



НАУКОВИЙ ВІСНИК

ТАВРІЙСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО АГРОТЕХНОЛОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ



ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Випуск 24, Том 1
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО



DMYTRO MOTORNYI TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY

НАