore, a balanced and healthy diet is an important condition for optimal physical and mental development of a person, maintaining his long-term performance, increasing the body's ability to withstand the effects of adverse environmental factors. The development of new functional health-improving products capable of improving human health, prolonging its working capacity and the duration of a full life, is one of the topical directions in the development of food science in Ukraine and the world. Particular attention is paid to the issue of improving the intestinal microflora, which plays an important role in restoring disturbed metabolic processes in the body and improving human health. The main requirements of such food products are based on the use of natural raw materials with a high content of biologically active and physiologically necessary substances, such as vitamins, minerals, dietary fiber, phenolic compounds, and polyunsaturated fatty acids. Therefore, a promising direction in the creation of sour-milk fermented products is the development of complex starter cultures based on consortiums of probiotic bacteria of various taxonomic groups, which are more resistant to adverse environmental factors and have higher activity compared to starter cultures made using pure monocultures. The purpose of this work is the scientific substantiation of the production of sour-milk fermented dessert products of functional purpose, enriched with bifidobacteria, dietary fiber, biologically and physiologically active substances of prebiotics of plant and animal origin. The subject is probiotics, prebiotics, dessert fermented functional products.

Key words: fermented milk products, bifidobacteria, dietary fiber, vitamins, minerals, probiotics, flour.

Нові аспекти виробництва кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями

A. M. СОЛОМОН✉

Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, Україна

Життя сучасної людини залежить від таких несприятливих факторів, як забруднення навколишнього середовища, техногенні катаклізми, стресові ситуації, відсутність повноцінного харчування. Все це призводить до зниження імунітету, порушення функцій травлення, збільшення числа людей, що страждають на алергію, цукровий діабет та інші захворювання, які пов'язані з порушенням обмінних процесів в організмі. Для нормального функціонування організму і забезпечення активної життєдіяльності людину необхідно забезпечити повноцінними збалансованими продуктами харчування. Тому збалансоване харчування є важливою умовою для оптимального фізичного і розумового розвитку людини, підтримки тривалої працездатності, підвищення здатності організму протистояти впливу несприятливих факторів зовнішнього середовища. Розробка нових функціональних продуктів оздоровчої дії, які здатні поліпшити здоров'я людини, подовжити її працездатність і тривалість повноцінного життя, є одним з актуальних напрямків розвитку харчової науки в Україні і світі. Особлива увага приділяється питанню оздоровлення кишкової мікрофлори, яка відіграє важливу роль у відновленні порушених обмінних процесів в організмі і зміцненні здоров'я людини. Основні

вимоги до таких продуктів харчування базуються на використанні натуральної сировини з високим вмістом біологічно активних і фізіологічно необхідних речовин, таких як вітаміни, мінеральні речовини, харчові волокна, фенольні сполуки, поліненасичені жирні кислоти. Тому, перспективним напрямком створення кисломолочних ферментованих продуктів вважається розробка комплексних заквасок на основі консорціумів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, які більш стійкі до несприятливих факторів середовища і володіють більш високою активністю порівняно з заквасками, які виготовлені з використанням чистих монокультур. Метою даної роботи є наукове обґрунтування виробництва кисломолочної ферментованої десертної продукції функціонального призначення, збагаченої біфідобактеріями, харчовими волокнами, біологічно- і фізіологічно активними речовинами пребіотиків рослинного і тваринного походження. Предметом є пробіотики, *Lactococcus lactis* ssp. *Lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *Cremonis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *S. Thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii* ssp. *Bulgaricus*, а також ряду штамів біфідобактерій – *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum* subsp. *longum*, *Bifidobacterium adolescentis*, пребіотики, десертний ферментований продукт функціонального призначення.

Ключові слова: кисломолочні продукти, біфідобактерії, харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, пробіотики, борошно.

Вступ

Розширення асортименту кисломолочних ферментованих продуктів базується на розробці технологій з використання нових видів натуральної біологічно цінної сировини, що дозволяє надати продуктам певних оздоровчих і лікувально-профілактичних властивостей (Solomon et al., 2019). Основні принципи концепції здорового харчування вимагають сучасного підходу до створення функціональних продуктів, які повинні задовольняти потреби організму людини в харчових, біологічно і фізіологічно цінних речовинах, сприяти профілактиці захворювань, збереженню здоров'я, подовженню працездатності та тривалості життя.

Для розширення асортименту кисломолочних ферментованих продуктів, які користуються постійно зростаючим попитом у населення країни, для кращого засвоєння та надання певних смакових і лікувально-профілактичних властивостей як пребіотики застосовують різноманітні БАДи, фітодобавки, продукти переробки плодів, овочів і ягід. Використання їх дозволяє підвищити харчову і біологічну цінність ферментованих кисломолочних продуктів, надати їм привабливих органолептичних і смакових властивостей, розширити асортимент. Проблема, яка пов'язана з виробництвом натуральних кисломолочних ферментованих продуктів, збагачених біфідобактеріями, легкозасвоюваними вуглеводами, харчовими волокнами, біологічно активними і фізіологічно необхідними речовинами, для надання оздоровчих і лікувально-профілактичних властивостей та розширення їх асортименту, є актуальною (Krjuchkova et al., 2010).

Варто зазначити, що на тепер асортимент кисломолочних ферментованих продуктів представлений в основному напоями функціонального призначення, серед яких особливою популярністю користуються йогурти.

Проблема, яка пов'язана з розробкою технологій натуральних кисломолочних ферментованих продуктів, збагачених біфідобактеріями, легкозасвоюваними вуглеводами, харчовими волокнами, біологічно активними і фізіологічно необхідними речовинами, для надання оздоровчих і лікувально-профілактичних властивостей та розширення їхнього асортименту, є актуальною.

Мета дослідження

Метою роботи є наукове обґрунтування виробництва кисломолочної ферментованої десертної продукції функціонального призначення, збагаченої біфідобактеріями, харчовими волокнами, біологічно- і фізіологічно активними речовинами пребіотиків рослинного і тваринного походження.

Матеріал і методи досліджень

Методи досліджень. Дослідження активної кислотності кисломолочних продуктів проводилося згідно ДСТУ 8550:2015, визначення кількості біфідобактерій ДСТУ 7355:2013. Визначення активної кислотності (рН) потенціометричним методом за ДСТУ 8550:2015.

Методика проведення: підготовка проби молока і кисломолочної продукції – за ДСТУ 13928 ДСТУ 26809.1. У склянку місткістю 50 або 100 см³ наливають (40 ± 5) см³ молока температурою (20 + 2) °С та занурюють електроди приладу. Електроди не повинні дотикатись стінок і дна склянки. Через 10–15 с знімають показання за шкалою приладу. Для швидкого встановлення показань приладу вимірювання проводиться при колесовому перемішуванні склянки з кисломолочним продуктом. Показання приладу знімають через 3–5 с після встановлення стрілки. Після кожного вимірювання електроди датчика промивають дистильованою водою. У разі масових вимірювань рН молока залишки попередньої проби видаляють з електродів наступною пробюю, а електроди промивають через кожні 3–5 вимірювань. У проміжках між вимірюваннями електроди датчика занурюють у склянку з дистильованою водою. Визначення кількості біфідобактерій шляхом вирощування у напіврідкому кукурудзяно-лактозному середовищі при t = (38 ± 1) °С згідно ДСТУ 7355:2013 Вироблені з використанням біфідобактерій кисломолочні продукти набувають лікувальних властивостей внаслідок того, що в них накопичуються в процесі життєдіяльності заквашувальних мікроорганізмів ферменти, амінокислоти, органічні і антибактеріальні речовини. Найчастіше у виробництві використовуються п'ять видів біфідобактерій: *B. bifidum*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. breve*, *B. adolescentis*. Для виробництва кисломолочних продуктів використовують переважно заквашувальні препарати, в яких біфідобактерії поєднуються з іншими мікроорганізмами, в основному молочнокислими, тому визначення вмісту біфідобактерій доволі складне. Це питання вирішується застосуванням спеціаль-

них розчинів, які запобігають розвитку супутньої мікрофлори та не діють на біфідобактерії.

Результати та їх обговорення

До основних недоліків у харчуванні сучасної людини належать: дефіцит повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот, водо- і жиророзчинних вітамінів, макро-і мікроелементів, особливо таких як кальцій, залізо, йод, фтор, селен, цинк, харчових волокон, надмірне споживання тваринних жирів і вуглеводів (Solomon & Polievoda, 2019). Недостатнє споживання повноцінних білків призводить до зниження імунітету, порушення функцій печінки, підшлункової залози, органів репродукції, кровотворних органів, зниження працездатності, виникнення анемії тощо (Solomon, 2018). Найбільш поширеними захворюваннями є гастроентерологічні, серцево-судинні, онкологічні, виникнення і розвиток яких пов'язаний з порушенням структури харчування, дефіцитом біологічно і фізіологічно цінних речовин в харчуванні людини (Kaprel'janc, 2004). Продукти харчування повинні забезпечувати організм людини необхідними для нормального функціонування біологічно і фізіологічно цінними речовинами, сприяти профілактиці захворювань (Kaprel'janc et al., 2005).

Низький вміст харчових волокон обумовлює підвищення рівня токсичних продуктів в організмі та всмоктування їх в кров. Обмежене надходження в організм жиру, особливо поліненасичених жирних кислот, призводить до порушення функції центральної нервової системи, зниження імунітету, погіршення засвоюваності вітамінів, зменшення енергетичної цінності їжі (Solomon, 2018).

На сьогодні в багатьох країнах світу вирішується питання поліпшення макронутрієнтної забезпеченості населення білками, жирами, вітамінами, мінеральними речовинами, харчовими волокнами для компенсації дефіциту в харчуванні людей незамінних амінокислот, поліненасичених жирних кислот, водо-та жиророзчинних вітамінів, заліза, кальцію, магнію, селену (Krjuchkova et al., 2010).

Сучасні підходи до створення харчових продуктів і надання їм певних властивостей пов'язані з розробкою інноваційних технологій, які відповідають вимогам харчової науки для забезпечення організму людини харчовими, біологічно- і фізіологічно цінними речовинами та енергією (Krjuchkova, 2009; Solomon et al., 2019).

Молоко і молочні продукти широко використовуються у харчуванні різних прошарків населення всіх країн світу (Solomon & Polievoda, 2019). Вони є джерелом повноцінних білків, кальцію, фосфору, вітамінів та інших важливих для життєдіяльності організму харчових компонентів. Особливе значення для людини мають кисломолочні продукти. Внаслідок життєдіяльності кисломолочної мікрофлори відбуваються складні процеси гідролізу білків, вуглеводів, жирів з одночасним синтезом різноманітних з'єднань, які посилюють апетит, збагачують організм людини біологічно цінними речовинами, поліпшують роботу

кишково-шлункового тракту тощо (Solomon & Polievoda, 2019).

Спостерігається світова тенденція створення харчових продуктів зі збалансованим компонентним складом і пробіотичними властивостями (Solomon & Polievoda, 2019).

Пробіотики – це корисні живі мікроорганізми, що нормалізують склад кишкової мікрофлори або підвищують активність власної нормальної мікрофлори кишечника в організмі людини. Відповідно пробіотичними продуктами здорового харчування називають продукти, що містять як фізіологічний функціональний харчовий інгредієнт спеціально підібрані штами корисних для людини живих мікроорганізмів, які сприятливо впливають на відновлення і нормалізацію мікрофлори травного тракту (Bahnova & Anishhenko, 2008; Solomon, 2018).

Відомо, що кисломолочні ферментовані продукти розглядаються як основні постачальники пробіотичних мікроорганізмів в організм людини, які здатні відновити і підтримувати нормальну мікрофлору кишечника, поліпшити здоров'я і подовжити тривалість життя. Зміни у складі кишкової мікрофлори призводять до зниження роботи імунної системи, порушення процесу травлення і всмоктування корисних речовин, порушення обмінних процесів, зниження засвоюваності вітамінів, макро- і мікроелементів тощо. Біфідобактерії – одна з найбільш важливих груп мікроорганізмів кишечника, які домінують у анаеробній флорі товстої кишки. Поряд з іншими представниками корисної мікрофлори кишечника людини біфідобактерії виконують різноманітні функції, які сприяють нормальній роботі всіх життєво важливих органів і систем людини, захищають внутрішнє середовище організму від зовнішніх небезпечних бактерій. Пробіотичні культури (біфідобактерії, ацидофільні палички та ін.) позитивно впливають на структуру слизової оболонки кишечника та її адсорбційну здатність. Вони синтезують вітаміни групи В і природні антибіотики, які здатні пригнічувати ріст патогенних мікроорганізмів.

Поряд з антибіотичними властивостями, які обумовлені життєдіяльністю молочнокислих бактерій, кисломолочні продукти, на відміну від молока, добре перетравлюються і утилізуються організмом, що особливо важливо для дітей, людей старшого та похилого віку. Кисломолочні продукти в харчуванні людей різних вікових груп забезпечують організм енергетичними складовими і біологічно активними речовинами (Solomon et al., 2019). Їх споживання сприяє підвищенню неспецифічної резистентності організму до різних захворювань (Bahnova & Anishhenko, 2008). Кисломолочні продукти рекомендується застосовувати при виснаженні, втраті апетиту, недовкрив'ї, для профілактики багатьох захворювань, в тому числі серцево-судинних і онкологічних.

Особливо важлива роль біфідобактерій у підтримці та оздоровленні мікрофлори кишково-шлункового тракту. При порушеннях мікробіоценозу спостерігається зменшення абсолютної кількості біфідобактерій, збільшення кількості до порушення обмінних процесів в організмі, зниженню імунітету, виникненню та

загостренню хронічних захворювань кишково-шлункового тракту. Використовуючи сучасні біотехнологічні прийоми в комплексі з традиційними харчовими технологіями, створюються нові ферментовані молочні продукти з контрольованим хімічним складом і оригінальними смаковими властивостями (Solomon et al., 2019).

Використовуючи сучасні біотехнологічні прийоми в комплексі з традиційними харчовими технологіями, створюються нові ферментовані молочні продукти з контрольованим хімічним складом і оригінальними смаковими властивостями (Kaprel'janc et al., 2005; Solomon & Polievoda, 2019).

До перспективних напрямків в області оздоровчого або функціонального харчування належить розроблення біопродуктів на основі консорціумів пробіотичних бактерій, які мають більшу стійкість до несприятливих факторів середовища і більш високу біохімічну активність порівняно з заквасками, що виготовлялись з використанням чистих культур (Solomon, 2018). Важливим критерієм здорового харчування вважається висока біодоступність поживних і біологічно цінних речовин при порівняно невеликій калорійності продуктів харчування (Solomon & Bondar, 2018). Особливого значення набувають продукти молочної промисловості, зокрема кисломолочні ферментовані

продукти. У виробників кисломолочної промисловості значною популярністю користуються зернобобові та круп'яні добавки як джерела харчових волокон та ненасичених жирних кислот, макро- і мікроелементів.

Біфідобактеріям належить провідна роль в нормалізації мікробіоцинозу кишечника. Вони не накопичують токсини, не мають гемолітичних властивостей, не утворюють пігменти, руйнують канцерогенні речовини. Колонізуючи слизову оболонку кишечника, біфідобактерії створюють механічний бар'єр для потрапляння збудників кишкової інфекції в слизову оболонку. Препарати на основі живих ліофілізованих культур біфідобактерій використовуються для харчування грудних дітей, лікування і профілактики дисбактеріозів, колітів та інших захворювань кишково-шлункового тракту.

Нами проведено дослідження хімічного складу вісяного та рисового борошна для дитячого харчування, яке використали при виробництві кисломолочних ферментованих десертних продуктів. Встановлено, що в дослідних зразках рослинного борошна відсутня ліпаза – фермент, який гідролізує жир, що може призводити до появи вад у готовій молочної продукції з їх використанням. Хімічний склад використаного рослинного борошна наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Хімічний склад рослинного борошна n = 3, P ≤ 0,05

Рослинне борошно	Вода, %	Білок, %	Жир, %	Крохмаль, %	Харчові волокна, %	Зола, %
Вісяне	9,94	13,11	6,8	63,7	4,6	1,85
Рисове	10,64	6,95	0,6	79,2	2,1	0,51

Вісяне борошно, порівняно з рисовим, містить майже в два рази більше білка і харчових волокон, а також майже в 4 рази більше мінеральних речовин. До складу вісяного борошна входить два види харчових волокон – розчинні і нерозчинні.

Розчинні харчові волокна у вигляді слизових речовин знижують рівень цукру в крові, нормалізують роботу шлунково-кишкового тракту, знижують ризик утворення тромбів, нормалізують артеріальний тиск, нерозчинні – виводить токсини і відновлюють мікрофлору кишечника, а також знижують рівень холестерину, що позитивно впливає на серцево-судинну систему.

До складу білків вісяного і рисового борошна входять всі незамінні амінокислоти. Загальна сума незамінних амінокислот у вісяному борошні дорівнює 5,25 г/100 г, рисовому – 2,45 г/100 г. Лімітуючими незамінними амінокислотами є лізин і треонін. Отримані дані свідчать, що за вмістом і складом амінокислот білки вісяного борошна є більш повноцінними, ніж рисового. Вони представлені набором амінокислот, який за своїм складом вважається найбільш близьким до набору амінокислот м'язового білка людини, що робить вісяне борошно особливо цінним. Поряд з білком і вуглеводами вісяне борошно містить 6,8 % жиру.

Рисове борошно виробляють з полірованого рису. Таке борошно не містить глютену, тому його викори-

стовують у виробництві безглютенового харчування, яке необхідне людям, що не сприймають глютену, а також для дитячого харчування. Рисове борошно характеризується великою кількістю крохмалю – 79,2 %, і незначною кількістю жиру – 0,6 %. Крохмаль рисового борошна, що складає основну масу вуглеводів, легко перетравлюється в організмі людини. За вмістом крохмалю рисове борошно займає провідні позиції серед інших видів рослинного борошна. Тому продукти із рису використовують у лікувальному харчуванні при шлунково-кишкових захворюваннях. За вмістом поживних речовин використане нами рисове та вісяне борошно відповідає вимогам Сан-ПіН 2.3.2.1078-01.

Вісяне борошно містить вітаміни, мг/100 г: В1 – 0,36, В2 – 0,1, РР – 1,0 які зміцнюють нервову систему, а також жиророзчинні вітаміни Е (0,7 мг/100 г) і К (3,2 мкг/100 г). Рисове борошно містить вітамінів групи В значно менше, але переважає за вмістом вітаміну РР – 1,4 мг/100 г.

До складу вісяного борошна входить значна кількість необхідних організму людини макро- і мікроелементів: кальцію (56 мг/100 г), фосфору (452 мг/100 г), калію (371 мг/100 г), магнію (144 мг/100), селену (34 мкг/100). Вісяне борошно значно переважає рисове борошно за вмістом мінеральних речовин.

Рисове борошно використовують у всьому світі при виробництві дитячих дієтичних продуктів харчу-

вання – як продукт, що містять багато вуглеводів, амілопектин, біотин та цинк. Крохмаль рисового борошна легко засвоюється, а продукти з рису застосовують у лікувальному харчуванні при шлунково-кишкових розладах.

Рисове борошно в промисловості використовують як натуральний згущувач і структуроутворювач, що має високу харчову цінність, зв'язує і утримує воду у співвідношенні 1:4 та утворює стійкі гелі.

Молоко є несприятливим середовищем для розвитку біфідобактерій у зв'язку з відсутністю у його складі вільних низькомолекулярних сполук, таких як амінокислоти, моноцукри тощо, необхідних для їхньої життєдіяльності. При сумісному використанні лакто- та біфідобактерій, продукти метаболізму молочнокислих стрептококів і паличок створюють умови для росту і розвитку біфідобактерій.

Перспективним напрямком створення кисломолочних ферментованих продуктів вважається розробка комплексних заквасок на основі консорціумів пробіотичних бактерій різних таксономічних груп, які більш стійкі до несприятливих факторів середовища і володіють вищою активністю порівняно з заквасками, які виготовлені з використанням чистих монокультур.

Критерієм відбору найбільш придатних штамів лакто- і біфідобактерій для створення заквашувальних композицій є біологічна активність, тобто здатність забезпечити прогнозований функціональний вплив на організм людини, а також технологічні параметри, які дозволяють отримати десертні кисломолочні ферментовані продукти високої біологічної цінності, з певними фізико-хімічними та реологічними властивостями.

Проведено дослідження технологічних властивостей найбільш поширених штамів лактобактерій – *Lactococcus lactis ssp. Lactis*, *Lactococcus lactis ssp. Cremoris*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *S. Thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. delbrueckii ssp. Bulgaricus*, а також ряду штамів біфідобактерій – *Bifidobacterium bifidum*, *Bifidobacterium longum subsp. longum*, *Bifidobacterium adolescentis*.

Використані молочнокислі бактерії оцінювали за такими критеріями, як здатність зброджувати лактозу, рівень кислотоутворення, протеолітична активність та кількість життєздатних клітин у згустку. Встановлено, що високий рівень споживання лактози спостерігається у *Lactobacillus acidophilus* ($45,7 \pm 5,8$), *L. delbrueckii ssp. Bulgaricus* ($41,5 \pm 6,1$), *S. Thermophilus* ($38,5 \pm 6,3$), найвищий приріст вільних амінокислот відбувається при ферментації молока лактобактеріями видів *L. delbrueckii ssp. bulgaricus* і *L. acidophilus*, найбільшою здатністю до кислотоутворення володіють штами *L. Delbrueckii ssp. bulgaricus* ($310,0 \pm 3,1$) °Т і *Lactobacillus acidophilus* ($290,9 \pm 5,3$) °Т, але кількість життєздатних клітин у згустку при високому рівні кислотоутворюючої здатності і протеолізу лактози, спостерігаються тільки при використанні *Lactobacillus acidophilus* ($8,3 \pm 0,5$) Lg КУО/см³.

Варто зазначити, що ацидофільні палички *Lactobacillus acidophilus* внаслідок здатності продукувати антибіотики ацидофілін і лактоцидин, пригнічують шкідливу мікрофлору – сальмонели, стафілококи. Встановлено, що всі дослідні штами лактобактерій

мають стійкість до інгібіторів розвитку: кислого середовища, характерного для рН шлунку (рН 2,0), 40 % жовчі, 0,3 % розчину фенолу, 4,0 % кухонної солі, пеніциліну і стрептоміцину.

Встановлено, що найкращими технологічними властивостями, необхідними для виробництва десертних ферментованих виробів, володіють штами *Str. Thermophilus* і *Lactobacillus acidophilus*.

З метою підвищення пробіотичних властивостей та підсилення антимікробної активності лактобактерій, необхідних для створення кращих умов росту і розвитку біфідобактерій, в роботі використано консорціум лактобактерій *S. thermophilus* і *L. acidophilus* у співвідношенні 1:1.

Встановлено, що ключова функція біфідофлори в регуляції кишкової мікрофлори реалізується за рахунок утворення функціональних кластерів. Виділення фізіологічних груп біфідофлори може пояснити особливості структурної організації та функціонування консорціумів, представлених в кишковому мікросимбіозі різними видами біфідобактерій, де лідируючі позиції займають два види – *B. bifidum* і *B. longum*. Для першої групи штамів, в якій переважає вміст біфідобактерій виду *B. bifidum*, характерна фізіологічна спеціалізація, що спрямована на підтримку гомеостазу кишкової мікробиоти і контролює формування імунного гомеостазу товстого кишечника людини. Друга група, в якій переважає вміст біфідобактерій виду *B. longum*, – відповідальна за мікробне “розпізнавання” асоціативних мікросимбіонтів і спрямована на прямий захист мікрофлори кишечника від патогенів, які потрапляють в організм людини. Третя група, яка представлена значною кількістю видів біфідобактерій, таких як *B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. catenulatum*, *B. breve*, *B. pseudocatenulatum*, *B. infantis*, необхідна для підтримки бар’єрної метаболічної функції біфідобактерій в товстому кишечнику людини (Krjuchkova et al., 2010; Solomon et al., 2019).

Дослідження обраних нами штамів біфідобактерій – *Bifidobacterium bifidum* 791, *Bifidobacterium longum subsp. longum* B 379M, *Bifidobacterium adolescentis* B-1 за такими показниками, як активність ферментації молока, яка становить 48...49 год, енергія кислотоутворення – (63 ± 3) °Т, активна кислотність після ферментації (рН) – ($4,8 \pm 1$) од., кількість життєздатних клітин у згустку – ($7,9 \pm 0,2$) Lg КУО/см³ показали, що всі штами біфідобактерій здатні розвиватися у молоці, не втрачають свою активність у кислому середовищі шлунку, а також мають стійкість до інгібіторів їх росту і розвитку.

Для визначення можливості поліпшення технологічних властивостей біфідобактерій *B. bifidum*, *B. longum*, *B. Adolescentis* за рахунок синергізму, нами проведено дослідження властивостей їх консорціуму у співвідношенні (1:1:1) із вмістом біфідобактерій кожного штаму $1 \cdot 10^4$ КУО/см³. Встановлено, що активність ферментації молока консорціумом біфідобактерій скорочується до (35 ± 1) год, енергія кислотоутворення підвищується до (67 ± 2) °Т, активна кислотність (рН) знижується до ($4,7 \pm 0,1$) од., кількість життєздатних клітин підвищується до ($8,7 \pm 0,2$) Lg

КУО/см³. Всі дослідні штами біфідобактерій і їх консорціум мають стійкість до високої концентрації жовчі, фенолу, низьких та високих показників рН, не утворюють каталази і сірководню, не відновлюють нітратів і нітритів, не розріджують желатину (Krjuchkova, 2009).

Отримані результати свідчать, що всі досліджені штами біфідобактерій, а також їх консорціум, дуже повільно ферментують молоко і утворюють згустки, які мають низькі показники титрованої кислотності і рН, але всі біфідобактерії здатні розвиватися в присутності лактози, накопичувати біомасу і знижувати активну кислотність отриманих згустків, зберігають свою активність при проходженні через шлунково-кишковий тракт і дозволяють прогнозувати виживання біфідобактерій у складі десертних ферментованих продуктах у процесі зберігання.

Варто зазначити, що чисті культури біфідобактерій потребують анаеробних умов і навіть у консорціумі володіють слабкою кислотоутворюючою здатністю. Для їх розвитку необхідні біфідостимулюючі фактори, а також мікроорганізми, які здатні в процесі життєдіяльності збагатити поживне середовище доступними для них поживними речовинами.

У зв'язку з цим при виробництві кисломолочних ферментованих продуктів використали комбіновану закваску з біфідо- і лактобактерій. Для подальшої

роботи використали композицією консорціумів біфідо- та лактобактерій, які містили 1·10⁴ КУО/см³, взятих у співвідношенні 2:1. Продукти життєдіяльності лактобактерій здатні забезпечити необхідний склад поживного середовища для стимуляції росту та розвитку біфідобактерій у молоці, а також надати продукту певних смакових і лікувально-профілактичних властивостей.

Для дослідження впливу сумісного використання консорціумів біфідо- і лактобактерій на енергію кислотоутворення знежирене молоко підігрівали до температури 40...45 °С, нормалізували за вмістом сухого знежиреного молочного залишку (СЗМЗ) до рівня 12,5 % за допомогою сухого знежиреного молока (СЗМ), що, за результатами наших досліджень, забезпечує покращення консистенції ферментованих молочних продуктів і стримує процес синерезису утворених згустків, нагрівали до температури 40 °С, очищували, нагрівали до температури 65 °С, гомогенізували при тиску P = (15 ± 2) МПа і для виключення впливу сторонньої мікрофлори стерилізували при температурі (121 ± 2) °С з витримкою (15 ± 5) хв, охолоджували до температури заквашування (37 ± 1) °С. В охолоджену суміш вносили композицію із консорціумів біфідо- і лактобактерій, які містили 1·10⁴ КУО/см³, і проводили ферментацію до рН 4,6...4,7, тобто до утворення згустку (табл. 2).

Таблиця 2

Технологічні властивості пробіотичної складової n = 3, P ≤ 0,05

Використані мікроорганізми	Активна кислотність, рН	Енергія кислотоутворення за час ферментації, °Т	Кількість життєздатних клітин у згустку, Lg КУО/см ³	
			біфідобактерій	лактобактерій
Консорціум лактобактерій (<i>Lb. acidophilus</i> + <i>Str. thermophilus</i>) (1:1)	4,6 ± 0,1	72 ± 0,3	-	7,5 ± 0,1
Консорціум біфідобактерій (<i>B. bifidum</i> + <i>B. longum</i> + <i>B. adolescentis</i>) (1:1:1)	4,8 ± 0,3	63 ± 0,2	8,8 ± 0,1	-
Композиція (консорціум біфідобактерій + консорціум лактобактерій) (2:1)	4,7 ± 0,1	68 ± 0,2	9,8 ± 0,2	8,2 ± 0,1

Встановлено, що при використанні композиції консорціумів лакто- і біфідобактерій, енергія кислотоутворення композиції, порівняно з консорціумом біфідобактерій, зростає, але зменшується – порівняно з консорціумом лактобактерій, що сприяє росту і розвитку біфідобактерій.

Біфідобактерії підтримують слабкокислое рН у товстому кишечнику за рахунок синтезу оцтової і молочної кислот, що пригнічує ріст багатьох видів патогенної і умовно-патогенної мікрофлори, а молочнокислі бактерії, зокрема *Lactobacillus acidophilus*, продукують антибіотики ацидофілін і лактоцидин, які, за нашими даними, володіють високою антагоністичною активністю щодо таких тест-культур, як *E. coli*, *B. subtilis*, *S. Epidermididis* тощо (Bahnova & Anishhenko, 2008). Також у розвитку біфідобактерій важливу роль відіграють поживні речовини, що накопичуються в результаті життєдіяльності використаних штамів лактобактерій, що сприяє зростанню кількості життєздатних клітин біфідобактерій.

Слід відзначити, що чисті культури біфідобактерій потребують анаеробних умов і навіть у консорціумі володіють слабкою кислотоутворюючою здатністю. Для їх розвитку необхідні біфідостимулюючі фактори, а також мікроорганізми, які здатні в процесі життєдіяльності збагатити поживне середовище доступними для них поживними речовинами.

Висновки

При виробництві кисломолочних ферментованих продуктів доцільно використовувати комбіновану закваску з біфідо- і лактобактерій, а також рослинне борошно – вівсяне і рисове доцільно використовувати при виробництві кисломолочних ферментованих продуктів, тому що за своїм складом вони не тільки будуть сприяти розвитку корисної кишкової мікрофлори, а й брати участь в утворенні структури, яка притаманна кисломолочній десертній продукції.

Таким чином, комбінація компонентів тваринного і рослинного походження дозволяє створювати про-

дукти харчування оздоровчої, дієтичної та спеціалізованої спрямованості з певними біологічними і фізіологічними властивостями, підвищеною харчовою цінністю.

Відомості про конфлікт інтересів

Автор стверджує про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bahnova, N. V., & Anishhenko, I. P. (2008). Bakterial'nye koncentraty dlja produktov funkcional'nogo naznacheniya. *Molochnaja prom-st'*, 60–61 (in Russian).
- Buharin, O. V., Ivanova, E. V., Perunova, N. B., & Nikiforov, I. A. (2018). Funkcional'nye gruppy bifidoflory kishechnoj mikrobioty v asociativnom simbioze cheloveka. *Zhurn. mikrobiol.*, 1, 3–9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-gruppy-bifidoflory-kishechnoy-mikrobioty-v-assotsiativnom-simbioze-cheloveka/viewer> (in Russian).
- Gerasimenko, N. F., Poznjakovskij, V. M., Chelnakova, N. G. (2016). Zdorovoe pitanie i ego rol' v obespechenii kachestva zhizni. *Tehnologii pishhevoj i pererabatyvushhej promyshlennosti. APK-produkty zdorovogo pitaniya*, 4, 52–57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zdorovoe-pitanie-i-ego-rol-v-obespechenii-kachestva-zhizni/viewer> (in Russian).
- Kapreljants, L. V., & Iorhachova, K. H. (2003). Funktsionalni produkty. *Odesa* (in Ukrainian).
- Kaprel'janc, L. V. (2004). Funkcional'nye produkty pitaniya: sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija. *Produkty i ingredienty*, 1, 22–24 (in Russian).
- Kaprel'janc, L. V., Sherstobitov, V. V., & Rekichanskaja, L. V. (2005). Uglevodnye prebioticheskie veshhestva iz soi. *Zernovye produkty i kombikorma*, 2, 18–20 (in Russian).
- Kochetkova, A. A. (2013). Aktual'nye aspekty tehničeskogo regulirovanija v oblasti produktov zdorovogo pitaniya. *Pererabotka moloka*, 10, 6–8 (in Russian).
- Krjuchkova, V. V. (2009). Prebiotiki v funkcional'nyh kislomolochnyh produktah. *Molochnaja promyshlennost'*, 7, 54–55 (in Russian).
- Krjuchkova, V. V., Klopova, A. V., Kolodenskij, A. Ju., & Chervjakova, O. V. (2010). Sovremennye tehnologii i konkurentosposobnost' bifidoaktivnyh kislomolochnyh produktov s povyshennoj pishhevoj cennost'ju. *DGAU* (in Russian).
- Solomon, A. M. (2018). Vybor i obosnovanie funkcional'nyh bifidostimulirujushchih ingredientov dlja desertynyh fermentirovannyh produktov. *Sbornik nauchnyh trudov "Aktual'nye voprosy pererabotki mjasnogo i molochnogo syr'ja"*. Minsk, 12, 62–71 (in Russian).
- Solomon, A. M., & Bondar, M. M. (2018). Fermented desserts of functional purpose using vegetables. *Zbirnyk naukovykh prats «Ahrama nauka ta kharchovi tekhnologii»*, 3(102), 168–179. URL: <http://socrates.vsau.edu.ua/repository/card.php?lang=en&id=19991>.
- Solomon, A. M., & Polievoda, Yu. A. (2019). Kyslomolochni deserty zbahacheni bifidobakteriiamy. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 2(105), 66–74. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?lang=en&id=22791> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., & Polievoda, Yu. A. (2019). Kyslomolochni deserty zbahacheni bifidobakteriiamy. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 2(105), 66–74. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?lang=en&id=22791> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., & Polievoda, Yu. A. (2019). Probiotyky i yikh rol u vyrobnytstvi kyslomolochnykh produktiv spetsialnogo pryznachennia. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK*, 3(106), 56–65. URL: <http://socrates.vsau.org/repository/card.php?lang=uk&id=22927> (in Ukrainian).
- Solomon, A. M., Novhorodska, N. V., & Bondar, M. M. (2019). Molochni desertni produkty. *Vynnytsia* (in Ukrainian).
- Solomon, A., Bondar, M., & Dyakonova, A. (2019). Substantiation of the technology for fermented sour-milk desserts with bifidogenic properties. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/11(97), 6–16. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.155278.
- Vlasenko, V. V., Solomon, A. M., & Paulyna, Ya. B. (2009). Suchasnyi stan ta perspektivy vyrobnytstva kyslomolochnykh produktiv funktsionalnogo pryznachennia. *Kharchova nauka i tekhnologii. Kharchova nauka i tekhnol.*, 4(9), 21–23 (in Ukrainian).
- Vloshhinskij, P. E., Poznjakovskij, V. M., & Drozdova, T. M. (2010). Fiziologija pitaniya. *Novosibirsk* (in Russian).



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-f9811
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 637.236

Development of kefir technology with celery pure

O. Tsisaryk¹, L. Musii¹✉, G. Dronyk², M. Drach¹, I. Slyvka¹

¹Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

²Bukovinian State Agricultural Research Station of the Institute of Agriculture of Carpathian Region of NAAS, Chernivtsi, Ukraine

Article info

Received 11.07.2022

Received in revised form

11.08.2022

Accepted 12.08.2022

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv, Ukraine.
Tel.: +38-098-132-31-63
E-mail: musiylyuba@ukr.net

Bukovinian State Agricultural
Research Station NAAS, Bogdan
Kryzhanivskyi Str., 21, Chernivtsi,
58026, Ukraine.
Tel.: +38-037-252-92-20.

Tsisaryk, O., Musii, L., Dronyk, G., Drach, M., & Slyvka, I. (2022). Development of kefir technology with celery pure. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 57–64. doi: 10.32718/nvlvet-f9811

The creation of new types of functional food products is an actual direction of the development of the food industry at the present time. The purpose of the work was to develop the technology, to investigate the properties and quality indicators of kefir using celery puree. Experimental studies of organoleptic, physico-chemical and microbiological indicators of kefir were conducted in the laboratory of the department of technology of milk and dairy products. For the production of kefir we used a fermentation culture directly applied by DVS company "CHR Hansen" (Denmark) Kefir-1, which includes *Debaryomyces hansenii* yeast and meso- and thermophilic lactococci: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc*, *Streptococcus thermophilus*. Stalks of celery were used to prepare puree in laboratory conditions. Stalks celery were washed, cut into small cubes. Chopped celery cubes were placed in a vessel, a small amount of water was added, brought to a boil. After that, the water was drained, and the celery cubes were carefully ground with a blender to a smooth puree-like consistency. At the first stage, kefir recipes were developed using different amounts of celery puree. We produced 3 samples of kefir: sample 1 – use of celery puree in the amount of 20 % to the weight of the normalized mixture; sample 2 – 30 %; sample 3 – 35 %. Kefir was made by the tank method. The cooled milk was sent for normalization. After normalization, the milk mixture was sent for pasteurization at a temperature of $(95 \pm 1)^\circ\text{C}$ with a holding time of 5 minutes. Fermentation culture Kefir-1 was added to the milk mixture cooled to a temperature of $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$. To evenly distribute the culture, mixing was used for 10-15 minutes. The mixture was subjected to fermentation at a temperature of $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$. After fermentation, celery puree was added to the milk mixture in the amount of 20, 30 and 35 % to the product weight. The mixture was thoroughly mixed and the product was immediately cooled to a temperature of 8°C and sent to maturation for 12 hours. Organoleptic, physical and chemical and microbiological indicators were studied in the finished product in accordance with DSTU 4417:2005 "Kefir. Specifications". The titrated acidity was determined according to GOST 3624-92 "Milk and dairy products. Titrometric methods of determining acidity". Active acidity was measured using an electronic pH meter "Muttler Toledo MP220". The total number of lactic acid cultures was determined by parallel inoculation of dilutions of yogurt samples in Petri dishes on *Lactobacagar* medium followed by incubation in a thermostat at a temperature of $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ for 3 days under anaerobic conditions. According to organoleptic parameters, in particular, better appearance and consistency, it is recommended to use celery puree in the amount of 35 % of the product weight in kefir technology. The physical and chemical parameters of the milk-vegetable product after maturation are as follows: titrated acidity 75–80 °T, active acidity 4.8–4.7 units pH, mass fraction of fat 2.5 %. During storage for 14 days, acidity changed the least in milk-vegetable kefir with celery puree in a sample with 35 % puree, which is caused, in our opinion, by the presence of essential oils in celery puree, which suppress the development of lactic acid microflora. The results of determining the number of viable lactic acid bacteria in kefir during storage at a temperature of $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ for 14 days indicate the intensification of the growth of lactic acid bacteria. Their development was more active in the sample using the smallest amount of celery puree.

Key words: kefir, celery puree, technology, titrated acidity, active acidity, organoleptic indicators.

Розроблення технології кефіру з пюре селери

О. Й. Цісарик¹, Л. Я. Мусій^{1✉}, Г. В. Дроник², М. П. Драч¹, І. М. Сливка¹

¹Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, м. Львів, Україна

²Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту сільського господарства Карпатського регіону Національної академії аграрних наук України, м. Чернівці, Україна

Розробка нових видів функціональних продуктів харчування – актуальний напрямок розвитку харчової галузі на теперішній час. Метою роботи було розробити технологію, дослідити властивості та показники якості кефіру з використанням пюре селери. Експериментальні дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників кефіру проводилися у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів. Для виробництва кефіру використовували заквашувальну культуру прямого внесення DVS компанії “CHR Hansen” (Данія), Kefir-1, до складу якої входять дріжджі *Debaryomyces hansenii* та мезо- і термофільні лактококи: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Leuconostoc*, *Streptococcus thermophilus*. Для приготування пюре в лабораторних умовах використовували стебла селери. Стебла селери мили, нарізали на невеликі кусочки. Подрібнені кусочки селери складали в посудину, додавали невелику кількість води, доводили до кипіння. Після цього воду зливали, кусочки стебел селери ретельно подрібнювали блендером до пореподібної ніжної консистенції. На першому етапі розробляли рецептури кефіру, використовуючи різну кількість пюре селери. Нами було виготовлено 3 зразки кефіру: зразок 1 – використання пюре селери у кількості 20 % до маси продукту; зразок 2 – 30 %; зразок 3 – 35 %. Кефір виготовляли резервуарним способом. Охолоджене молоко відправляли на нормалізацію. Після нормалізації суміш відправляли на пастеризацію при температурі $(95 \pm 1)^\circ\text{C}$ з витримкою 5 хв. У охолоджену до температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$ суміш вносили заквашувальну культуру Kefir-1. Для рівномірного розподілення культури застосовували перемішування протягом 10–15 хв. Після внесення закваски суміш подавали ферментації за температури $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$. Після сквашування у молочну суміш вносили пюре селери у кількості 20, 30 та 35 % від маси нормалізованої суміші. Суміш ретельно перемішували і продукт відразу охолоджували до температури 8°C і направляли на визрівання на 12 год. У готовому продукті досліджували органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники згідно з ДСТУ 4417:2005 “Кефір. Технічні умови”. Титровану кислотність визначали за ГОСТ 3624–92 “Молоко і молочні продукти. Титрометричні методи визначення кислотності”. Вимірювання активної кислотності проводили за допомогою електронного рН-метра “Muttler Toledo MP220”. Загальну кількість молочнокислих культур визначали паралельним посівом розведень зразків йогурту у чашки Петрі на середовище Лактобактар з подальшим інкубуванням у термостаті за температури $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 3 днів в анаеробних умовах. За органолептичними показниками, зокрема крапцем зовнішнім виглядом та консистенцією, рекомендовано використовувати в технології кефіру пюре селери у кількості 35 % від маси продукту. Фізико-хімічні показники молочно-рослинного напою після визрівання такі: титрована кислотність в межах $75\text{--}80^\circ\text{T}$, активна кислотність $4,8\text{--}4,7$ од. рН, масова частка жиру $2,5\%$. Під час зберігання протягом 14 діб кислотність найменшою мірою змінювалась у молочно-рослинному кефірі з пюре селери у зразку з 35 % пюре, що спричинено, на нашу думку, наявністю ефірних олій у пюре селери, які пригнічують розвиток молочнокислих мікрофлори. Результати визначення кількості життєздатних молочнокислих бактерій у кефірі протягом зберігання за температури $(4 \pm 2)^\circ\text{C}$ упродовж 14 днів свідчать про інтенсифікацію росту молочнокислих бактерій. Більш активний їхній розвиток був у зразку при використанні найменшої кількості пюре селери.

Ключові слова: кефір, пюре селери, технологія, титрована кислотність, активна кислотність, органолептичні показники.

Вступ

На сьогодні загальноновизнаним є факт, що здоров'я та благополуччя населення є ключовими факторами економічного та соціального розвитку будь-якої країни. Сучасні соціальні негаразди, економічна криза негативно позначилися на здоров'ї української нації (Andriuchenko et al., 2018), особливої гостроти проблема набула під час повномасштабної війни. Раціональне харчування є важливою складовою як здорового способу життя, так і лікувально-профілактичних заходів.

Останнім часом надзвичайно велике значення надається продуктам харчування, що мають особливі властивості – оптимізують незбалансований раціон, поліпшують якість життя людини, нівелюють шкідливий вплив чинників навколишнього середовища, забезпечують сприятливу дію на мікробіоценоз людського організму, тобто є біологічно активними (Fanzo, 2019).

Розробка нових видів функціональних продуктів харчування – актуальний напрямок розвитку харчової галузі на теперішній час. Такі продукти становлять важливу частину раціону харчування сучасної людини, про що свідчить неухильне зростання їх споживання у світі (Novhorodska & Bernyk, 2022). У нашій

країні нова концепція індустрії корисних продуктів почала розвиватись порівняно недавно. Комплексний підхід до розробки і створення функціонального продукту полягає у цільовому підборі функціональних інгредієнтів; виборі продукту, що забезпечує легку засвоюваність інгредієнтів; визначенні технологічних властивостей функціональних інгредієнтів; створенні образу продукту через візуальне сприйняття і сенсорні властивості (Valoppi et al., 2021).

Одним із найбільш ефективних шляхів створення продуктів функціонального призначення є використання комплексу факторів, які формують їхні дієтичні і лікувально-профілактичні властивості.

Молоко та молочні продукти є важливим джерелом цінних макроелементів (Siro et al., 2008; Ivanova et al., 2021), жирів, білків, лактози, вітамінів та мікроелементів (мінералів), що робить їх “корисною їжею” (Kashif & Ullah, 2013; Jaroszewska & Biel, 2017). Загалом, існує потреба поєднати немолочні поживні інгредієнти з продуктами на основі молочних складових, щоб досягти цілей із суттєвою економією витрат, покращенням зовнішнім виглядом, смаком, текстурою і навіть функціональністю. Насправді поєднання функціональних інгредієнтів у молочних продуктах сприяє збільшенню продажу цих продуктів (Chavan &

Jana, 2007; Lialyk et al., 2020). Тому створення нових продуктів, збагачених певними функціональними інгредієнтами, при цьому використавши за основу молочний продукт, є безумовно перспективним та актуальним завданням.

Кефір є одним з найбільш популярних кисломолочних дієтичних напоїв і по праву займає домінуюче місце серед усіх молочних продуктів. Його походження бере свій початок на Кавказі, Балканах, у Східній Європі, а з часом споживання кефіру поширилося на інші частини світу завдяки цілющим властивостям (Prado et al., 2015). Цей терпкий, тягучий напій став популярним серед жителів таких країн, як Сполучені Штати Америки, Японія, Франція та Бразилія (Fiorda et al., 2017). Історично склалося так, що кефір рекомендувався для лікування кількох захворювань, включаючи туберкульоз, рак і шлунково-кишкові розлади, коли сучасні медичні методи лікування були недоступні (Randazzo et al., 2016). В останні роки було проведено численні дослідження біоактивності кефіру як натурального напою. Ці передбачувані переваги для здоров'я можна пояснити наявністю пробіотичних мікроорганізмів, так і широким розмаїттям біологічно активних сполук, що утворюються під час ферментації (Azizi et al., 2021).

На полицях супермаркетів кефір представлений досить вузьким асортиментом, тому метою нашої роботи було розширити асортимент кефіру, використовуючи овочевий наповнювач селера для гармонійно поєднання і доповнення специфічного смаку кефіру.

Селера є поширеним інгредієнтом у кухнях всього світу. Стебла селери багаті на целюлозу – складний вуглевод, що міститься в клітинній стінці рослин, їстівний, але не засвоєний людиною. Селера має низький глікемічний індекс – 35 (Slyvka et al., 2021). Селера – одна з найбільш низькокалорійних рослин, тому вона цінується як ефективний допоміжний засіб при схудненні. Стебла селери містять лише 16 калорій на 100 г маси, а також багато нерозчинних волокон (клітковини), корисних для травлення, які в поєднанні з іншими способами втрати ваги допоможуть зменшити масу тіла і відрегулювати рівень холестерину в крові.

Листя селери – добре джерело флавоноїдних антиоксидантів, таких як зеаксантин, лютеїн, а також бетакаротину, які наділені імуностимулюючими властивостями (Xu et al., 2020). У цій рослині також багато вітаміну А – 100 г свіжої селери містить 15 % щоденного необхідного рівня. Це природний антиоксидант, який потрібен для підтримки здорової слизової оболонки і шкіри та для підтримки зору. Споживання натуральних продуктів, багатих на флавоноїди, допомагає захищати організм від раку легень і ротової порожнини. Селера багата й іншими життєво важливими вітамінами, включаючи фолієву кислоту, рибофлавін, ніацин, вітамін С і К. Селера містить різні мінерали, дуже важливі для організму, такі як кальцій, фосфор, магній, калій, цинк і залізо (Turchyn et al., 2018).

Селеру рекомендується вживати жінкам для підтримки природної краси шкіри, волосся і нігтів, зменшення жирових відкладень, нормалізації обміну речовин і водно-сольового балансу. Селера може запобігти серцево-судинним, ревматичним захворюванням,

жовтяниці, хворобам печінки, селезінки та сечовивідних шляхів (Kooti & Daraci, 2017). Вона також позитивно впливає на пацієнтів з хворобою Альцгеймера, обмежуючи пошкодження нейронів в мозку (Sowbhagya, 2014).

Отже, використання селери у технології кефіру допоможе надати продукту функціональних властивостей і розширить асортимент кисломолочних напоїв.

Мета дослідження

Метою роботи було розробити молочно-рослинний кисломолочний напій кефір із додаванням пюре із стебел селери.

Завдання роботи полягали у:

- проведенні пошукового дослідження щодо кількості внесеного пюре селери;
- розробленні рецептури молочно-рослинного кефіру з масовою часткою жиру 2,5 % у готовому продукті;
- дослідженні органолептичних і фізико-хімічних властивостей готового продукту – молочно-рослинного кефіру та під час зберігання;
- розробленні технологічної схеми виробництва молочно-рослинного кефіру.

Матеріал і методи досліджень

Експериментальні дослідження органолептичних, фізико-хімічних та мікробіологічних показників зразків кефіру із пюре стебел селери проводилися у лабораторії кафедри технології молока і молочних продуктів Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького.

Для виробництва кефіру використовували заквашувальну культуру безпосереднього внесення DVS компанії “CHR Hansen” (Данія), Kefir-1, до складу якої входять дріжджі *Debaryomyces hansenii* та мезо- і термофільні лактококи: *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis*, *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Leuconostoc*, *Streptococcus thermophilus*.

Для приготування пюре в лабораторних умовах використовували стебла селери. Стебла селери мили, нарізали на невеликі кусочки. Подрібнені кусочки селери складали в посудину, додавали невелику кількість води і доводили до кипіння. Після цього воду зливали, кусочки селери ретельно подрібнювали блендером до пюреподібної ніжної консистенції.

Кефір виготовляли резервуарним способом. Охолоджене молоко (титрована кислотність 19 °Т) відправляли на нормалізацію з розрахунку, щоб у готовому продукті масова частка жиру становила 2,5 %. Після нормалізації суміш направляли на пастеризацію при температурі (95 ± 1) °С з витримкою 5 хв. У охолоджену до температури (30 ± 1) °С суміш вносили заквашувальну культуру Kefir-1. Для рівномірно розподілення культури застосовували перемішування протягом 10–15 хв. Після внесення закваски суміш піддавали ферментації за температури (30 ± 1) °С.

Сквашування суміші проводили до досягнення активної кислотності 4,6–4,7 од. рН.

Після сквашування у молочну суміш вносили пюре селери у кількості 20, 30 та 35 % до маси продукту. Суміш ретельно перемішували і продукт відразу охолоджували до температури 8 °С і направляли на визрівання на 12 год.

Нами було виготовлено 3 зразки кефіру: зразок 1 – використання пюре селери у кількості 20 % від маси продукту; зразок 2 – використання пюре селери у кількості 30 % від маси продукту; зразок 3 – використання пюре селери у кількості 35 % від маси продукту.

У готовому продукті досліджували органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники згідно з ДСТУ 4417:2005 “Кефір. Технічні умови”. Титровану кислотність визначали за ГОСТ 3624–92 “Молоко і молочні продукти. Титрометричні методи визначення

кислотності”. Вимірювання активної кислотності проводили за допомогою електронного рН-метра “Muttler Toledo MP220”. Загальну кількість молочнокислих культур визначали паралельним посівом розведень зразків йогурту у чашки Петрі на середовище Лактобакагар з подальшим інкубуванням у термостаті за температури (37 ± 1) °С протягом 3 днів в анаеробних умовах.

Результати та їх обговорення

Доцільність використання овочевої сировини для виробництва нових молочно-рослинних напоїв виходить із аналізу якості сировини. Рослинну сировину перед її використанням перевірили за органолептичними показниками, які наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Органолептичні показники селери

Найменування показника	Характеристика
Консистенція та зовнішній вигляд	Світло-зелені стебла довжиною до 30 см. Щільна структура, при розрізанні виділяється багато соку
Смак і запах	Специфічний, помірно виражений, пряний характерний для селери
Колір	Світло-зелене забарвлення

У результаті досліджень за показниками, нормованими ДСТУ 88596:2015 Селера молода свіжа. Технічні умови, показано, що досліджуваний зразок відповідає вимогам ДСТУ.

Для розробки рецептур молочно-рослинного кефіру нами вибрано кілька варіантів, спрямованих на

досягнення гармонійності поєднання рослинної сировини та кефіру, підвищення його харчової цінності. Нами було розроблено 3 рецептури кефіру з пюре селери, які наведені у таблиці 2.

На [рисунку 1](#) наведено технологічну діаграму виробництва молочно-рослинного кефіру.

Таблиця 2

Рецептура на кефір з пюре селери з м. ч. ж. 2,5 % без врахування втрат

Назва рецептурного складника	Кількість компонента, кг		
	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Молоко незбиране (м. ч. ж. 3,4 %)	734,2	690	625
Молоко знежирене (м. ч. ж. 0,05 %)	65,8	-	-
Вершки з м. ч. ж. 15 %	-	10	25
Пюре селери	200	300	350
Всього	1000	1000	1000

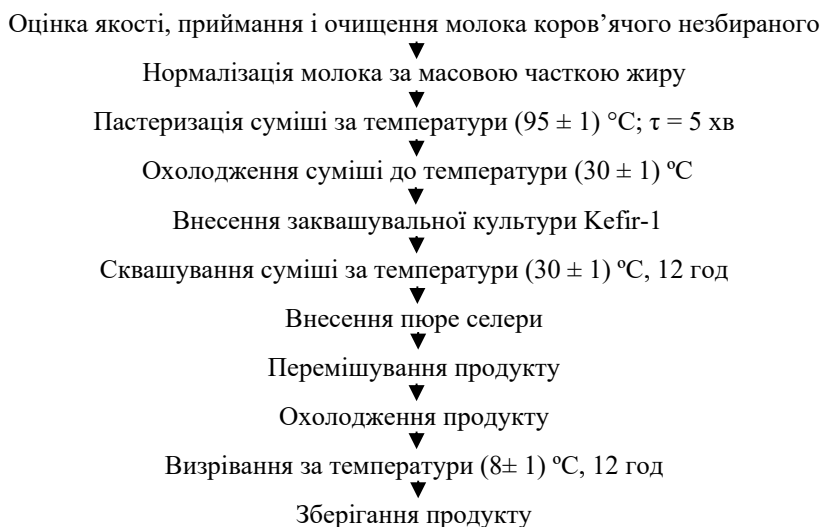


Рис. 1. Технологічна схема виробництва кефіру з пюре селери

Залежно від заквашувальних культур та рецептури виготовлення продукту формуються органолептичні показники кефіру. Результати органолептичної оцінки

наведені у [таблиці 3](#). Органолептичну оцінку якості кефіру проводили згідно з ДСТУ 4417:2005 “Кефір. Технічні умови”.

Таблиця 3

Органолептичні показники зразків кефіру при використанні пюре селери

Назва показника	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Смак і запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів з ледь відчутними нотками селери	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів з відчутними нотками селери	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів з вираженим смаком селери, що гармонійно поєднується зі смаком кефіру
Консистенція	Однорідна, в міру в'язка, з порушеним згустком з невеликою кількістю газоутворення	Однорідна, в міру в'язка, з порушеним згустком з невеликою кількістю газоутворення	Однорідна, в'язка, з порушеним згустком з невеликою кількістю газоутворення
Колір	Білий рівномірний по всій масі	Білий з вкрапленням пюре селери	Білий з ніжно-зеленим відтінком рівномірний за всієї масою

Результати бальної оцінки якості експериментальних зразків кефіру наведено у [таблиці 4](#). Отримані результати свідчать, що найкращі смакові властивості характерні для зразка 3 при використанні 35 % пюре селери, що відзначилось найвищою кількістю балів – 15, вони також мали кращий смак і аромат. Меншу кількість балів отримали зразки 1 та 2 при використанні у його технології 20 та 30 % пюре селери – відповідно 13 та 14 балів.

Таблиця 4

Бальна оцінка зразків кефіру при використанні пюре селери

Назва показника	зразок 1	зразок 2	зразок 3
Смак і запах	3	4	5
Консистенція	5	5	5
Колір	5	5	5
Всього	13	14	15

За органолептичними показниками, зокрема кращим зовнішнім виглядом та консистенцією, рекомендовано використовувати у технології кефіру пюре селери у кількості 35 % до маси продукту.

Нами були проведені дослідження продукту під час зберігання, а саме зміни кислотності продукту, смаку і запаху, на підставі чого визначено термін придатності кефіру з пюре селери. Продукт зберігали за температури 2–4 °С і визначали активну та титровану кислотність. Також аналізували зміну органолептичних властивостей продукту.

Зміна органолептичних показників при зберіганні зразків кефіру наведена у [таблиці 5](#). Всі зразки кефіру протягом 14 діб зберігання повністю відповідали вимогам. Після 14 доби зберігання зразки кефіру характеризувалися вираженим кисломолочним смаком і запахом з кислуватим присмаком. Внесення більшої кількості пюре селери (35 %) призвело до найкращих органолептичних показників за час зберігання кефіру. Всі зразки кефіру до 14 доби зберігання характеризувалися однорідною, в'язкою, з порушеним згустком консистенцією з невеликою кількістю газоутворення. Після 14 доби у зразках кефіру спостерігали значне

відділення сироватки, що супроводжувалось кислим смаком та запахом.

За органолептичними властивостями протягом зберігання за температури (4 ± 2) °С найкращими органолептичними показниками характеризувався зразок кефіру із додаванням пюре селери 35 % до маси продукту.

Було визначено зміни титрованої кислотності готового продукту під час зберігання за температури (4 ± 2) °С ([рис. 2](#)). На початку зберігання титрована кислотність у зразках 1–3 становила 78–80 °Т. При дослідженні зміни титрованої кислотності в процесі зберігання впродовж 14 діб встановлено, що з часом титрована кислотність зростала в усіх досліджуваних зразках. Однак детальний аналіз отриманих результатів показав, що у зразку 3 за 14 діб титрована кислотність зросла з 78 °Т до 90 °Т, а у зразках 1 та 2 з 75 і 80 °Т до 94 та 92 °Т відповідно. За весь період зберігання зразків кефіру титрована кислотність у зразках 1, 2, та 3 зросла на 19, 12 та 10 °Т відповідно. Використання більшої кількості пюре селери призвело до зменшення наростання титрованої кислотності під час зберігання кефіру. Можливо, це пояснюється вмістом у селері ефірних олій, які знижують активність молочнокислої мікрофлори.

Динаміка зміни активної кислотності зразків кефіру наведена на [рисунок 3](#). На початку зберігання активна кислотність у зразках 1–3 становила 4,7–4,8 од. рН. Активна кислотність до кінця терміну зберігання у зразках кефіру 1, 2 та 3 зменшилась на 0,54, 0,41 та 0,36 од. рН відповідно. Показники зміни активної кислотності корелюють із змінами титрованої кислотності. Результати змін активної кислотності під час зберігання вказують, що до кінця терміну зберігання найвища активна кислотність встановлена у зразку 3 при використанні 35 % пюре селери – 4,33 од. рН. Нижчою активною кислотністю в кінці зберігання характеризувався зразок 1 – 4,21 од. рН, до складу якого входила найменша кількість пюре селери. Збільшення кількості пюре селери у технології кефіру призводить до зменшення наростання кислотності протягом зберігання.

Проаналізувавши результати досліджень, можна зробити висновок, що використання різної кількості

пюре селери впливає на органолептичні показники готового продукту. Таким чином, узагальнюючи результати досліджень щодо титрованої кислотності

протягом зберігання, встановлено, що найвища титрована кислотність була у зразках 1 та 2 при використанні меншої кількості пюре селери.

Таблиця 5

Зміна органолептичних показників зразків кефіру з пюре селери протягом зберігання

Показник	Тривалість зберігання, діб	Зразки кефіру		
		1	2	3
Смак та запах	0...7	Чистий, кисломолочний без сторонніх присмаків і запахів з ледь відчутними нотками селери	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів з відчутними нотками селери	Чистий, кисломолочний без сторонніх присмаків і запахів з вираженим смаком селери, що гармонійно поєднується зі смаком кефіру
	7...14	Чистий, кисломолочний без сторонніх присмаків і запахів з ледь відчутними нотками селери	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків і запахів з відчутними нотками селери	Чистий, кисломолочний без сторонніх присмаків і запахів з вираженим смаком селери, що гармонійно поєднується зі смаком кефіру
	14...21	Нечистий, злегка кислуватий смак і запах		Виражений кисломолочний, з кислуватим присмаком і запахом
Консистенція та зовнішній вигляд	0...14	Однорідна, в міру в'язка, з порушеним згустком з невеликою кількістю газоутворення	Однорідна, в міру в'язка, з порушеним згустком з невеликою кількістю газоутворення	Однорідна, в'язка, з порушеним згустком з невеликою кількістю газоутворення
	14...21	Неоднорідна, значне відділення сироватки		
Колір	0...14	Білий рівномірний за всією масою	Білий з поодиноким вкрапленням пюре селери	Білий з ніжно-зеленим відтінком рівномірний за всієї масою

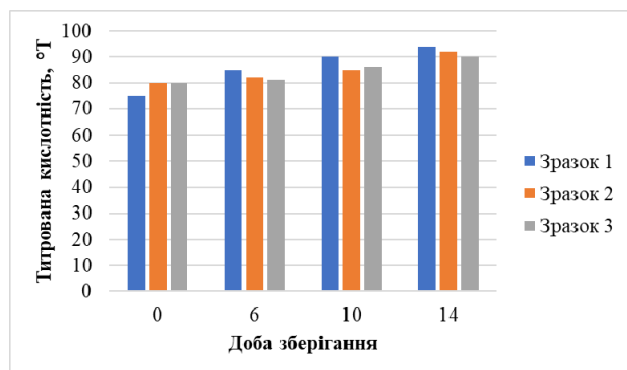


Рис. 2. Зміна титрованої кислотності зразків кефіру з пюре селери протягом зберігання за температури (4 ± 2) °C

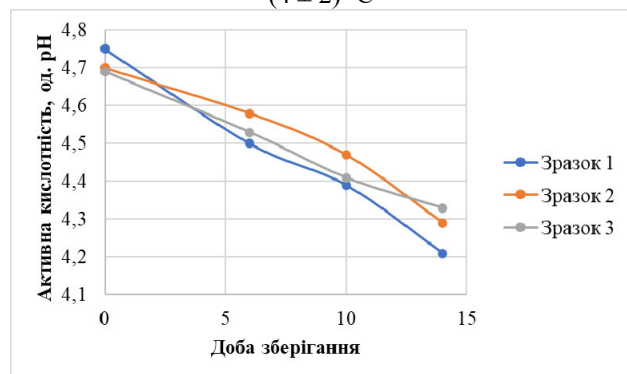


Рис. 3. Зміна активної кислотності зразків кефіру з пюре селери протягом зберігання за температури (4 ± 2) °C

Під час виробництва кефіру необхідно створити умови для достатнього розвитку у симбіозі всіх компонентів, а запорукою одержання продукту високої

якості є застосування заквашувальних культур прямого внесення.

Для аналізу зразків кефіру було обрано такі мікробіологічні показники, як кількість життєздатних молочнокислих бактерій, КУО в 1 см³. Адже саме ці показники визначають ступінь оздоровчого впливу на організм людини, оскільки кефір є пробіотичним продуктом профілактичного призначення.

Результати визначення кількості життєздатних молочнокислих бактерій у кефірі протягом зберігання наведені на [рисунку 4](#). Наростання титрованої кислотності зразків кефіру протягом зберігання за температури (4 ± 2) °C упродовж 14 днів ([рис. 2](#)) свідчить про інтенсифікацію росту молочнокислих бактерій. Більш активний їх розвиток виявлений у зразку 1, що обумовлено використанням найменшої кількості пюре селери. Кількість молочнокислих бактерій у зразках кефіру корелює із кислотністю готового продукту.

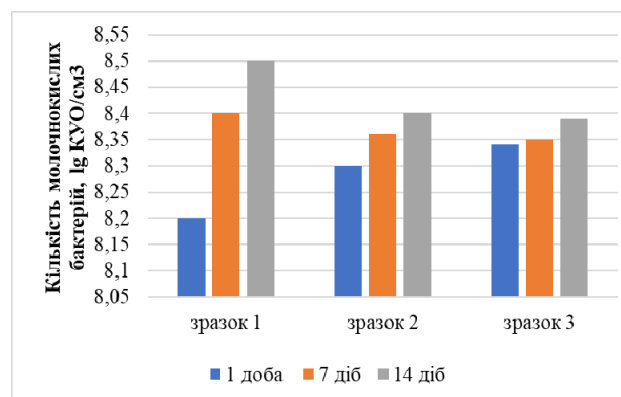


Рис. 4. Зміна кількості молочнокислих бактерій у зразках кефіру з пюре селери протягом зберігання за температури (4 ± 2) °C

Отже, в ході фізико-хімічних та мікробіологічних досліджень доведено високу якість та життєздатність культур закваски Kefir-1 у поєднанні з пюре селери, що дозволило отримати продукт високої якості за органолептичними показниками та показниками біологічної активності, що дає можливість його рекомендувати для щоденного вживання як функціонального продукту харчування для поліпшення стану здоров'я людини в несприятливих екологічних умовах сьогодення.

Висновки

Обґрунтовано і розроблено технологію кефіру із використанням пюре селери. Пюре селери дозволить збагатити кефір вітамінами, клітковиною, мінеральними речовинами, органічними кислотами та іншими цінними для організму речовинами.

За органолептичними показниками, зокрема кращим зовнішнім виглядом та консистенцією, рекомендовано використовувати у технології кефіру пюре селери у кількості 35 % від маси продукту.

Фізико-хімічні показники молочно-рослинного напою після визрівання такі: титрована кислотність в межах 75–80 °Т, активна кислотність 4,8–4,7 од. рН, масова частка жиру 2,5 %.

Під час зберігання протягом 14 діб кислотність найменшою мірою змінювалась у молочно-рослинному кефірі з пюре селери у зразку з 35 % пюре, що спричинено, на нашу думку, наявністю ефірних олій у пюре селери, які пригнічують розвиток молочнокислої мікрофлори.

Результати визначення кількості життєздатних молочнокислих бактерій у кефірі протягом зберігання за температури (4 ± 2) °С упродовж 14 днів, свідчить про інтенсифікацію росту молочнокислих бактерій. Більш активний їх розвиток зареєстрований у зразку при використанні найменшої кількості пюре селери.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Andriuchenko, T., Vakulenko, O., Volkov, V., Dziuba, N., Koliada, V., Komarova, N., Piesha, I., & Tilikina N. (2018). Formuvannya zdorovoho sposobu zhyttia. Navchalno-metodychni rekomendatsii. K.: DU "Derzhavnyi instytut simeinoi ta molodizhnoi polityky". URL: https://mms.gov.ua/storage/app/sites/16/Mizhnarodna_dijalnist/zdorovyi_sposib_zhyttia/metodichka-zoj-a4.pdf (in Ukrainian).

Azizi, N. F., Kumar, M. R., Yeap, S. K., Abdullah, J. O., Khalid, M., Omar, A. R., Osman, M. A., Mortadza, S. A. S., & Alitheen, N. B. (2021). Kefir and Its Biological Activities. *Foods*, 10, 1210. DOI: 10.3390/foods10061210.

Chavan, R. S., & Jana, A. (2007). Cheese substitutes: An alternative to natural cheese – A Review. *Intl. J. Food Sci. Technol. Nutr.*, 2, 25–39. URL: https://trashfoodcom.files.wordpress.com/2011/11/chafter_3.pdf.

DSTU (2005). State standart of Ukraine 4417:2005, Kefir. *Tekhnichni umovy*. http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY2/dsty_4417-2005.pdf (in Ukrainian).

DSTU (2015). State standart of Ukraine 8596:2015, Selera moloda svizha. *Tekhnichni umovy*. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=71742 (in Ukrainian).

Fanzo, J. (2019). Healthy and Sustainable Diets and Food Systems: the Key to Achieving Sustainable Development Goal 2? *Food Ethics*, 4, 159–174. DOI: 10.1007/s41055-019-00052-6.

Fiorda, F. A., de Melo Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S. K., Pagnoncelli, M. G. B., Vandenberghe, L. P. d. S., & Soccol, C. R. (2017). Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation—A review. *Food Microbiol.*, 66, 86–95. DOI: 10.1016/j.fm.2017.04.004.

Ivanova, G. V., Kolman, O. Ya., & Nikulina, E. O. (2021). Practical basics of the functional fermented milk desserts development with fruit and berry additives. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 848, 012019. DOI: 10.1088/1755-1315/848/1/012019.

Jaroszewska, A., & Biel, W. (2017). Chemical composition and antioxidant activity of leaves of mycorrhized seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Chilean journal of agricultural research*, 77(2), 155–162. DOI: 10.4067/S0718-58392017000200155.

Kashif, M., & Ullah, S. (2013). Chemical composition and minerals analysis of *Hippophae rhamnoides*, *Azadirachta indica*, *Punica granatu* and *Ocimum sanctum* leaves. *World Journal Dairy and Food Sciences*, 8(1), 67–73. DOI: 10.5829/idosi.wjdfs.2013.8.1.1119.

Kooti, W., & Daraei, N. (2017). A Review of the Antioxidant Activity of Celery (*Apium graveolens* L) *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*, 22(4), 1029–1034. DOI: 10.1177/2156587217717415.

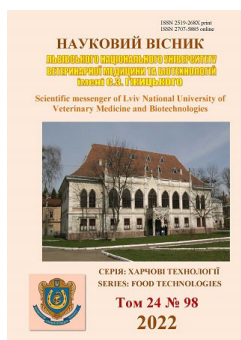
Lialyk, A. T., Pokotylo, O. S., Kukhtyn, M. D., & Beiko L. A. (2020). Orhanoleptychnyi i sensoryi analiz syrkovoi pasty z liianoiu oliieiu. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii: naukovyi zhurnal. Chernihiv: ChNTU*, 1(19), 287–295. DOI: 10.25140/2411-5363-2020-1(19)-287-295.

Novhorodska, N. V., & Berynyk, I. M. (2022). Rozrobka tekhnolohii syrkovykh past z kharchovymy voloknami. *Food resources*, 10(18), 100–108. DOI: 10.31073/foodresources2022-18-10.

Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P. S., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V., & Soccol, C. R. (2015). Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Front. Microbiol.*, 6, 1–10. DOI: 10.3389/fmicb.2015.011177.

Randazzo, W., Corona, O., Guarcello, R., Francesca, N., Germanà, M.A., Erten, H., Moschetti, G., & Settanni, L. (2016). Development of new non-dairy beverages from Mediterranean fruit juices fermented with water kefir microorganisms. *Food Microbiol.*, 54, 40–51. DOI: 10.1016/j.fm.2015.10.018.

- Siro, I., Kapolna, E., Kapolna, B., & Lugasi, A. (2008). Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance - A review. *Appetite*, 51(3), 456–467. DOI: 10.1016/j.appet.2008.05.060.
- Slyvka, N., Bilyk, O., Dronyk, G., & Nagovska, V. (2021). Doslidzhennia yakisnykh pokaznykiv morozyva parfe z ovochevymy napovniuvachamy. *NV LNU veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii. Serii: Kharchovi tekhnolohii*, 23(96), 76–81. DOI: 10.32718/nvlvet-f9613 (in Ukrainian).
- Sowbhagya, H. B. (2014). Chemistry, technology, and nutraceutical functions of celery (*Apium graveolens* L.): an overview. *Crit Rev Food Sci Nutr.*, 54(3), 389–98. DOI: 10.1080/10408398.2011.586740.
- Turchyn, I. M., Voichyshyn, A. V., & Hamkalo, Kh. V. (2018). Vykorystannia korenia selery u tekhnolohii syrkovykh past. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Serii: tekhnichni nauky*, 29(68), 79–84. URL: http://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2018/1_2018/part_3/16.pdf (in Ukrainian).
- Valoppi, F, Agustin, M, Abik, F, Morais de Carvalho, D, Sithole, J, Bhattarai, M, Varis, J. J., Arzami, ANAB, Pulkkinen, E., & Mikkonen, K. S. (2021). Insight on Current Advances in Food Science and Technology for Feeding the World Population. *Front. Sustain. Food Syst.*, 5, 626227. DOI: 10.3389/fsufs.2021.626227.
- Xu, C., Liu, D., Guo, C., & Wu, Y. (2020). Effect of cooling rate and super-chilling temperature on ice crystal characteristic, cell structure, and physicochemical quality of super-chilled fresh-cut celery. *International Journal of Refrigeration*, 113, 249–255. DOI: 10.1016/j.ijrefrig.2020.01.024.



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-f9812
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 331.45.(076)

Organization of the safe work management system at agricultural enterprises

O. Fedevych¹, R. Yatsyuk¹, R. Stets¹, Yu. Stets¹, I. Yaroshovych²✉, A. Shalko²

¹Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

²Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, Lviv, Ukraine

Article info

Received 25.07.2022

Received in revised form

29.08.2022

Accepted 30.08.2022

Fedevych, O., Yatsyuk, R., Stets, R., Stets, Yu., Yaroshovych, I., & Shalko, A. (2022). Organization of the safe work management system at agricultural enterprises. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 65–70. doi: 10.32718/nvlvet-f9812

Lviv Polytechnic National
University, St. Bandery Str., 12,
Lviv, 79000, Ukraine.
Tel.: +38-032-258-25-09
E-mail: ros.yatsiuk@gmail.com

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies, Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv,
79010, Ukraine.
Tel.: +38-032-239-26-98
E-mail: jarochovich2017@gmail.com

The occupational health and safety management system, as a target production management system, establishes a unified procedure for the activities of heads of organizations, structural divisions, and other officials in the field of occupational health and safety. It is designed to create working conditions in each structural subdivision, at each workplace, that meet the requirements of regulatory and legal acts and are the basis for a stable reduction of industrial injuries, accidents, and occupational diseases. Therefore, the problems of the creation and widespread implementation of a modern labor protection management system at enterprises are at the center of the constant attention of the State Labor Service of Ukraine. To improve its work, first of all, it is necessary to study the state of labor protection in units and workplaces, identify dangerous factors and possible risks and evaluate them. The main principle of the occupational health and safety management system is that all potential industrial injuries and accidents can and should be prevented promptly. In this paper, we explore the possibilities of applying the modeling of traumatic and emergencies and structural-functional analysis when using portable power tools in agricultural enterprises in the occupational health and safety management system. The execution of agricultural technological operations is characterized by the impact on the human body of various physical, chemical, biological, and psychophysiological factors, which can cause industrial injuries, occupational diseases, and deterioration of workers' health. The main task of labor protection is the creation of favorable conditions in the agricultural enterprise, which would guarantee the safety of the life of workers and in which the maximum labor productivity would be achieved with the least energy expenditure, and the human body would not be exposed to the harmful effects of production factors.

Key words: labor protection; the health and safety management system of the enterprise; agricultural enterprises international standards; business entities.

Організація системи управління охороною праці на сільськогосподарських підприємствах

О. Федевич¹, Р. Яцюк¹, Р. Стець¹, Ю. Стець¹, І. Ярошович²✉, А. Шалько²

¹Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів, Україна

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

Система управління охороною праці як цільова система управління виробництвом встановлює єдиний порядок діяльності керівників організацій, структурних підрозділів та інших посадових осіб у сфері охорони праці. Вона покликана створити у кожному структурному підрозділі, на кожному робочому місці такі умови праці, які відповідають вимогам нормативно-правових актів і є підґрунтям для стабільного зниження виробничого травматизму, аварій та професійних захворювань. Тому проблеми створення та повсюдного запровадження сучасної системи управління охороною праці на підприємствах є в центрі постійної уваги Державної служби України з питань праці. Система управління охороною праці – це дієва система. Алгоритм її впровадження представлено в роботі. Щоб налагодити її роботу перш за все необхідно вивчити стан охорони праці в підрозділах і на робочих місцях,

виявити небезпечні фактори та можливі ризики і оцінити їх. Основний принцип системи управління охороною праці – всім вірогідним виробничим травмам і аваріям можна і потрібно своєчасно запобігти. В даній роботі ми досліджуємо можливість застосування в системі управління охороною праці моделювання травмонебезпечних і аварійних ситуацій та структурно – функціонального аналізу при використанні мобільних енергетичних засобів у сільськогосподарських підприємствах. Виконання сільськогосподарських технологічних операцій характеризується впливом на організм людини різних фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних факторів, що може спричинити виробничий травматизм, професійні захворювання, погіршення стану здоров'я працівників. Основним завданням охорони праці є створення сприятливих умов у сільськогосподарському підприємстві, які б гарантували безпеку життєдіяльності працюючих і при яких максимальна продуктивність праці досягалась би при найменших затратах енергії, а організм людини не зазнавав би шкідливої дії виробничих факторів.

Ключові слова: охорона праці; система управління охороною здоров'я та безпекою праці підприємства; сільськогосподарські підприємства; міжнародні стандарти; суб'єкти господарювання.

Вступ

Система управління охороною праці встановлює цільові завдання і функції структурних підрозділів, обов'язки посадових осіб, порядок планування профілактичної роботи, систему контролю за станом охорони праці та дотримання працівниками правил, норм та інструкцій з охорони праці. Вона передбачає повну відповідальність першого керівника підрозділу за створення безпечних умов праці. Проте кожен працівник несе відповідальність за власну безпеку та безпеку інших працівників підприємства (Chornobrovka, 2012; Voiko, 2012; Bocharnykova, 2012).

Основний принцип системи управління охороною праці – всім вірогідним виробничим травмам і аваріям можна і потрібно своєчасно запобігти. Це не знімає відповідальності посадових осіб за невиконання ними обов'язків щодо створення безпечних умов праці на виробництві та висуває жорсткі вимоги до виконавців – порушників правил та інструкцій.

Система управління охороною праці – це дієва система. Алгоритм її впровадження представлено в роботі (Skrypnyk, 2017; Fedevych & Stepanyshyn, 2018). Щоб налагодити її роботу перш за все необхідно вивчити стан охорони праці в підрозділах і на робочих місцях, виявити небезпечні фактори та можливі ризики і оцінити їх. В даній роботі ми досліджуємо можливість застосування в системі управління охороною праці моделювання травмонебезпечних і аварійних ситуацій та структурно – функціонального аналізу при використанні мобільних енергетичних засобів у сільськогосподарських підприємствах. Закон України “Про охорону праці” (Zakon Ukrainy) закріпив гарантії прав громадян України на охорону праці, порядок організації охорони праці на виробництві, стимулювання роботи з охорони праці, затвердив структуру і порядок державного управління охороною праці, державний нагляд і контроль, а також відповідальність працівників за порушення законодавства про охорону праці.

Виконання сільськогосподарських технологічних операцій характеризується впливом на організм людини різних фізичних, хімічних, біологічних, психофізіологічних факторів (Tkachyshyn, 2017), що може спричинити виробничий травматизм, професійні захворювання, погіршення стану здоров'я працівників.

Основним завданням охорони праці є створення сприятливих умов у сільськогосподарському підприємстві, які б гарантували безпеку життєдіяльності працюючих і при яких максимальна продуктивність

праці досягалась би при найменших затратах енергії, а організм людини не зазнавав би шкідливої дії виробничих факторів.

За основу досліджень взято аграрний сектор Ужгородського району Закарпатської області, який включає 10 суб'єктів сільськогосподарської діяльності, які розташовані на відстані 5÷50 км від центру в зонах доброго шосейного і залізничного сполучення, що дозволяє ефективно вирішувати транспортні операції по збуту сільськогосподарської продукції та забезпечення матеріально-технічними ресурсами.

За типом рельєфу територія сільськогосподарських підприємств хвиляста, придатна для механізованого обробітку ґрунтів. Загальна земельна площа сільськогосподарських підприємств станом на 1.01.2021 р. складала 15425 га. Угіддя складають 13620 га тобто – 88,3 % від загальної площі. В тому числі є рілля – 10350 га (76,0 %), сіножаті і пасовища 2270 га (16,71%) та інші угіддя 1000 га (7,3 %).

В сільськогосподарських підприємствах вирощують зернові культури (41,8 %), цукрові буряки – (14,0 %), картоплю – (3,2 %), кормові культури (27,8 %) і кукурудзу на силос – (16,6 %) на площі 10350 га.

В технологічних операціях відсоток ручної праці високий (38,6 %), що знижує продуктивність і спричиняє травмонебезпечні і аварійні ситуації.

Станом на 1.05.2021 в підприємствах налічувалось 125 тракторів різних марок, 192 автомобілі різної вантажопідйомності, 44 зернозбиральних комбайнів та різні с/г машини в кількості 434 одиниць. Значна частина техніки відпрацювала свій моторесурс і підлягає списанню. Відновлення роботоздатності техніки в умовах підприємств є малоефективним, а ремонт в спеціалізованих підприємствах вимагає значних коштів. Все таки в підприємствах знаходять резерви для підтримання техніки в роботоздатному стані.

Технічний потенціал підприємств:

- ❖ Енергозабезпеченість – 845 кВт/га
- ❖ Енергоозброєність – 82,5 кВт/100 га

Результати та їх обговорення

Операційна система використання та технічного обслуговування мобільних енергетичних засобів

Операційна система – це комплекс елементів, які тісно пов'язані між собою і кінцевою метою якої є виконання всіх функцій покладених на неї.

Виробничі системи вивчаються на підставі само-техніки і з цією метою окреслюються зовнішніми

чинниками $\{x\}$, параметрами системи $\{z\}$, показниками $\{y\}$ її функціонування.

Множина $\{x\}$ включає наступні чинники:

❖ При використанні мобільних енергетичних засобів:

✓ Число пунктів, до яких здійснюються транспортні операції (N_a);

✓ Режим роботи виробничого об'єкту (n_o);

✓ Тривалість збирання сільськогосподарської продукції з 1 га (t_3);

✓ Час завершення збирання сільськогосподарської продукції (t_{3m});

✓ Загальний обсяг виконуваних робіт (Q_3);

❖ При обслуговуванні мобільних енергетичних засобів:

✓ Надходження мобільних енергетичних засобів для проходження чергового технічного обслуговування згідно розробленого графіка;

✓ Зовнішнє миття і очистка об'єкту;

✓ Діагностика і виявлення технічних несправностей;

✓ Комплектування вузлів і деталей.

Множина $\{z\}$ включає наступні чинники перетворення:

❖ При використанні мобільних енергетичних засобів:

✓ Кількість машинно-тракторних агрегатів (N_a);

✓ Кількість проїздів (прогнозів) (N_{np});

✓ Вантажопідйомність і продуктивність машинно-тракторних агрегатів (Q_v, W_a);

✓ Маршрути поїздок (M_p);

✓ Час (t_m) та періодичність (t_{np}) поїздок по маршрутах.

❖ При технічному обслуговуванні мобільних енергетичних засобів:

✓ Заміни вузлів і агрегатів;

✓ Ремонт окремих вузлів і деталей в умовах ремонтної майстерні ТзОВ;

✓ Визначення після ремонтного технічного стану об'єкта.

Множина $\{y\}$ включає наступні операційні чинники:

❖ При використанні мобільних енергетичних засобів:

✓ Обсяг виробленої продукції (Q_{np}) т;

✓ Вартісні показники роботи використання мобільних енергетичних засобів та транспортні витрати ($C_{p.v}, C_{tp}$);

❖ При технічному обслуговуванні:

✓ Перевірка роботоздатності мобільних енергетичних засобів в робочому і холостому режимі;

✓ Перевірка технічної справності згідно вимог охорони праці.

Параметри системи відображають її структуру і принципи функціонування системи – це її зовнішні ознаки, які характеризують взаємодію із системою використання мобільних енергетичних засобів.

Представимо операційну систему використання машинно-тракторних агрегатів (на прикладі тракторних транспортних агрегатів) логічною схемою (рис. 1).



Рис. 1. Операційна система використання машинно-тракторних агрегатів

Чинниками перетворення операційної системи є:

❖ Завантаження тракторного транспортного засобу (ЗТТА);

✓ Технічна несправність агрегату;

✓ Відсутність запобігання пристрою на зчпному пристрої тракторного транспортного агрегату;

✓ Порушення вимог безпеки праці при розвантажувально-навантажувальних операціях;

✓ Перевищення допустимої норми вантажопідйомності;

❖ Зважування маси вантажу (при необхідності) (ЗМВ);

✓ Відсутність гальмівних башмаків для фіксації причепа;

✓ Запуск двигуна при включенні передачі;

✓ Знаходження сторонніх осіб в зоні зважування вантажу;

❖ Здійснення транспортної операції (ЗТО);

✓ Порушення вимог правил дорожнього руху;

✓ Перевтомленість (нетверезий стан) оператора машинно-тракторного агрегату;

✓ Незадовільний стан дорожнього покриття;

❖ Контрольне зважування (К.ЗВ)

❖ Розвантаження тракторного транспортного агрегату (РТТА);

✓ Відкриття бокового борта при заповненому кузові причепа;

✓ Самовільний рух машинно-тракторного агрегату.

Операційна система технічного обслуговування МТА систематизує його проведення, зменшує затрати праці і забезпечує безпеку їх виконання та спрямована на забезпечення їх стабільною роботоздатністю для виконання різних сільськогосподарських операцій і включає в себе наступні чинники перетворення:

❖ Надходження об'єктів операційної системи для проходження чергового обслуговування;

❖ Перетворення операційної системи технічного обслуговування із виконанням наступних операцій:

✓ Зовнішнє миття і очистка об'єкту (ЗМО):

- відсутність засобів індивідуального захисту;

- самовільний рух машинно-тракторного агрегату;

- використання несправного обладнання;

✓ Діагностика і виявлення технічних несправностей (ДТН):

- несправність електроінструменту;
- відсутність захисного заземлення;
- ✓ Заміна вузлів і агрегатів (при необхідності) (ЗВА):
- використання несправного інструменту та обладнання;
- використання несправних вантажопіднімальних засобів;
- порушення вимог правил безпеки праці;
- ✓ Ремонт окремих вузлів і деталей в умовах ремонтної майстерні господарства (РВА);
- недотримання вимог інструкцій з техніки безпеки;

- застосування несправного інструменту і обладнання;
- відсутність заземлення на верстатах із електричним приводом;
- використання нестандартних пристроїв та засобів малої механізації;
- ✓ Визначення роботоздатності після ремонтного технічного стану МТА (ВПРТС);
- проведення перевірки роботи енергетичного засобу у робочому і холостому режимі із дотримання вимог безпеки згідно інструкцій.

Операційна система технічного обслуговування машинно-тракторних агрегатів представлена на [рис. 2](#).

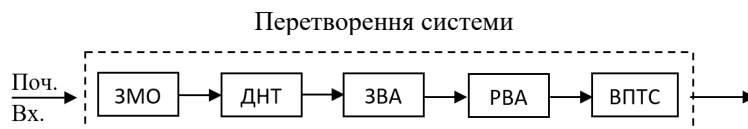


Рис. 2. Операційна система технічного обслуговування мобільних енергетичних засобів

Завданням операційних систем використання і обслуговування мобільних енергетичних засобів є визначення чіткої технологічної послідовності у проведенні тих чи інших операцій та визначення травмонебезпечних і аварійних ситуацій в кожній із них.

Отже на основі представлені виробничо-технічної характеристики сільськогосподарських підприємств району та їх землекористування і енергетичного потенціалу, представлено операційну систему використання та технічного обслуговування енергетичних мобільних засобів. Проведено обґрунтування можливих травмонебезпечних і аварійних чинників стосовно кожної окремої технологічної операції.

Аналіз та дослідження виробничого травматизму у сільськогосподарських підприємствах

Аналіз та дослідження виробничого травматизму здійснювалися за п'ятирічний термін із 2017 по 2021 роки включно. За результатами аналізу виявлено, що в сільськогосподарських підприємствах за цей термін сталося 40 виробничих травм (для аналізу враховувались виробничі травми різної ступеня важкості – легка, середня, важка).

Крім цього аналіз та дослідження дозволили виявити головні чинники, які спричиняють травматизм, а саме:

- ✓ несприятливі умови праці;
- ✓ недосконалість виконання технологічних операцій технічного обслуговування і ремонту;
- ✓ порушення правил транспортних операцій при перевезенні сільськогосподарської продукції;
- ✓ використання несправного інструменту і обладнання;
- ✓ грубі порушення вимог інструкцій техніки безпеки в усіх галузях;
- ✓ запуски двигунів мобільних енергетичних засобів при ввімкненні передач;
- ✓ перекидання тракторних транспортних агрегатів;
- ✓ допуск до експлуатації технічно-несправних енергетичних засобів;

- ✓ нехтування елементарними правилами техніки безпеки, як керівним складом так і працівниками.

Виробничий травматизм обумовлений як об'єктивними так і суб'єктивними причинами, зокрема недостатнім фінансуванням заходів з охорони праці.

Значна частина виробничих травм припадає на працівників із стажем роботи від 1-го до 3-х років, це обумовлює малий досвід виконання тієї чи іншої технологічної операції.

Серед ситуацій, що досліджувались і аналізувались, можна виявити найбільш типові:

- 1) Перекидання машинно-тракторних агрегатів і окремих тракторів;
- 2) Дія рухомих механізмів агрегатів;
- 3) Наїзди при запуску двигуна із ввімкненою передачею;
- 4) Вплив шкідливих речовин при використанні агрохімікатів.

Діаграма виробничого травматизму за найбільш типовими травмонебезпечними та аварійними чинниками показано на [рисунку 3](#).

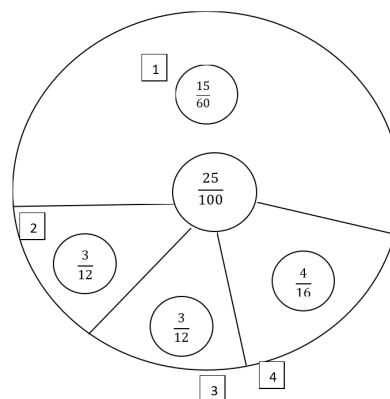


Рис. 3. Діаграма виробничого травматизму за чинниками найбільш типових травмонебезпечних ситуацій

Аналіз діаграми показує, що домінуючою типовою травмонебезпечною і аварійною ситуацією є переки-

дання машинно-тракторних агрегатів і окремих мобільних енергетичних засобів.

Виходячи із вище наведеного, нами, додатково проведено цілеспрямований аналіз причин перекидання окремих енергетичних засобів і тракторних транспортних агрегатів, який дозволив класифікувати найбільш часті випадки, виявити їх закономірність і їх кількість за порами року, доби і днями тижня, а також основні конструктивні і експлуатаційні причини і визначити наслідки аварій.

Даний аналіз і дослідження дають можливість:

- ✓ уточнити критерії динамічної стійкості трактора;
- ✓ визначити найбільш важливі напрями в області стійкості трактора (агрегату) і розробити відповідні заходи безпеки;
- ✓ усунути конструкційні недоліки, що спричиняють аварійні ситуації, виявити об'єктивні і суб'єктивні причини перекидання енергетичних засобів і МТА;
- ✓ обґрунтувати розрахункові навантаження для проектування захисних кабін, рам і інших механізмів;
- ✓ розробити правила техніки безпеки при експлуатації МТА.

За матеріалами аналізу та досліджень в сільськогосподарських підприємствах виявлено основні чинники (в процентному співвідношенні) травмонебезпечних та аварійних ситуацій при використанні мобільних енергетичних засобів, а саме:

- ✓ технічна несправність мобільного енергетичного засобу – 19,5 %;
- ✓ пере втомленість оператора мобільного енергетичного засобу – 8,2%;
- ✓ алкогольне оп'яніння і порушення вимог трудової дисципліни – 13,5%;
- ✓ низька кваліфікація – 12,8%;
- ✓ порушення правил дорожнього руху – 10,8%;
- ✓ круті схили, малі радіуси поворотів – 14,0%;
- ✓ незадовільний стан доріг – 5,2%;
- ✓ невідповідність технологічного процесу вимогам техніки безпеки – 13,0%.

Таблиця 1

Розрахункові дані показників інтенсивності травмування у сільськогосподарських підприємствах

Роки	Виробничі галузі сільськогосподарських підприємств								
	Механізація виробничих процесів			Рослинництво			Тваринництво		
	$K_{ч}$	$K_{вж}$	$K_{вт}$	$K_{ч}$	$K_{вж}$	$K_{вт}$	$K_{ч}$	$K_{вж}$	$K_{вт}$
2017	1,20	1,01	1,212	0,50	0,25	0,125	0,50	0,125	0,125
2018	1,07	0,95	1,016	0,25	0,15	0,037	0,20	0,05	0,01
2019	0,92	0,65	0,589	0,16	0,51	0,081	0,22	0,49	0,107
2020	1,02	0,92	0,938	0,25	0,46	0,115	0,16	0,17	0,027
2021	0,85	0,25	0,212	0,19	0,24	0,046	0,15	0,11	0,017

Аналізуючи результати таблиці 1 необхідно відзначити, що сумарна інтенсивність $\Sigma K_{вт}$ становила в:

- 2017р. $\Sigma K_{вт} = 1,462$; 2018р. $\Sigma K_{вт} = 1,063$;
- 2019р. $\Sigma K_{вт} = 0,777$; 2020р. $\Sigma K_{вт} = 1,080$;
- 2021р. $\Sigma K_{вт} = 0,274$.

Виходячи із вище наведеного, необхідно визнати, що виробничий травматизм – подія непрогнозована і змінюється у просторовому відліку часу. Найбільш

При обробці даних для отримання достовірних результатів нами використовувались наступні принципи математичної статистики:

- ✓ одночасність – по виконанні всіх операцій енергетичними мобільними засобами та МТА;
 - ✓ раціональне співставлення форм обліку із наявними первинними матеріалами по виробничому травматизмі в сільськогосподарських підприємствах.
- За результатами обробки даних причин виробничого травматизму при використанні мобільної техніки їх можна розділити на наступні групи:
- ✓ порушення правил організації і виконання технологічних операцій, а також маневрування і руху;
 - ✓ неуважність водія і тракториста-машиніста внаслідок перевтоми або оп'яніння, недостатня кваліфікація;
 - ✓ технічні несправності і порушення вимог інструкцій.

Для аналізу виконаємо математичну обробку даних виробничого травматизму за відносними показниками, що характеризують інтенсивність травмування працівників.

Показник частоти:

$$K_{ч} = n / N, \quad (1)$$

Де: n – кількість осіб, які потерпіли при нещасних випадках у звітному періоді;

N – середнє спискове число працівників за цей же період часу.

Показник важкості:

$$K_{вж} = T / n, \quad (2)$$

Де: T- кількість травм за звітний період;

n – кількість осіб, які потерпіли при нещасних випадках, за винятком смертельних нещасних випадків;

Показник втрат:

$$K_{вт} = K_{ч} \cdot K_{вж} = n / N \cdot T / n, \quad (3)$$

$$K_{вт} = T / N. \quad (4)$$

За результатами аналізу і дослідження розраховуємо показники інтенсивності травмування і отримані результати заносимо в таблицю 1.

травмонебезпечними роками, у яких переважали травми середньої і вищої степені важкості є 2017, 2018 і 2020 роки.

Також, аналізом виявлено, що випадки перекидання мобільних енергетичних засобів із порушенням критеріїв статистичної і динамічної стійкості складає біля 38 % від загального числа травматизму і в основному на автомобілі типу ГАЗ і трактори типу МТЗ,

оскільки, вони займають найбільш питому вагу у складі автомобільного і транспортного парку сільськогосподарських підприємств.

Аналізуючи виробничий травматизм зарубіжних країн із перекидання автомобілів і машинно-тракторних агрегатів у аграрному секторі можна сказати, що найбільш поширенні бокові перекидання, із них 23-31% в результаті динамічної взаємодії із причепом на транспортних роботах (Lekhman, 1995).

Таким чином в результаті аналізу виявлено головні чинники, що спричиняють виробничий травматизм. В подальшому ми застосували структурно-функціональний аналіз транспортних операцій вантажного автомобільного транспорту та машино-тракторних агрегатів. Це дає можливість оцінити стан або рівень небезпек при використанні мобільної техніки та розробити заходи для усунення потенційних небезпек ще до їх виникнення. В подальших публікаціях ми представимо результати структурно-функціонального аналізу мобільних транспортних засобів з обґрунтуванням можливих травмо-небезпечних аварійних чинників.

На рисунку 4 представлено встановлена нами залежність ймовірності травмо-небезпечних ситуацій ($A_{т.с.}$) від кількості травмо-небезпечних чинників ($N_{т.ч.}$).

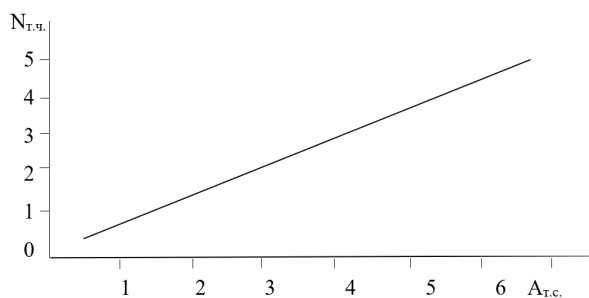


Рис. 4. Графік залежності ймовірності травмо-небезпечних ситуацій від кількості травмо-небезпечних чинників

Накопичення числа травмо-небезпечних чинників спричиняє збільшення числа травмо-небезпечних ситуацій. Аналогічна залежність проявляється для ймовірності головної події – перекидання транспортного засобу або машино-тракторного агрегату від ймовірності базової події – технічного стану транспортного засобу або машино-тракторного агрегату при контрольному виході для виконання технологічної операції.

Висновки

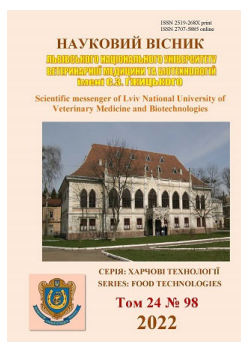
Моделювання виникнення та формування травмо-небезпечних та аварійних ситуацій при використанні мобільних транспортних засобів дозволило розробити системну модель управління безпекою і охороною праці при виконанні сільськогосподарських технологічних операцій.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bochamykova, A. S. (2012). Istorychni peredumovy pravovoho rehulivannia okhorony pratsi na pidpriemstvakh. *Naukovyi visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho universytetu vnutrishnikh sprav*, 3, 235–242. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvdduvs_2012_3_36 (in Ukrainian).
- Boiko, R. V. (2012). Kontrol u sferi okhorony pratsi. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy "Kyivskiy politekhnichnyi instytut"*. *Politologhiia. Sotsiologhiia. Pravo*, 4, 94–98. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VKPI_soc_2012_4_18 (in Ukrainian).
- Chornobrovka, V. O. (2012). Osoblyvosti zakonodavstva Yevropeiskoho Soiuzu u sferi okhorony pratsi Aktualni problemy prava: teoriia i praktyka, 25, 557–565. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/app_2012_25_71 (in Ukrainian).
- Fedevych, O., & Stepanyshyn, V. (2018). Udoskonalennia systemy upravlinnia okhoronoiu pratsi ta ryzykamy na vyrobnytstvi. *Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii «Tendentsii ta perspektyvy rozvytku nauky i osvity v umovakh hlobalizatsii»*: *Zb. nauk. prats.* 28 lystopada 2018. *Pereiaslav-Khmelnyskyi*, 41, 778–871 (in Ukrainian).
- Lekhman, S. D. (1995). *Zapobihannia avariinosti i travmatyzmu u silskohospodarskomu vyrobnytstvi*. Kyiv: “Urozhai” (in Ukrainian).
- Skrypnyk, K. (2017). Vprovadzhuiemo na pidpriemstvi systemy upravlinnia okhoronoiu pratsi, *Dovidnyk spetsialista z okhorony pratsi*, 7, 18–32 (in Ukrainian).
- Tkachyshyn, V. (2017). *Profesiini khvoroby ta poriadok yikh vstanovlennia*. *Dovidnyk spetsialista z okhorony pratsi*, 5, 29–36. URL: https://esop.mcfr.ua/559746?utm_source=www.sop.com.ua&utm_medium=refer&utm_campaign=content_link (in Ukrainian).
- Zakon Ukrainy “Pro okhoronu pratsi”*. *Derzhavnyi komitet Ukrainy po nahliadu za okhoronoiu pratsi*. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text> (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-f9813
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 614.31:640.43(075.8).45

The influence of technological process parameters on the quality indicators of culinary products

M. I. Fil¹✉, O. I. Hyrka², M. P. Bodak²

¹Ivan Franko National University of Lviv, Lviv, Ukraine

²Lviv University of Trade and Economics, Lviv, Ukraine

Article info

Received 01.08.2022

Received in revised form

01.09.2022

Accepted 02.09.2022

Ivan Franko National
University of Lviv,
P. Doroshenko Str., 41, Lviv,
79000, Ukraine.
Tel.: +38-098-435-88-07
E-mail: merifil.ua@gmail.com

Lviv University of Trade
and Economics, Tugan-
Baranovsky Str., 10, Lviv,
79000, Ukraine.

Fil, M. I., Hyrka, O. I., & Bodak, M. P. (2022). The influence of technological process parameters on the quality indicators of culinary products. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 71–75. doi: 10.32718/nvlvet-f9813

Operating enterprises in the restaurant industry must apply various methods, methods, and means of process control, which will ensure the proper quality and safety of culinary products and dishes. One of the most critical tasks for a restaurant business manager is producing high-quality culinary products. The quality of food products is the essence of its consumer properties, determined by the satisfaction of the population's need for complete nutrition. The set of properties of culinary products is characterized by nutritional value and organoleptic indicators. However, control services periodically detect violations of sanitary, technological, and other regulatory requirements by enterprises of the restaurant industry, which indicates a possible danger to the health of consumers of culinary products. Under these circumstances, controlling the technological processes of the production of culinary products is relevant for industry institutions, requiring a constant search for the most effective methods and means of quality control. The quality and safety of dishes are the primary criteria for food, so restaurant establishments must daily practice continuous control of the processes of manufacturing products and providing services. This will help ensure the appropriate level of food quality with the analysis of the results of control operations, which can determine ways to improve the quality of products. The technical control system (control objects, control operations, their sequence, technical equipment, modes, methods, means of mechanization, and automation) is developed simultaneously with the design of the manufacturing technology of technical devices by the service of the chief technologist of the enterprise or relevant design and technological organizations with the participation of the technical control department (VTK). All technological processes of making dishes and culinary products in restaurants can be divided into two stages – mechanical culinary and thermal culinary processing. Within the framework of the study of the safety indicators of new products, an essential component is the analytical and experimental examination of minced meat products of the emulsion structure with EAGP regarding the determination of the type and content of food additives for compliance with legislative and regulatory documents on the regulation of food additives in the composition of food products. Analytical studies have established that the EAHP food additive based on sunflower oil – mono- and diacylglycerol fatty acids is a safe additive E471 of GRAS (Generally Regarded As Safe) status, which is used in the composition of food products according to technological necessity without restrictions and quantitatively not are regulated. Therefore, the minced meat semi-finished product of the emulsion structure fully meets the requirements of the current legislation of Ukraine in terms of EAHP content. Thus, studies of the general chemical composition, quality indicators, and safety of chopped meat semi-finished product of emulsion structure, made using the EAHP food additive based on sunflower oil, confirm the compliance of this product with the requirements of the state food control system.

Key words: product quality, technology, parameters, culinary products, restaurant business.

Вплив параметрів технологічного процесу на якісні показники кулінарної продукції

М. І. Філь¹✉, О. І. Гирка², М. П. Бодак²

¹Львівський національний університет імені Івана Франка, м. Львів, Україна

²Львівський торговельно-економічний університет, м. Львів, Україна

Діючі підприємства ресторанного господарства повинні застосовувати різні методи, способи і засоби контролю процесів, що забезпечить належну якість і безпеку кулінарної продукції та страв. Одним із найважливіших завдань для керівника підприємства ресторанного господарства є випуск кулінарної продукції високої якості. Якість продукції харчування – сутність її споживчих властивостей, обумовлених задоволенням потреби населення в повноцінному харчуванні. Сукупність властивостей кулінарної продукції характеризується харчовою цінністю та органолептичними показниками. Однак служби контролю періодично виявляють порушення санітарних, технологічних та інших нормативних вимог підприємствами ресторанного господарства, що вказує на ймовірну небезпеку для здоров'я споживачів кулінарної продукції. За цих обставин питання контролю технологічних процесів виготовлення кулінарної продукції є актуальним для закладів галузі, потребує постійного пошуку найефективніших методів та засобів контролю якості. Якість і безпека страв є першочерговими критеріями харчування, тому заклади ресторанного господарства повинні щоденно практикувати безперервний контроль виконуваних процесів з виготовлення продукції та надання послуг. Це допоможе забезпечити належний рівень якості страв з аналізом результатів операцій контролю, який може визначити шляхи підвищення якості продукції. Система технічного контролю (об'єкти контролю, контрольні операції, їхня послідовність, технічне оснащення, режими, методи, засоби механізації та автоматизації) розробляється одночасно з проектуванням технології виготовлення технічних пристроїв службою головного технолога підприємства або відповідними проектно-технологічними організаціями за участю відділу технічного контролю (ВТК). Усі технологічні процеси виготовлення страв та кулінарних виробів у закладах ресторанного господарства можна поділити на два етапи – механічна кулінарна і теплова кулінарна обробка. У межах дослідження показників безпеки нової продукції важливою складовою є аналітична та експериментальна експертиза м'ясних посічених виробів емульсійної структури з ЕАГП щодо визначення виду і вмісту харчових добавок на відповідність законодавчим і нормативним документам з регламентування харчових добавок у складі харчових продуктів. Аналітичними дослідженнями встановлено, що харчова добавка ЕАГП на основі соняшникової олії – моно- і діацилгліцерини жирних кислот, є безпечною добавкою E471 статусу GRAS (Generally Regarded As Safe – абсолютно безпечно), яка використовується у складі харчових продуктів за технологічною необхідністю без обмежень і кількісно не регламентується. Тому м'ясний посічений напівфабрикат емульсійної структури за вмістом ЕАГП повністю відповідає вимогам чинного законодавства України. Таким чином, дослідження загального хімічного складу, показників якості та безпеки м'ясного посіченого напівфабрикату емульсійної структури, виготовленого з використанням харчової добавки ЕАГП на основі соняшникової олії, підтверджують відповідність даного продукту вимогам державної системи контролю харчових продуктів.

Ключові слова: якість продукції, технологія, параметри, кулінарна продукція, ресторанне господарство.

Вступ

Якість кулінарної продукції – це сукупність споживчих властивостей, які обумовлюють її придатність задовольняти потреби людей у раціональному харчуванні де формує основу конкурентоспроможності товару. Якість продукції ресторанного господарства формується ще на стадії розробки певного виду продукції та закладається в нормативно-технічну документацію. Забезпечення якості продукції включає в себе взаємопов'язані та взаємозалежні стадії й операції – від приймання сировини до зберігання та реалізації готової продукції. Продукція ресторанного господарства має чимало властивостей, які можуть проявлятися під час її створення (розробки, виробництва, зберігання, транспортування) і використання (споживання) (Susol & Kuts, 2012; Mal's'ka & Fil', 2020; Syrokhman et al., 2020).

Актуальними є дослідження та показники технологічності, які характеризують властивості складу і структури продукції, що визначають мінімальні витрати при виробництві, зберіганні та відновленні для заданих значень показників якості продукції. До показників технологічності належать трудомісткість, матеріалоемність і енергоемність продукції.

Мета дослідження

Перед нами була мета дослідити, проаналізувати вплив параметрів технологічного процесу на якісні показники кулінарної продукції науковцями країни.

Матеріал і методи досліджень

Під час написання були використані такі методи дослідження: порівняльний, інформаційний аналіз тощо. Аналіз порівняльний відбувався як загальнонауковий метод пошуку і виявлення схожості / розбіжності однотипових властивостей (ознак, змін, тенденцій розвитку) досліджуваних об'єктів на основі зібраних статистичних даних / емпіричних досліджень.

Результати та їх обговорення

При смаженні виробів у фритюрі рекомендують використовувати спеціалізоване обладнання, яке не потребує додавання фритюрних жирів. Для уникнення забруднення фритюрного жиру обугленими частками продукту у спеціальних апаратах передбачена “холодна” зона. Смаження виробів у фритюрі має відповідати спеціальному нормативному документу – “Інструкції по смаженню виробів у фритюрі на підприємствах ресторанного господарства і контролю за якістю фритюрних жирів”. Кількість продуктів окис-

лення в жирі відповідно до санітарних вимог не повинна перевищувати 1 %. Щоденно до початку та після закінчення смаження перевіряють якість ритора за органолептичними показниками (смаку, запаху, кольору). За наявності різкого, неприємного запаху, гіркого, що викликає неприємну пирхоту, присмаку і значного потемніння, подальше використання фритюру не допускається. Після 6–7 годин смаження жир зливають з фритюрниці, її ретельно очищують від крихт, осад утилізують. Повторне використання фритюру для смаження допускається тільки за умови його доброякісності за органолептичними показниками та ступеня термічного окислення. Безпечність олії соняшникової в процесі нагрівання досліджували науковці Н. В. Федак та співавтори, що в непрогрітих оліях соняшнику вміст токоферолів становить 52,5–61,1 мг % і їх кількісно переважаючою формою є α -токоферол. Вже через 6 годин нагрівання β -, та δ -токоферол майже повністю розкладаються і, починаючи з цього часу, комплекс токоферолів представлено тільки α -токоферолом. Його вміст у процесі нагрівання всіх типів олій постійно знижується, і найменша інтенсивність цього процесу властива олії з високим вмістом гліцеридів олеїнової кислоти. Олію такого типу можна вважати перспективним джерелом кулінарних жирів, призначених до смаження у фритюрі (Syrokhman et al., 2020).

Якість фритюрних олійних сумішей при смаженні напівфабрикатів описують: В. В. Таранов, О. А. Наконечний, К. А. Кузьменко (Syrokhman et al., 2020), що при роботі з використаними фритюрними оліями важливим є визначення ступеня їхньої відповідності для подальшого застосування у виробництві фритюру. Розміри дрібнодисперсних частинок у фритюрній олійній суміші можуть змінюватись у достатньо широких межах: від 10–20 нм (колоїдні частинки), до десятків мікрометрів (зола та продукти нагару). Розмірні показники дисперсних частинок фритюрних олійних сумішей визначалися оптичним експрес-аналізатором на базі лазерного вимірювача дисперсності “ВДЛ-1М”, призначеного для вимірювання об’ємної концентрації ($W\%$) мікрочастинок у розчи-

нах. Після смаження продуктів із птиці протягом 2 та 8 годин кількість дрібнодисперсних часток розміром 10–50 мкм у фритюрній олійній суміші складала, залежно від розміру фракції, до 1 % масового вмісту. Кількість розмірних фракцій в діапазоні 1–10 мкм збільшилася майже у 6 разів та становила понад 3 % за об’ємом. Профіль розсіювання світла, що виникає при освітленні дрібнодисперсних часток лазерним променем, дозволяє визначити розподіл частинок за розміром. У методі лазерної дифракції (Particle size analysis – PSA) використовується апроксимація Фраунгофера. Можливість контролю забрудненості фритюрної олійної суміші мікрогенними продуктами смаження безконтактним інструментальним методом експрес-діагностики, що потребує мінімальної кількості часу на пробопідготовку виробів та проведення вимірювань (Syrokhman et al., 2020).

Сучасні та безпечні способи теплової обробки у приготуванні м’ясних страв вважаються пароконвектомати (пароконвекційні печі), які дозволяють підняти технологічний процес приготування їжі на новий рівень, стабілізувати якість продукції та гарантувати її безпеку. Проведеними дослідженнями Т. О. Марцин, були обрані два варіанти комбінованої теплової обробки м’яса птиці у пароконвектоматі фірми Convothem (Syrokhman et al., 2020). Перший складається з трьох етапів: на початку напівфабрикат протягом 3 хвилин обробляють парою (вологість 98 %, температура 100 °C), потім обсмажують при температурі 160 °C, вологості 40 %, за 5 хвилин до готовності температуру збільшують до 200 °C (вологість 0 %) і смажать до утворення золотистої скоринки. У другому варіанті, навпаки, на початку напівфабрикат смажать протягом 5 хвилин при високій температурі (250 °C) без зволоження для отримання скоринки, а потім доводять до готовності за температури 150 °C, вологості 40 %. У ході досліджень перший і другий варіанти обробки в пароконвектоматі порівнювалися між собою і з традиційним способом смаження на плиті. У всіх випадках тепла обробка велася до температури 85 °C у центрі потовщеної частини сте-генця (Syrokhman et al., 2020).

Таблиця 1

Способи і режими обробки м’яса птиці (Syrokhman et al., 2020)

Назва напівфабрикату	Режими теплової обробки		
	У пароконвектоматі		Традиційне смаження
	1-й варіант	2-й варіант	
	<i>Час теплової обробки</i>		
Окорок	23	25	30
Тушки	35	45	50
	<i>Втрати маси, %</i>		
Окорок	24	28	30
Тушки	21	23	28

Застосування режимів теплової обробки в пароконвектоматі дозволяє скоротити тривалість теплової обробки: при смаженні невеликих порційних шматків м’яса – на 10–18 %, при смаженні великих шматків м’яса – на 10–30 %. При обробці у пароконвектоматі втрати маси значно менші, ніж при традиційній обро-

бці. Спостерігається поліпшення таких показників: втрати маси значно зменшуються, підвищується рівень органолептичних показників, збільшується показник вмісту білка і сухих речовин, зменшується кількість жиру, підвищуються показники біологічної цінності білків та поліпшуються показники зміни жиру,

такі як перекисне і кислотне числа (Syrokhman et al., 2020).

Вплив інтенсифікації процесу теплової обробки на якість м'ясної кулінарної продукції досліджували В.Н. Корзун, А. І. Юліна, О. Оліферчук та багато інших вчених, які вважають, що перспективним напрямком інтенсифікації процесу теплової обробки є інфрачервоне (ІЧ) нагрівання (Syrokhman et al., 2020). Внаслідок поглинання променів продуктом і перетворення променевої енергії в теплову, а також завдяки збільшенню інтенсивності теплового руху атомів і молекул швидше підвищується температура на поверхні м'ясних виробів, утворюється зневоднена скоринка. Вона має нижчий коефіцієнт теплопровідності, аніж уся маса напівфабрикату. Саме тому після забарвлення поверхні продукту триває збільшення товщини скоринки, а прогрів центральних прошарків сповільнюється. Враховуючи це, вироби бажано перевертати, як тільки на поверхні напівфабрикату утворюється скоринка товщиною 1,0...1,5 мм, на другий бік і смажити до утворення забарвленої скоринки. Збільшення товщини скоринки понад 1 мм веде до додаткових втрат маси і погіршення якості готових виробів, зокрема за рахунок поглинання жиру, якість якого з подовженням терміну теплової обробки значно знижується. Інтенсифікація процесу смаження м'ясних виробів обов'язково спричиняє зміни фізико-хімічних і біологічних показників їхньої якості, характер і глибина яких залежить від способу і тривалості нагрівання. Якість м'ясних натуральних виробів і вибір оптимальних параметрів їх смаження комбінованим способом проводили на прикладі антрекоту. Параметри процесів теплової обробки м'ясної кулінарної продукції за допомогою узагальнених показників якості режиму 180 С з'ясовано, що найбільш доцільним є використання переривчастого режиму підводу ІЧ-енергії впродовж 360 с. Після цього за рахунок конвективного компоненту і акумульованої енергії виріб доводили до кулінарної готовності ще впродовж 315 с. Використання комбінованого способу смаження при переривчастому підведенні ІЧ-енергії в умовах природної конвекції як мінімум на 30 % скорочує термін теплообробки м'ясних натуральних виробів, сприяє значному поліпшенню органолептичних показників якості й харчової цінності, забезпечує санітарно-мікробіологічну ефективність готових виробів і може бути рекомендований для інтенсифікації процесу теплової обробки м'ясних натуральних виробів (Syrokhman et al., 2020).

Безпечне використання НВЧ-випромінювання у технологіях ресторанного господарства, де вважається важлива перевага НВЧ нагріву – відсутність теплової інерційності, тобто можливість практично миттєвого включення і виключення теплового впливу на сировину, яка обробляється. Це дозволяє підтримувати високу точність регулювання процесу нагріву. ККД перетворення енергії НВЧ на тепло наближається до 100 % (Syrokhman et al., 2020). Науковець Н. М. Кухтіна вважає ефективним надвисокочастотне нагрівання, яке порівняно з традиційним дозволяє зменшити час сушіння в 10 разів, вартість процесу – в 2–5 разів і досягти високої якості висушеної продук-

ції. Застосування НВЧ-нагріву для приготування їжі в громадському харчуванні (ресторани, їдальні, вагони-ресторани) є широковідомим. У сучасній НВЧ-печі довести до готовності м'ясо можна за 1–5 хв. НВЧ-випромінювання діє всередині кожного шматка, що забезпечує відсутність непроварених чи неспроможених частин у готовій м'ясній продукції. З іншого боку, завдяки короткій дії обробки не відбувається випаровування соків, тому смакові якості продукту зберігаються. Відсутність скоринки на поверхні виробів є основним недоліком теплової обробки продуктів у полі НВЧ. Усунути цей недолік можна, комбінуючи НВЧ-нагрів з іншими способами теплової обробки. Однією з таких комбінацій є, наприклад, триступінчастий спосіб смаження картоплі: нарізану картоплю спочатку опромінюють протягом 90–180 с, потім напівготовий зневоднений продукт (за НВЧ-нагріву відділяється до 40 % вологи) занурюється в жир, що нагрітий до 180 °С. У гарячому жирі картопля набуває вигляду смаженого продукту. До повної готовності картопля доводиться в жаровій шафі за температури 250–275 °С. Під час роботи з НВЧ-установками потрібно дотримуватися умов безпеки. Санітарна норма СВЧ-випромінювання дорівнює 10 мкВт / см. Варто зазначити, що зі зростанням відстані від резонаторних камер і систем, де відбувається обробка за допомогою СВЧ-енергії, випромінювання швидко слабшає (обернено-пропорційно квадрату відстані). Тому можна встановити безпечну межу, де рівень випромінювання нижчий за санітарну норму і небезпечний для обслуговуючого персоналу (Syrokhman et al., 2020).

Вплив різних сучасних способів теплової обробки на якість готової продукції відпрацьовано в лабораторії кафедри технології м'яса ХДУХТ із використанням пароконвектомата UNOX авторами В. А. Большаковою, О. Б. Дроменком, В. М. Онищенком, М. О. Янчевою. Обґрунтовано вибір м'ясної сировини на підставі аналізу рецептурного складу м'ясних посічених виробів. На думку авторів, додавання кухонної солі у вигляді розчину є найбільш доцільним. При цьому є можливість видалення нерозчинних домішок (використання операції проціджування), які містяться в солі, та рівномірного розподілення соляного розчину в м'ясній системі (Syrokhman et al., 2020). Сіль забезпечує збільшення розчинності м'язових білків – основних компонентів м'ясної емульсії, сприяє підвищенню стійкості під час зберігання. Вода в цій технологічній системі є розчинником солі та білків, формує реологічні властивості фаршу, збільшує соковитість і вихід готової продукції. Для формування потрібних реологічних властивостей фаршу традиційно проводиться дворазове подрібнення м'ясної маси, потім додаються наповнювачі та технологічні добавки, фарш змішують і залишають на експозицію протягом 20–30 хв. Якщо технологічним процесом передбачене тривале зберігання, то нагетси можна охолоджувати за температури 0...6 °С до температури в товщі не вищої ніж 8 °С або заморожувати за температури не вищої ніж -18 °С протягом 3 год чи за -25...-35 °С протягом 1 год до температури в товщі не вищої ніж 10 °С. За узагальненої технології термічна обробка порційних посічених виробів проводиться безпосе-

редньо перед відпусканням. Напівфабрикати викладають на жарильну поверхню чи сковороду, попередньо розігріту до температури 150...160 °С, обсмажують протягом 3–5 хв з обох боків до утворення рум'яної скоринки, далі доводять до стану кулінарної

готовності в *жарильній шафі* за температури 250...280 °С протягом 5–7 хв. Готові посічені вироби мають бути повністю просмаженими: температура в товщі виробу має бути не менше 85 °С (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність технологічних параметрів продукції від режимів і способів теплової обробки напівфабрикатів (Syrokhman et al., 2020)

Найменування напівфабрикату	Схема процесу			Втрати після теплової обробки, %
	Температура, °С	Атмосфера	Тривалість, хв	
Нагетси дієтичні	100	Пара 90 %	10...15	13,0
Нагетси класичні	220...230	Видалення вологи 40 %	10...15	17,0
Нагетси барбекю	240...250	Видалення вологи 60 %	10	19,0

За узагальненої технології термічна обробка порційних посічених виробів проводиться безпосередньо перед відпусканням. Напівфабрикати викладають на жарильну поверхню чи сковороду, попередньо розігріту до температури 150...160 °С, обсмажують протягом 3–5 хв з обох боків до утворення рум'яної скоринки, далі доводять до стану кулінарної готовності в жарильній шафі за температури 250...280 °С протягом 5–7 хв. Готові посічені вироби повинні бути повністю просмаженими: температура в товщі виробу має бути не меншою ніж 85 °С. Було проаналізовано і визначено вплив різних сучасних способів теплової обробки на якість готової продукції, обґрунтовано раціональні умови теплової обробки (атмосфера, температура, тривалість) для формування асортименту готової продукції на основі напівфабрикату високого ступеня готовності “Нагетси” (Syrokhman et al., 2020).

Висновки

Було проаналізовано та наведено авторами приклади впливу параметрів технологічного процесу на якісні показники кулінарної продукції різних груп продукції у ресторанному господарстві, що поліпшує якість продукції.

Перспективи подальших досліджень. Надалі будуть досліджені та обговорені науковцями технологічні рівні і якість грилів з відкритою робочою зоною, вплив вакуумної обробки на швидкість досягнення кулінарної готовності м'ясних порційних виробів.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

Mal's'ka, M. P., & Fil', M. I. (2020). Perspektivni tehnologii' kulinarnoi' produktsii' u restorannomu gospodarstvi. Healthy Man and Human Patient Diet : proceedings of IH International scientific and practical internet conference. Prague: Oktan-Print s.r.o., 189–190. DOI: 10.46489/FAHM-01 (in Ukrainian).

Susol, N., & Kuts, V. (2012). Metody kontroliu yakosti tekhnolohichnykh operatsii vyhotovlennia kulinarnoi produktsii. Vymiriuvalna tekhnika ta metrolohiiia, 73, 113–117. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2018/aug/14068/23-susol-113-117.pdf> (in Ukrainian).

Syrokhman, I. V., Lozova, T. M., Hyrka, O. I., Fil, M. I., & Kalimon, M.-M. V. (2020). Quality and safety of food products of traditional and innovative technologies [text] textbook. Lviv: Publishing House of the Lviv University of Trade and Economics.

Zamorska, I., Zamorskyi, V., Halahur, Y., Osyka, V., Belinska, S., Motuzka, I., Bozhko, T., Krasulya, O., & Fil, M. (2019). Improvement of the technology of garden strawberry jam in combination with apple puree. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(11(102), 14–22. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.183723.



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-f9814
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 621.867

Study of the dynamic model of the oscillating system of vibratory feeders with an elliptical trajectory of the movement of the working body

A. L. Bespalov, I. G. Svidrak, O. O. Boiko

National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine

Article info

Received 04.08.2022
Received in revised form
05.09.2022
Accepted 06.09.2022

Bespalov, A. L., Svidrak, I. G., & Boiko, O. O. (2022). Study of the dynamic model of the oscillating system of vibratory feeders with an elliptical trajectory of the movement of the working body. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 76–81. doi: 10.32718/nvlvet-f9814

National University "Lviv Polytechnic", S. Bandera Str., 12, Lviv, 790013, Ukraine.
Tel.: +38-066-229-50-87
E-mail: inha.h.svidrak@lpnu.ua

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. These parts must be located in a certain stable position, that is, oriented in space, when using these feeders to feed component parts to the assembly position in assembly machines. Different means of orientation may be applied, which are directly located in the bunkers of these devices, in this case. The parts must be transported without sensitive tossing on trays of vibratory feeders for reliable operation of such orientation devices. A vibratory feeders with an elliptical trajectory of vibrations of the working body should be used in this case. A vibrating feeder with independent oscillations can be used in such a case. Vertical and horizontal component oscillations are excited by separate drives in it. It is necessary to apply a device for shifting phases in the power supply system of vibration drives to obtain elliptical oscillations. However, existing designs of vibrobunker feeders with an independent oscillation system have a number of significant disadvantages. They require the presence of independent vibrators: an axial vibrator to excite vertical vibrations and two or more tangential vibrators to excite horizontal (angular) vibrations. In addition, it is necessary to have a device for shifting the phases between them. Therefore, there was a need to create a new design of a vibrating bunker feeder with a system of elliptical oscillations, which will not have the listed disadvantages. Such a vibrating hopper feeder was developed and an experimental sample of this design was made. However, for the successful implementation of such feeders, a preliminary calculation of the parameters of their oscillating system is required, the methodology of which differs from the existing one. In the presented work, a mathematical study of the dynamics of the oscillating system of such vibratory feeders was carried out and a calculation method for its calculation was developed.

Key words: vibration transport, vibratory feeder, system of linear equations, matrix, determinant, Kramer's rule.

Дослідження динамічної моделі коливальної системи віброживильників з еліптичною траєкторією руху робочого органу

A. Л. Беспалов, І. Г. Свідрак, О. О. Бойко

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

При автоматизації процесів виробництва на машинобудівних або приладобудівних підприємствах широко використовують вібраційні бункерні живильники з електромагнітним приводом. Їх застосовують для подавання мініатюрних, дрібних або середніх деталей до різного типу автоматизованого виробничого обладнання. При використанні цих живильників для подачі комплектуючих деталей на позиції складання у складальних автоматах або у автоматизованих комплексах, – ці деталі мають бути розташовані у певному стійкому положенні, тобто зорієнтовані у просторі. У цьому випадку можуть бути застосовані різні засоби орієнтування, що безпосередньо розташовані у бункерах цих пристроїв. Тому для надійної роботи таких орієнтувальних пристроїв деталі на лотках мають транспортуватись без чутливого підкидання, тобто рух має бути плавним. Найкраще для цього за-

стосувати віброживильник з еліптичною траєкторією коливань робочого органу. Для цього випадку можна застосувати віброживильник з незалежними коливаннями, тобто такий, у якому вертикальна та горизонтальна складові коливання збуджуються окремими приводами, що робить їх незалежними одна від одної. Для досягнення еліптичних коливань в системі електроживлення віброприводів необхідно застосувати пристрій для зсуву фаз. Однак наявні конструкції вібробункерних живильників з незалежною системою коливань мають цілу низку суттєвих недоліків. Вони вимагають незалежних віброзбудників: осьового вібратора для збудження вертикальних коливань і двох або більше тангенціальних вібраторів для збудження горизонтальних (кутових) коливань. Окрім цього, необхідна наявність пристрою для зсуву фаз між ними. Тому виникла необхідність у створенні нової конструкції вібраційного бункерного живильника з системою еліптичних коливань, яка не буде мати перелічених недоліків. Такий вібраційний бункерний живильник був розроблений і створено експериментальний взірць цієї конструкції. Однак для успішного впровадження таких живильників потрібен попередній розрахунок параметрів їхньої коливальної системи, методика якого відрізняється від існуючої. В даній роботі зроблено математичне дослідження динаміки коливальної системи таких віброживильників і розроблена методика її розрахунку.

Ключові слова: вібраційне транспортування, віброживильник, незалежні коливання, система лінійних рівнянь, матриця, детермінант, правило Крамера.

Вступ

Для автоматизації процесу живлення технологічного обладнання штучними заготовками або деталями все більшого розповсюдження набувають робототехнічні системи і комплекси, що будуються за модульним принципом. Одним з основних елементів таких систем і комплексів є транспортно-орієнтуючий модуль. Основу такого модуля складає вібраційний бункерний живильник. Залежно від призначення застосовують віброживильники як з направленою, так і з незалежною коливальними системами (Bespalov et al., 2017; 2019; 2020; 2021).

Найбільшого розповсюдження ці пристрої набули для завантаження деталей на позиції складання у складальних автоматизованих комплексах або автоматах. 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.

Завдяки можливості отримання еліптичної форми коливань робочого органу віброживильники з незалежною системою коливань знаходять виключно широке застосування для транспортування виробів складної конфігурації з одночасним орієнтуванням їх пристроями, що встановлені безпосередньо на робочому бункері віброживильника, а також для транспортування крихких виробів чи деталей, що легко руйнуються. Віброживильники з еліптичним законом коливань дозволяють досягти значно більших швидкостей переміщення деталей або виробів, особливо у безвідливних режимах вібротранспортування, а також досягти більших кутів підйому об'єктів, що транспортуються, ніж віброживильники з прямолінійними коливаннями.

Однак наявні конструкції вібробункерних живильників з незалежною системою коливань мають цілу низку суттєвих недоліків. Вони вимагають наявності незалежних віброзбудників: осьового вібратора для збудження вертикальних коливань і двох або більше тангенціальних вібраторів для збудження горизонтальних (кутових) коливань. Окрім цього, необхідна наявність пристрою для зсуву фаз між ними (Povidajlo & Shhigel', 1973). Це значно ускладнює конструкцію

таких віброживильників. Для забезпечення високих швидкостей вібротранспортування тангенціальні вібратори мають працювати на великих проміжках між електромагнітом і якорем, що значно понижує їх к.к.д. і призводить до значного збільшення габаритів віброзбудників та потужності, що споживається. Тому виникла необхідність у створенні нової конструкції вібраційного бункерного живильника з системою еліптичних коливань, яка не буде мати перелічених недоліків.

Конструкція таких віброживильників була створена у Національному університеті "Львівська політехніка". В новій конструкції віброживильника з еліптичними коливаннями застосовано тільки один осьовий віброзбудник, а пружна система включає гіперболоїдний торсіон гвинтових коливань і додаткову пружну систему вертикальних коливань. Необхідний зсув фаз між компонентами коливань досягається за допомогою демпфуючого пристрою, що розміщений між робочою і проміжною масами віброживильника. Однак для успішного впровадження таких живильників потрібен попередній розрахунок параметрів їх коливальної системи, методика якого відрізняється від існуючої. Цьому і присвячена ця робота.

Сучасне виробництво передбачає модернізацію існуючих конструкцій або створення нових зразків машин з більш високими техніко-економічними показниками, тому 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 дослідження

Для створення вібраційного бункерного живильника з комбінованою пружною системою і простим вертикальним електромагнітним віброприводом, у якому можна реалізувати коливання з еліптичною траєкторією переміщення точки на периферії робочого органу, що дає змогу отримати плавне переміщення деталей лотком для різних швидкостей транспортування деталей, необхідно створити нову конструкцію віброживильника і розробити методику розрахунку його коливальної системи.

Матеріал і методи досліджень

Для отримання еліптичних коливань робочого органа (бункера віброживильника), необхідно горизонтальну складову його коливань здійснювати за рахунок вібраційного приводу – електромагнітного вібратора, а вертикальну складову – за рахунок кінематичного збудження і, крім того, між ними потрібно ввести елемент дисипації, який утворить зсув фази коливань між горизонтальною та вертикальною складовими. Для розробки методики розрахунку такої коливальної системи розглянемо динамічну модель такого віброживильника і проведемо її математичне дослідження.

Результати та їх обговорення

Вібраційний бункерний живильник можна розглядати як тримасову коливальну систему з трьома масами (рис. 1). Реактивна маса m_1 , що встановлена на нерухомій основі через еластичні амортизатори з жорсткістю N_1 , з'єднана з проміжною масою m_2 за допомогою гіперболоїдного торсіону – пружною системою, що складається з нахилених плоских пружин. Приведена осьова жорсткість торсіону N_2 .

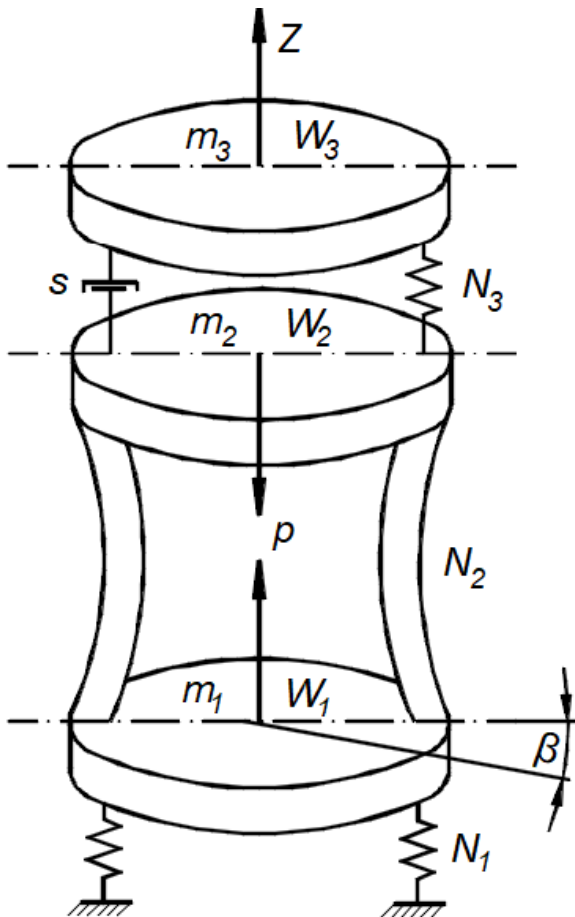


Рис. 1. Динамічна схема віброживильника

Робоча маса, – бункер m_3 з'єднаний з проміжною масою m_2 плоскими пружинами, що згинаються у вертикальному напрямку вздовж осі Z , загальна жорсткість яких дорівнює N_3 . Моменти інерції цих мас позначимо відповідно W_1 , W_2 і W_3 . Дисипація гіперболоїдного торсіону і плоских пружин дуже мала, тому її не будемо враховувати, але для досягнення зсуву фаз між компонентами коливань робочої маси необхідно, щоби між масами m_2 і m_3 діяла відчутна дисипативна сила. Будемо рахувати її пропорційною швидкості коливань з коефіцієнтом пропорційності S .

Електромагнітний вібратор, що розміщений між масами m_1 і m_2 , має зусилля p , що змінюється за законом

$$p = P \cos \omega t,$$

де P – максимальне зусилля вібратора; ω – кругова частота коливань; t – час.

Для забезпечення віброізоляції жорсткість амортизаторів має бути дуже малою, тому прийmemo $N_1 = 0$. Якщо врахувати, що дисипативні зусилля для створення зсуву фаз дуже малі порівняно з позиційними та інерційними, то можна ними знехтувати при розрахунку динаміки віброживильника загалом, а потім виконати уточнений розрахунок коливань окремо взятої робочої маси m_3 при її кінематичному збудженні від коливань проміжної маси m_2 з врахуванням дисипації.

Розрахункова схема віброживильника показана на рис. 2. Розрахунок коливальної системи тримасового віброживильника будемо виконувати за допомогою рівнянь Лагранжа другого роду, які подамо в такому вигляді:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial q_i} = F_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де T – кінетична енергія; Π – потенційна енергія; F_i – узагальнене зусилля; q_i – узагальнена координата; n – кількість ступенів свободи.

В нашому випадку $n = 4$, а у якості узагальнених координат прийmemo осьові переміщення трьох мас z_1, z_2, z_3 вздовж осі і кут повороту β_1 нижньої маси навколо осі Z : $q_1 = \beta_1, q_2 = z_1, q_3 = z_2, q_4 = z_3$. За прийнятими узагальненими координатами можна визначити також кути повороту верхньої та проміжної мас:

$$\beta_2 = \beta_3 = \beta_1 + k(z_2 - z_1),$$

де $k = 1/(r \sin \gamma \cdot t g \varphi)$; r – середній радіус закріплення пружин гіперболоїдного торсіону; $\gamma = \arccos(t \sin \varphi / 2r)$ – це кут трикутника, що утворений радіусом r та проекцією пружини торсіону на горизонтальну площину; t – робоча довжина пружини (Povidajlo & Shhigel', 1972).

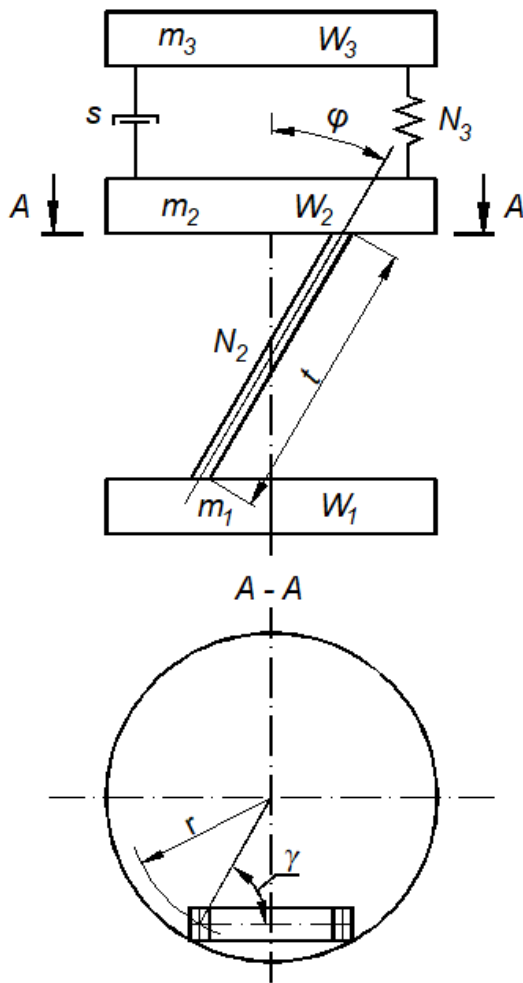


Рис. 2. Розрахункова схема системи

Узагальнені зусилля для обраних узагальнених координат будуть такі:

$$F_1 = 0, F_2 = P \cos \omega t, F_3 = -P \cos \omega t, F_4 = 0.$$

Вирази для кінетичної та потенційної енергій подамо у такому вигляді:

$$T = \frac{1}{2} \left\{ m_1 \dot{z}_1^2 + m_2 \dot{z}_2^2 + m_3 \dot{z}_3^2 + W_1 \dot{\beta}_1^2 + (W_2 + W_3) [\dot{\beta}_1 + k(\dot{z}_2 - \dot{z}_1)]^2 \right\}$$

$$\Pi = \frac{1}{2} [W_2(z_2 - z_1)^2 + W_3(z_3 - z_2)^2] \quad (2)$$

Підставляємо значення F_i, q_i, T і Π до (1) і отримаємо систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{aligned} W_1 \ddot{\beta}_1 + (W_2 + W_3) [\ddot{\beta}_1 + k(\ddot{z}_2 - \ddot{z}_1)] &= 0; \\ -k(W_2 + W_3) [\ddot{\beta}_1 + k(\ddot{z}_2 - \ddot{z}_1)] + m_1 \ddot{z}_1 - N_2(z_2 - z_1) &= P \cos \omega t; \\ K(W_2 + W_3) [\ddot{\beta}_1 + k(\ddot{z}_2 - \ddot{z}_1)] + m_2 \ddot{z}_2 + N_2(z_2 - z_1) - N_3(z_3 - z_2) &= -P \cos \omega t; \\ m_3 \ddot{z}_3 + N_3(z_3 - z_2) &= 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Рішення системи рівнянь будемо шукати у вигляді:

$$q_1 = \delta_1 \cos \omega t; \quad q_2 = A_1 \cos \omega t; \\ q_3 = A_2 \cos \omega t; \quad q_4 = A_3 \cos \omega t,$$

де δ_1 – амплітуда кута повороту нижньої маси, A_1, A_2, A_3 – амплітуди вертикальних коливань мас m_1, m_2, m_3 відповідно.

Визначимо похідні шуканих змінних:

$$\dot{\beta}_1 = -\delta_1 \omega^2 \cos \omega t; \quad \ddot{z}_1 = -A_1 \omega^2 \cos \omega t;$$

$$\ddot{z}_2 = -A_2 \omega^2 \cos \omega t; \quad \ddot{z}_3 = -A_3 \omega^2 \cos \omega t;$$

Підставимо ці значення до системи рівнянь (3), розділимо на $\cos \omega t$ і отримаємо систему алгебраїчних лінійних рівнянь:

$$\begin{aligned} \delta_1 \omega^2 (W_1 + W_2 + W_3) - A_1 \omega^2 (W_2 + W_3) k + A_2 \omega^2 (W_2 + W_3) k &= 0; \\ -\delta_1 \omega^2 (W_2 + W_3) k + A_1 \{ [(W_2 + W_3) k^2 + m_1] \omega^2 + N_2 \} - \{ [(W_2 + W_3) k^2 + N_2] \omega^2 \} &= P; \\ \delta_1 \omega^2 (W_2 + W_3) k - A_1 \{ [(W_2 + W_3) k^2 \omega^2 + N_2] \} + A_2 \{ [(W_2 + W_3) k^2 + m_2] \omega^2 + N_2 + N_3 \} - A_3 N_3 &= -P; \\ -A_2 N_3 + A_3 (m_3 \omega^2 + N_3) &= 0. \end{aligned} \quad (4)$$

Подамо цю систему рівнянь у вигляді матричного рівняння:

$$\bar{M} \times \bar{q} = \bar{F}, \quad (5)$$

Де \bar{M} – квадратна матриця квазіпружних елементів, \bar{q} – матриця узагальнених координат, \bar{F} – матриця узагальнених зусиль.

Квадратна матриця квазіпружних елементів має такий вигляд:

$$\begin{vmatrix} \omega^2 (W_1 + W_2 + W_3) & -\omega^2 (W_2 + W_3) k & \omega^2 (W_2 + W_3) k & 0 \\ -\omega^2 (W_2 + W_3) k & [(W_2 + W_3) k^2 + m_1] \omega^2 + N_2 & -[(W_2 + W_3) k^2 + N_2] \omega^2 & 0 \\ \omega^2 (W_2 + W_3) k & -[(W_2 + W_3) k^2 \omega^2 + N_2] & [(W_2 + W_3) k^2 + m_2] \omega^2 + N_2 + N_3 & -N_3 \\ 0 & 0 & -N_3 & (m_3 \omega^2 + N_3) \end{vmatrix}$$

$$\bar{q} = \begin{vmatrix} \delta_1 & A_1 & A_2 & A_3 \end{vmatrix}; \quad \bar{F} = \begin{vmatrix} 0 \\ P \\ -P \\ 0 \end{vmatrix}.$$

За правилом Крамера можна визначити:

$$\delta_1 = \Delta_\delta / \Delta; \quad A_1 = \Delta_{A_1} / \Delta;$$

$$A_2 = \Delta_{A_2} / \Delta; \quad A_3 = \Delta_{A_3} / \Delta,$$

$$\Delta_\delta = -P\omega^4 k(W_2 + W_3)[\omega^2(m_1 + m_2)m_3 - N_3(m_1 + m_2 + m_3)];$$

$$\Delta_{A_1} = -P\omega^4(W_1 + W_2 + W_3)[m_2 m_3 \omega^2 - N_3(m_2 + m_3)];$$

$$\Delta_{A_2} = P\omega^4(W_1 + W_2 + W_3)m_1(m_2 \omega^2 - N_3);$$

$$\Delta_{A_3} = -P\omega^4(W_1 + W_2 + W_3)m_1 N_3;$$

$$\Delta = \omega^4 \{ \omega^4 [k^2 W_1(W_2 + W_3)m_3(m_1 + m_2) + (W_1 + W_2 + W_3)m_1 m_2 m_3] - \omega^2 \{ k^2 W_1(W_2 + W_3)(m_1 + m_2 + m_3)N_3 + (W_1 + W_2 + W_3)[m_3(m_1 + m_2)N_2 + m_1(m_2 + m_3)N_3] \} + (W_1 + W_2 + W_3)(m_1 + m_2 + m_3)N_2 N_3 \}$$

Користуючись цими виразами, можна визначити значення амплітуд коливань складових елементів віброживильника. Але нас більше цікавить не абсолютні значення цих амплітуд, а їх співвідношення між собою. Визначимо ці співвідношення:

$$\frac{A_1}{A_2} = -\frac{m_2}{m_1} + \frac{m_1 N_3}{m_1(m_3 \omega^2 - N_3)};$$

$$\frac{A_2}{A_3} = 1 - \frac{m_3 \omega^2}{N_3}.$$

Для отримання оптимальної еліптичної траєкторії переміщення робочого бункера (m_3) віброживильника, яка визначається співвідношенням вертикальної та горизонтальної амплітуд коливань, а також куту зсуву фаз ε між ними, необхідно визначити величини параметрів N_3 та S .

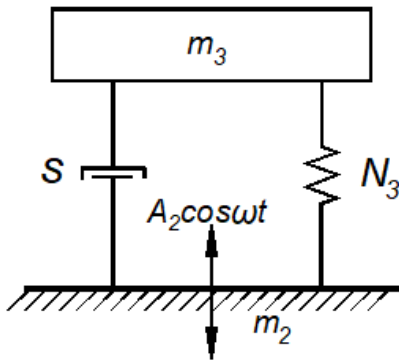


Рис. 3. Еквівалентна модель приведеної одномасової системи

Для знаходження цих параметрів розглянемо кінематичне збудження маси m_3 як одномасової системи, що коливається під дією змушуючого зусилля

$$p_1 = N_3 A_2 \cos \omega t.$$

Колівання робочої маси m_3 (бункер віброживильника) кінематично збуджуються від коливань проміжної маси m_2 через плоскі пружини, що мають сумарну жорсткість N_3 . Для зсуву фаз між цими коливаннями застосовується демпфуючий пристрій з коефіцієнтом дисипації S (рис. 3).

де Δ – головний детермінант матриці; $\Delta_\delta, \Delta_{A_1}, \Delta_{A_2}, \Delta_{A_3}$ – детермінанти матриць, що відповідають невідомим δ_1, A_1, A_2, A_3 .

Визначимо значення детермінантів:

Для визначення амплітуди збуджених коливань та кута зсуву фаз скористаємося відомими залежностями (Timoshenko, 1967; Panovko, 1967):

$$A_3 = \frac{N_2 A_2}{\sqrt{(N_3 - \omega^2 m_3)^2 + S^2 \omega^2}}; \quad (6)$$

$$\tan \varepsilon = \frac{S \omega}{N_3 - \omega^2 m_3}; \quad (7)$$

Для отримання безвідричних режимів переміщення вертикальна складова амплітуди A_3 коливань робочої маси m_3 не має перевищувати значення, що вираховується за відомою формулою (Povidajlo & Shhigel', 1972) для оптимального параметру режиму вібротранспортування ξ :

$$A_3 = \frac{\xi g \cos \lambda}{\omega^2},$$

де λ – кут підйому гвинтового лотка бункера віброживильника, g – прискорення вільного падіння.

В процесі експериментальних досліджень виявлено, що оптимальний кут зсуву фаз між складовими коливаннями ε , при якому досягається найбільший коефіцієнт швидкості при вібротранспортуванні, перебуває в діапазоні від 25 до 35 градусів (Jakubovich, 1967). Приймавши потрібний кут ε , коефіцієнт пропорційності для дисипативної сили можна вирахувати з системи рівнянь (6, 7).

Висновки

Результатом математичного дослідження динамічної моделі коливальної системи віброживильників з еліптичним законом коливань і вертикальним електромагнітним вібраційним приводом є отримана методика розрахунку елементів коливальної системи з метою отримання необхідних параметрів вібротранспортування деталей або виробів у режимах з еліптичною траєкторією коливань точки на периферії робочого органа віброживильника – його бункера.

Перспективи подальших досліджень. Після виготовлення дослідного взірця вібраційного бункерного живильника за наведеною в роботі конструкцією необхідно провести експериментальні дослідження з метою дослідження частотних характеристик окремих

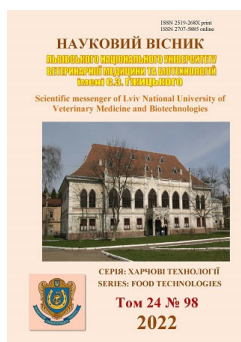
пружних систем при роботі вібраційного бункерного живильника загалом.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bespalov, A. L., Shenbor, V. S., Korendii, V., & Brusentsov, V. (2017). Optimization of structure of sorting vibratory separators. *Ukrainian journal of mechanical engineering and materials science*, 3(1), 97–106. URL: <https://science.lpnu.ua/ujmems/all-volumes-and-issues/volume-3-number-1-2017/optimization-structure-sorting-vibratory> (in Ukrainian).
- Bespalov, A. L., Svidrak, I. H., & Boiko, O. O. (2021). Pidvyshchennia produktyvnosti vibratsiinykh bunkernykh zhy-vylnykyv z napravlenoiu pruzhnoiu systemoiu. *Materialy V mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii. «Prykladni naukovotekhnichni doslidzhennia»* (5-7) kvitnia 2021r. Ivano-Frankivsk, 149–151 (in Ukrainian).
- Bespalov, A. L., Svidrak, I. H., Boiko, O. O., & Strohan, O. I. (2021). Pidvyshchennia efektyvnosti vibrozhyvlynykyv z elektromahnitnym vibratsiinyym pryvodom. *Vinnytsia-Viden. Grail of Science: international scientific journal*, 4, 220–226 (in Ukrainian).
- Bespalov, A., & Svidrak, I. (2020). Increasing the productivity and accuracy of separation into fractions of a mixture of dissimilar disc-shaped products. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 22(93), 61–65. DOI: 10.32718/nvlvet-f9311.
- 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.
- Jakubovich, V. I. (1967). *Novye jelektromagnitnye privody dlja peremeshhenija po vintovoj linii. Pribory i sistemy upravlenija*, 6 (in Russian).
- Koruniak, P. S., Shenbor, V. S., Korendii, V., Brusentsov, V., & Bespalov, A. L. (2016). Ways of improvement of operational efficiency of hopper devices. *Ukrainian journal of mechanical engineering and materials science*, 2(2), 79–87. URL: <https://science.lpnu.ua/ujmems/all-volumes-and-issues/volume-2-number-2-2016/ways-improvement-operational-efficiency-hopper>.
- Panovko, Ja. G. (1967). *Osnovy prikladnoj teorii uprugih kolebanij. M. Mashinostroenie* (in Russian).
- Povidajlo, V. A., & Shhigel', V. A. (1972). Konstrukcii i raschet vibracionnyh bunkernykh s giperboloidnym torsionom. *Avtomatizacija proizvodstvennyh processov v mashinostroenii t priborostroenii*, 12 (in Russian).
- Povidajlo, V. A., Shhigel', V. A. (1973). Konstrukcii i raschet vibracionnyh bunkernykh pitatelej s nezavisimymi osevyimi i krutil'nymi kolebanijami. *Avtomatizacija proizvodstvennyh processov v mashinostroenii t priborostroenii*, 13 (in Russian).
- Timoshenko, S. P. (1967). *Kolebanija v inzhenernom dele. M. Nauka* (in Russian).



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-f9815
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

UDC 665.345.4: 665.347.8:664.3

Fatty acid composition of mayonnaise based on sunflower and linen oil

L. P. Kryskova, O. S. Pokotylo✉

Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, Ukraine

Article info

Received 15.08.2022

Received in revised form
19.09.2022

Accepted 20.09.2022

Ternopil Ivan Puluj National
Technical University,
Ruska str., 56, Ternopil,
Ternopil region, 46001, Ukraine.
Tel.: +38-068-865-83-07
E-mail: lora.deret@gmail.com

Kryskova, L. P., & Pokotylo, O. S. (2022). Fatty acid composition of mayonnaise based on sunflower and linen oil. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies, 24(98), 82–86. doi: 10.32718/nvlvet-f9815

The study demonstrates the peculiarities of the fatty acid composition of oils and samples of mayonnaise prepared on the basis of these oils. The fatty acid profile of sunflower and linseed oil samples and control and experimental mayonnaise samples was investigated by gas-liquid chromatography. It was established that the ratio between PUFAs of the ω -9/ ω -6/ ω -3 families in the investigated sunflower oil samples is 177 : 553 : 1. This is due to the high content of linoleic and oleic acids. In the studied samples of linseed oil, the content of α -linolenic acid is 52 %, and the content of oleic (ω -9) and linoleic (ω -6) acids is 22.3 and 16.2%, respectively. Therefore, the ratio between ω -9/ ω -6/ ω -3 PUFAs in the studied samples of linseed oil is 1.4 : 1 : 3.2. It was established that mayonnaise (Control – K), which was prepared on refined sunflower oil with its content of 71.78 %, was characterized by a high content of PUFAs of the ω -6 family and a low content of PUFAs of the ω -3 family. The ratio of PUFAs of the ω -3, ω -6 and ω -9 families in this sample of mayonnaise is 1:13:7.3. In the sample of mayonnaise (Experiment – E) with a content of 35.03 % of sunflower and linseed oils, the total content of PUFAs of the ω -3 family is 24.0 %, which is 20.3 % more than in K. Such an increase in the content of PUFAs of the ω -3 family is due to the high content of α -linolenic acid – 23.1 %. The total content of PUFAs of the ω -6 family in mayonnaise E is 33.6 %, which is 16.04 % less than in sample K. The content of PUFAs of the ω -9 family in sample E is not significantly different from that in sample L. The ratio between the content PUFA of the ω -3/ ω -6/ ω -9 families in sample E is 1:1.4:1.1. Sample E of mayonnaise has a lower total content of saturated fatty acids, which was 14.88 %, compared to 18.26 % in sample K. Thus, replacing 50 % of sunflower oil with linseed oil in the manufacturing process of mayonnaise sample E gives a number of positive advantages compared to sample K, which contains only sunflower oil in its composition. Thus, the total content of PUFAs of the ω -6 family decreases, the total content of PUFAs of the ω -3 family increases, the ratio between the content of PUFAs of the ω -3 / ω -6 / ω -9 families is balanced, the content of saturated fatty acids decreases and, accordingly, the content of unsaturated fatty acids increases. The results of the analysis of the fatty acid composition of mayonnaise sample E allow recommending this emulsion oil-fat product as a functional product due to the high content of PUFAs of the ω -3 family and the balanced ratio between the content of PUFAs of the ω -3 / ω -6 / ω -9 families.

Key words: polyunsaturated fatty acids, omega-3, omega-6, linolenic acid, mayonnaise.

Жирнокислотний склад майонезу на основі соняшникової і лляної олій

Л. П. Криськова, О. С. Покотило✉

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

Дослідження демонструє особливості жирнокислотного складу олій і зразків майонезу, які приготовлені на основі цих олій. Жирнокислотний профіль зразків соняшникової та лляної олій і контрольних та дослідних зразків майонезу досліджено методом газорідної хроматографії. Встановлено, що співвідношення між ПНЖК родин ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках соняшникової олій становить 177 : 553 : 1. Це обумовлено високим вмістом лінолевої і олеїнової кислот. У досліджуваних зразках лляної олій вміст α -ліноленової кислоти становить 52 %, а вміст олеїнової (ω -9) та лінолевої (ω -6) кислот складає відповідно 22,3 та 16,2 %. Тому, співвідношення між ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках лляної олій становить 1,4 : 1 : 3,2. Встановлено, що майонез (Контрольний – К), який приготовлений на соняшниковій рафінованій олій із її вмістом 71,78 % характеризувався високим

вмістом ПНЖК родини ω -6 і низьким вмістом ПНЖК родини ω -3. Співвідношення між ПНЖК родин ω -3, ω -6 та ω -9 у такому зразку майонезу становить 1 : 13 : 7,3. У зразку майонезу (Дослідний – Д) із вмістом соняшникової і лляної олій по 35,03 % загальний вміст ПНЖК родини ω -3 становить 24,0%, що на 20,3% більше, ніж у К. Таке збільшення вмісту ПНЖК родини ω -3 обумовлено за рахунок високого вмісту α -ліноленової кислоти – 23,1%. Сумарний вміст ПНЖК родини ω -6 у зразку майонезу Д становить 33,6 %, що на 16,04 % менше, ніж у зразку К. Вміст ПНЖК родини ω -9 у зразку Д достовірно не відрізняється від такого у зразку К. Співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9 у зразку Д становить 1 : 1,4 : 1,1. У зразку Д майонезу є менший сумарний вміст насичених жирних кислот, який становив 14,88 %, порівняно із 18,26 % у зразку К. Таким чином, заміна 50 % соняшникової олії на лляну у технологічному процесі виготовлення зразку Д майонезу дає ряд позитивних переваг, порівняно із зразком К, який у своєму складі містить лише соняшкову олію. Так, зменшується сумарний вміст ПНЖК родини ω -6, збільшується сумарний вміст ПНЖК родини ω -3, збалансовується співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9, зменшується вміст насичених жирних кислот і, відповідно, збільшується вміст ненасичених. Результати аналізу жирнокислотного складу зразку майонезу Д дозволяють рекомендувати даний емульсійний оліе-жировий продукт, як продукт функціонального призначення за рахунок високого вмісту ПНЖК родини ω -3 і збалансованого співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9.

Ключові слова: поліненасичені жирні кислоти, омега-3, омега-6, ліноленова кислота, майонез.

Вступ

Концепція ідеального жирового харчування була і залишається не реалізованим питанням (Smoliar, 2006). Збалансований за жирнокислотним складом раціон пересічного українця і не тільки далекий від бажаного ідеалу. Відомо, що організм потребує поступлення тваринних і рослинних жирів, у яких загальне співвідношення усіх поліненасичених жирних кислот родин омега-3, -6 та -9 в ідеалі було б як 1 : 4–5 : 3 (Simopoulos, 2002; Lialyk et al., 2019). Таке співвідношення наближене у раціоні жителів середземноморського регіону, де споживають багато морепродуктів (джерело омега-3 ПНЖК) і оливкової олії (джерело омега-9 ПНЖК) (Simopoulos, 2002). В продовж останніх десятиліть у більшості людей в раціоні домінує соняшникова олія, а це – джерело ПНЖК родини омега-6 (Smoliar, 2006; Pokotylo, 2008). І тому, загальне співвідношення усіх поліненасичених жирних кислот омега-3, -6 та -9 в раціоні більшості людей становить 1 : 15–20 : 4 (Simopoulos, 2002).

Із певних досліджень відомо, що співвідношення між омега-3 та омега-6 у соняшниковій олії становить 1 : 130–200 (Pokotylo, 2008). Також відомо, що омега-6 ПНЖК в організмі є попередниками цілого ряду біологічно активних речовин (простагландинів, лейкотрієнів, тромбоксанів тощо), які чинять прозапальну дію і сприяють розвитку запального процесу, хвороб серця (атеросклероз, ішемічна хвороба серця), метаболічних порушень (цукровий діабет, метаболічний синдром) та інших порушень обміну речовин (Simopoulos, 2002; Pokotylo, 2008). Така ситуація спонукає до необхідності вирівнювання балансу між омега-6 та омега-3 ПНЖК в раціоні.

На сьогодні в Україні і світі успішно розвивається ринок соусів, майонезів, які можуть бути виготовлені на основі різних олій і мати ефект функціональних харчових продуктів (Shubravskaya & Sokolska, 2013; Bakhmach & Peshuk, 2015; Hnitsevych & Honchar, 2019). Удосконалення рецептур майонезів та їх технологій успішно розвиваються і це питання залишається актуальним з позиції нормування жирнокислотного складу раціону (Bondarenko, 2013; Helikh et al., 2021).

Особливої уваги в цьому плані заслуговує лляна олія, як найбільше джерело ПНЖК родини омега-3 (α -

ліноленова кислота) і яка успішно використовується у виробництві різних функціональних продуктів (Goyal et al., 2014; Lewinska et al., 2015; Lialyk et al., 2019; 2020).

Виходячи із сказаного вище, емульсійні оліе-жирові продукти, такі як соуси чи майонези, активно використовуються у повсякденному харчуванні населення і можуть бути функціональними харчовими продуктами, які здатні збільшити в раціоні частку омега-3 та омега-9 ПНЖК і, відповідно, зменшити частку омега-6 ПНЖК. Тому, метою наших досліджень була розробка майонезу із підвищеним вмістом омега-3 ПНЖК і дослідження його жирнокислотного складу.

Мета дослідження

Метою роботи є наукове обґрунтування доцільності виготовлення майонезу з рівним вмістом соняшникової і лляної олій на основі дослідження його жирнокислотного профілю.

Матеріал і методи досліджень

Методи досліджень. Аналіз жирнокислотного профілю соняшникової та лляної олій і контрольних і дослідних зразків майонезів досліджували методом газорідинної хроматографії на газовому хроматографі Hewlett Packard HP-6890 з полум'яно-іонізаційним детектором, обладнаним капілярною колонкою SP-2560 довжиною 100м (Holubets & Vudmaska, 2010).

Методика проведення: Експериментальна частина роботи виконана у науково-дослідній лабораторії "Технологій, аналізу та експертизи харчової продукції і води" кафедри харчової біотехнології і хімії в Тернопільському національному технічному університеті імені І. Пулюя.

Для досліджень виготовлено два зразки майонезу: перший - контрольний, другий – дослідний. У першому контрольному зразку майонезу, як джерело ПНЖК, використано лише рафіновану, дезодоровану соняшкову олію. У другому дослідному зразку майонезу, як джерело ПНЖК, використано дві олії – соняшкову і лляну у співвідношенні 1 : 1. Рецептурний склад дослідного і контрольного зразків майонезу подано у таблиці 1 нижче.

Таблиця 1

Рецептурний склад контрольного і дослідного зразків майонезу

№ п/п	Сировина	Контроль	Дослід
1	Соняшникова олія, г	71,78	35,03
2	Лляна олія, г	-	35,03
3	Яйце куряче, г	20,25	19,76
4	Сіль кухонна, г	1,18	1,14
5	Цукор-пісок, г	1,39	1,34
6	Гірчиця, г	5,78	5,60
7	Лимонна кислота, г	5,78	5,60

На першому етапі досліджень було визначено жирнокислотний склад олій, які брали для приготування контрольного і дослідного зразків майонезу. На другому етапі приготували зразки майонезу згідно ДСТУ 4487:2005 і досліджували їх жирнокислотний склад (Holubets & Vudmaska, 2010).

Статистичну обробку одержаних результатів досліджень і оцінку достовірності значень проводили за загальноприйнятими методами з допомогою ПЗ MS Excel із використанням t-критерію Стьюдента (Romakin, 2006).

Результати та їх обговорення

В результаті проведених досліджень на першому етапі встановлено жирнокислотний склад олій, які використовували для приготування зразків майонезів. Отримані дані представлено в таблиці 2. Вони показують, що домінуючою жирною кислотою у соняшниковій олії є лінолева кислота, яка належить до ПНЖК родини омега-6 і її відносний вміст у зразках становив 66,3 %. На другій позиції серед жирних кислот у соняшниковій олії знаходиться олеїнова кислота із вмістом 21,2%. Олеїнова кислота відно-

ситься до ПНЖК родини омега-9. Відносний вміст ПНЖК родини омега-3 у зразках досліджуваної соняшникової олії є мінімальним і становить лише 0,12% за рахунок α -ліноленової кислоти. На основі аналізу даних, представлених у таблиці 2, розраховано співвідношення між ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках соняшникової олії, яке становило 177 : 553 : 1. Таке співвідношення між ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у соняшниковій олії свідчить про надмірну кількість ПНЖК ω -6 і дефіцит ПНЖК ω -3 та в цілому є несприятливим для організму людини (Simopoulos, 2002).

Як показують дані, представлені у таблиці 2, сумарний відносний вміст насичених жирних кислот у зразках соняшникової олії становив 10,14 %, а співвідношення між насиченими і поліненасиченими жирними кислотами у цих зразках становило 1 : 8,9. Таким чином, можна зробити висновок, що соняшникова олія має багатий жирнокислотний склад, проте, є перенасичена ПНЖК родини ω -6, тому, при споживанні такої олії, вона несприятливо впливає на обмін речовин в організмі людини (Smoliar, 2006; Pokotylo, 2008).

Таблиця 2

Жирнокислотний склад соняшникової і лляної олій ($M \pm m$, $n = 3$)

Назва жирної кислоти	Позначення	Соняшникова олія	Лляна олія
Міристинова	14 : 0	0,10 \pm 0,01	-
Пальмітинова	16 : 0	6,72 \pm 0,15	5,8 \pm 0,04
Пальмітоолеїнова	16 : 1	0,06 \pm 0,01	-
Стеаринова	18 : 0	3,32 \pm 0,05	3,7 \pm 0,05
Олеїнова ω -9	18 : 1	21,23 \pm 0,09	22,3 \pm 0,08
Лінолева ω -6	18 : 2	66,32 \pm 0,12	16,2 \pm 0,07
α -Ліноленова ω -3	18 : 3	0,12 \pm 0,01	52,0 \pm 1,0
Арахідонова	20 : 4	1,2 \pm 0,05	-
Співвідношення ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3		177 : 553 : 1	1,4 : 1 : 3,2

Аналіз даних щодо жирнокислотного складу зразків лляної олії, які представлені у таблиці 2, свідчить про високий відносний вміст ПНЖК родини ω -3, які представлені в основному α -ліноленовою кислотою. Її вміст у досліджуваних зразках лляної олії становив 52 %, а вміст олеїнової (ω -9) та лінолевої (ω -6) кислот становив, відповідно, 22,3 та 16,2%. Виходячи із отриманих даних, співвідношення між ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у досліджуваних зразках лляної олії становило 1,4 : 1 : 3,2. Таке співвідношення між ПНЖК ω -9/ ω -6/ ω -3 у харчовому продукті є корисним в раціоні, оскільки дозволяє підвищити дефіцитний рівень ПНЖК

ω -3 (Simopoulos, 2002). Загальний відносний вміст насичених жирних кислот у досліджуваних зразках лляної олії становив 9,5 %, тому співвідношення між вмістом насичених і ПНЖК становило 1 : 9,5. Отримані нами результати щодо жирнокислотного складу лляної олії свідчать про перспективи її додавання при виготовленні таких емульсійних оліє-жирових продуктів, як майонези.

Наступним етапом наших досліджень було визначення жирнокислотного складу контрольного і дослідного зразків майонезів. Отримані результати представлені у таблиці 3.

Жирнокислотний склад контрольного зразку майонезу визначається домінуючою кількістю соняшникової олії, яка становить 71,78 % від загального вмісту, та частково – жирнокислотним складом яйця, вміст якого складає 20,25 %.

Так, як видно з даних, наведених у таблиці 3, жирнокислотний склад контрольного зразку майонезу характеризувався високим відносним вмістом ПНЖК ω -6 та ω -9. Вони були представлені в основному лінолевою (ω -6) та олеїною кислотами, вміст яких становив відповідно 48,1 та 26,9 %. Такий вміст даних кислот можна пояснити їх високим вмістом у соняшниковій олії, яка складає у даному зразку майонезу 71,78 %. Разом з тим, контрольний зразок майонезу має низький вміст ПНЖК родини ω -3, які представлені α -ліноленою, докозапентаєвою та докозагексаєною кислотами із сумарним відносним вмістом

3,7 %. Тому, співвідношення між ПНЖК родин ω -3, ω -6 та ω -9 у контрольному зразку майонезу становить 1 : 13 : 7,3. З позиції біологічної цінності харчового продукту, таке співвідношення між ПНЖК різних родин не є корисним, а навпаки – призводить до перенасичення організму ПНЖК родини ω -6. При тривалому використанні такого продукту в організмі збільшується кількість ПНЖК родини ω -6 і зміщується баланс між ω -6 та ω -3. Така зміна балансу вмісту ПНЖК у раціоні чинить негативний вплив на мембрани клітин, їх жирнокислотний склад і призводить до збільшення утворення прозапальних біологічно активних речовин, які утворюються із ПНЖК родини ω -6 (Simopoulos, 2002; Pokotylo, 2008). Також встановлено співвідношення між вмістом насичених жирних кислот і ПНЖК, яке у контрольному зразку майонезу становило 1 : 4,5.

Таблиця 3

Жирнокислотний склад контрольного і дослідного зразків майонезу ($M \pm m, n = 3$).

Назва жирної кислоти	Позначення	Контрольний зразок	Дослідний зразок
Міристинова	14 : 0	0,26 ± 0,02	0,18 ± 0,01
Пальмітинова	16 : 0	13 ± 0,05	10,5 ± 0,05
Пальмітоолеїнова	16 : 1	0,04 ± 0,01	0,02 ± 0,01
Стеаринова	18 : 0	5,0 ± 0,03	4,2 ± 0,02
Олеїнова ω -9	18 : 1	26,9 ± 0,08	27,5 ± 0,07
Лінолева ω -6	18 : 2	48,1 ± 1,1	33,0 ± 0,8
α -Ліноленова ω -3	18 : 3	2,8 ± 0,1	23,1 ± 0,5
Арахідонова	20 : 4	1,0 ± 0,02	0,6 ± 0,01
Докозапентаєва ω -3	22 : 5	0,4 ± 0,01	0,4 ± 0,01
Докозагексаєнова ω -3	22 : 6	0,5 ± 0,01	0,5 ± 0,01
НЖК		18,26	14,88
ω -9		26,9	27,5
ω -6		49,1	33,06
ω -3		3,7	24,0
НЖК / ПНЖК		1 : 4,5	1 : 5,7
Співвідношення ПНЖК ω -3/ ω -6/ ω -9		1 : 13 : 7,3	1 : 1,4 : 1,1

Як показують результати досліджень дослідного зразку майонезу, представлені у таблиці 3, у ньому встановлено істотні зміни жирнокислотного складу. Це обумовлено наявністю в даному дослідному зразку майонезу соняшникової і лляної олії в рівних кількостях по 35,03 %. Найбільші відмінності у жирнокислотному складі дослідного зразку майонезу відмічено серед ПНЖК родин ω -3, ω -6 та ω -9. Так, загальний вміст ПНЖК родини ω -3 у дослідному зразку становив 24,0 %, що на 20,3 % більше, ніж у контрольну зразку. Таке збільшення вмісту ПНЖК родини ω -3 обумовлено за рахунок високого вмісту α -ліноленової кислоти – 23,1 %. Сумарний вміст ПНЖК родини ω -6 у даному зразку майонезу становив 33,6 %, що на 16,04 % менше, ніж у контрольному зразку. Вміст ПНЖК родини ω -9 у дослідному зразку достовірно не відрізнявся від такого у контрольному зразку. В цілому отримані результати досліджень жирнокислотного профілю дослідного зразку майонезу дозволили встановити співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9, яке становило 1 : 1,4 : 1,1. Враховуючи, що у переважній більшості населення в раціоні спостерігається дефіцит ПНЖК родини ω -3 і надлишок ω -6 (Smoliar, 2006), даний дослідний зразок майонезу має

оптимальне співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3/ ω -6/ ω -9, яке здатне істотно відкоригувати баланс поступлення цих кислот в організм. Також позитивним моментом у дослідному зразку майонезу є менший сумарний вміст насичених жирних кислот, який становив 14,88 %, порівняно із 18,26 % у контрольному зразку майонезу.

Висновки

Заміна 50 % соняшникової олії на лляну у технологічному процесі виготовлення дослідного зразку майонезу призвела до позитивних переваг, порівняно із контрольним зразком, який у своєму складі містив лише соняшникову олію: зменшився сумарний вміст ПНЖК родини ω -6, збільшився сумарний вміст ПНЖК родини ω -3, збалансувалось співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9, зменшився вміст насичених жирних кислот і, відповідно, збільшився вміст ненасичених. Враховуючи вказані вище зміни у жирнокислотному складі дослідного зразку майонезу, можна стверджувати про покращення його біологічної цінності і очікувати позитивний вплив на організм при споживанні. Отримані результати у зміні

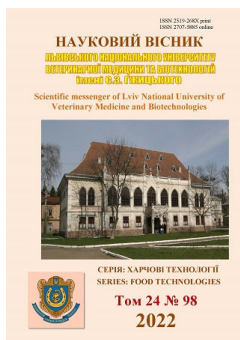
жирнокислотного складу дослідного зразку майонезу, який містить в рівних кількостях соняшникову і лляну олії, дозволяють рекомендувати даний емульсійний оліє-жировий продукт, як продукт функціонального призначення, за рахунок високого вмісту ПНЖК родини ω -3 і збалансованого співвідношення між вмістом ПНЖК родин ω -3 / ω -6 / ω -9.

Відомості про конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів.

References

- Bakmach, V. O., & Peshuk, L. V. (2015). Udoskonalennia tekhnolohii maioneziv z vykorystanniam roslynnoi syrovyny. *Kharchova promyslovist*, 18, 27–31 (in Ukrainian).
- Bondarenko, V. M. (2013). Rozvytok efektyvnoho vyrobnytstva maionezu v Ukraini. *Ekonomika APK*, 5, 61–64 (in Ukrainian).
- DSTU 4487:2005. *Maionezy*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2006. 16 s. (in Ukrainian).
- Goyal, A., Sharma, V., & Upadhyay, N. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *J Food Sci Technol*, 51, 1633–1653. DOI: 10.1007/s13197-013-1247-9.
- Helikh, A., Prymenko, V., Vasylenko, O., & Prykhodko, I. (2021). Doslidzhennia pokaznykiv yakosti ta bezpechnosti maionezu na osnovi konoplanoi olii. *Restoranni i hotelnyi konsaltnh. Innovatsii*, 4(2), 345–360. DOI: 10.31866/2616-7468.4.2.2021.249104.
- Hnitsevykh, V., & Honchar, Yu. (2019). Tekhnolohiia ta yakist nyzkolaktoznykh emulsiinykh sousiv. *Tovary i rynky*, 3(31), 94–104. DOI: 10.31617/tr.knute.2019(31)09.
- Holubets, O. V., & Vudmaska, I. V. (2010). Vyznachennia zhyrnokyslotnoho skladu lipidiv metodom kapiliarnoi hazoridynnoi khromatohrafi. *Metodychni rekomendatsii*, Lviv (in Ukrainian).
- Lewinska, A., Zebrowski, J., Duda, M., Gorka, A., & Wnuk, M. (2015). Fatty Acid Profile and Biological Activities of Linseed and Rapeseed Oils. *Molecules*, 20(12), 22872–22880. DOI: 10.3390/molecules201219887.
- Lialyk, A. T., Pokotylo, O. S., & Kukhtyn, M. D. (2019). Microbiological parameters of cheese paste with the content of flaxseed oil at different storage temperatures. *Scientific Messenger LNUVMB*, 21(91), 124–129. DOI: 10.32718/nvlvet-f9121.
- Lialyk, A., Pokotylo, O., Kukhtyn, M., Beyko, L., Horiuk, Y., Dobrovol'ska, S., & Mazur, O. (2020). Fatty acid composition of curd spread with different flax oil content. *Nova Biotechnologica et Chimica*, 19(2), 216–222. DOI: 10.36547/nbc.v19i2.776.
- Pokotylo, O. S. (2008). Vplyv polinenasychenykh zhyrnykh kyslot rodyny ω -3 i ω -6 na lipohenez i kholesterynohenez v orhanizmi morskykh svynok i bilykh shchuriv za normalnykh umov i pry kholesterynovomu navantazhenni: Avtoref. dys.... dokt. biol. nauk: 00.03. 04. *Biokhimiia*. Lviv (in Ukrainian).
- Romakin, V. V. (2006). *Kompiuternyi analiz danykh: Navchalnyi posibnyk*. Mykolaiv: Vyd-vo MDHU im. Petra Mohyly (in Ukrainian).
- Shubravska, O. V., & Sokolska, T. V. (2013). Rozvytok rynku maionezu: svitovi tendentsii i vitchyzniani perspektyvy. *Ekonomika i prohnozuvannia*, 2, 80–93 (in Ukrainian).
- Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56(8), 365–379. DOI: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6.
- Smoliar, V. I. (2006). Kontsepsiia idealnoho zhyrovoho kharchuvannia. *Problemy kharchuvannia*, 4, 14–24 (in Ukrainian).
- Syromyatnikov, M. Y., Kiryanova, S. V., & Popov, V. N. (2018). Development and validation of a TaqMan RT-PCR method for identification of mayonnaise spoilage yeast *Pichia kudriavzevii*. *AMB Express*, 8(1), 1–9. DOI: 10.1186/s13568-018-0716-y.



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

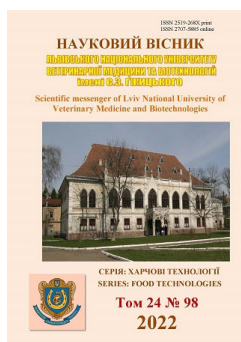
**Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies.
Series: Food Technologies**

ISSN 2519–268X print
ISSN 2707-5885 online

doi: 10.32718/nvlvet-f98
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Зміст

- Кухтин М. Д., Малімон З. В., Салата В. З., Лісовська Т. О., Сельський В. Р.**
Розробка мікробіологічних критеріїв оцінювання замороженої риби на підставі кількості психротрофної мікрофлори 3
- Мерзлов С. В., Недашківська Н. В., Недашківський В. М., Шурчкова Ю. О., Мерзлова Г. В.**
Хімічний склад меду у раціонах відвідувачів готельно-ресторанних комплексів Білоцерківщини 9
- Бліщ Р. О.**
Вплив нетрадиційної сировини на показники якості пива 13
- Bondar S., Shevchenko O., Chabanova O., Trubnikova A., Kuznetsova I.**
Research of ozonation process of the biologically pre-purified municipal wastewater 18
- Самілик М. М., Корнієнко Д.А.**
Розроблення технології одержання збагаченого цукру 25
- Святненко Р. С., Маринін А. І., Кузьмик У. Г., Позняковський С. В.**
Дослідження впливу імпульсних електричних полів на динаміку сквашування молока 30
- Коляновська Л. М.**
Використання системи Mathcad у знаходженні нормальних рівнянь в описі процесів екстрагування харчової сировини 35
- Білий В. Ю., Мерзлов С. В., Мерзлова Г. В., Машкін Ю. О., Чернюк С. В., Недашківська Н. В., Біла В. В.**
Вплив карбонату калію і лимонної кислоти на показники якості вермішелі як складової меню готельно-ресторанних комплексів Київщини 40
- Лудин А. М., Реутський В. В.**
Одержання триацетину з соняшникової олії 44
- Соломон А. М.**
Нові аспекти виробництва кисломолочних продуктів з пробіотичними властивостями 50
- Цісарик О. Й., Мусій Л. Я., Дроник Г. В., Драч М. П., Сливка І. М.**
Розроблення технології кефіру з пюре селери 57
- Федевич О., Яцюк Р., Стець Р., Стець Ю., Ярошович І., Шалько А.**
Організація системи управління охороною праці на сільськогосподарських підприємствах . 65
- Філь М. І., Гирка О. І., Бодак М. П.**
Вплив параметрів технологічного процесу на якісні показники кулінарної продукції 71
- Беспалов А. Л., Свідрак І. Г., Бойко О. О.**
Дослідження динамічної моделі коливальної системи віброживильників з еліптичною траєкторією руху робочого органу 76
- Криськова Л. П., Покотило О. С.**
Жирнокислотний склад майонезу на основі соняшникової і лляної олії 82



**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-f98
<https://nvlvet.com.ua/index.php/food>

Content

- Kukhtyn M., Malimon Z., Salata V., Lisovska T., Selskyi V.**
Development of microbiological criteria for evaluating frozen fish based on the amount of psychrotrophic microflora 3
- Merzlov S., Nedashkivska N., Nedashkivskyi V., Shurchkova Yu., Merzlova G.**
Evaluation of honey as a dessert in hotel and restaurant complexes 9
- Blishch R. O.**
Influence of non-traditional raw materials on beer quality indicators beer 13
- Bondar S., Shevchenko O., Chabanova O., Trubnikova A., Kuznetsova I.**
Research of ozonation process of the biologically pre-purified municipal wastewater 18
- Samylyk M., Korniienko D.**
Development of technology for receiving enriched sugar 25
- Svyatnenko R. S., Marynin A. I., Kuzmyk U. H., Pozniakovskiy S. V.**
The influence of pulsed electric fields on the dynamics of milk fermentation 30
- Kolianovska L. M.**
The Mathcad system usage in finding normal equations in the description of food extraction processes 35
- Bilyi V. Y., Merzlov S. V., Merzlova G. V., Mashkin Yu. O., Chernyuk S. V., Nedashkivska N. V., Bila V. V.**
The effect of potassium carbonate and citric acid on the quality indicators of vermicelli as a component of the menu of hotels and restaurants in Kyiv region 40
- Ludyn A. M., Reutsky V. V.**
Receiving triacetin from sunflower oil 44
- Solomon A.**
New aspects of the production of fermented dairy products with probiotic properties 50
- Tsaryk O., Musii L., Dronyk G., Drach M., Slyvka I.**
Development of kefir technology with celery pure 57
- Fedevych O., Yatsyuk R., Stets R., Stets Yu., Yaroshovych I., Shalko A.**
Organization of the safe work management system at agricultural enterprises 65
- Fil M. I., Hyrka O. I., Bodak M. P.**
The influence of technological process parameters on the quality indicators of culinary products .. 71
- Bespalov A. L., Svidrak I. G., Boiko O. O.**
Study of the dynamic model of the oscillating system of vibratory feeders with an elliptical trajectory of the movement of the working body 76
- Kryskova L. P., Pokotylo O. S.**
Fatty acid composition of mayonnaise based on sunflower and linen oil 82

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 № 98

Підписано до друку 20.12.2022. Формат 60x84/8
Гарн. Times New Roman. Папір офсетний № 1. Ум. друк. арк. 10,3
Наклад 300 прим. Зам. № 20/12.

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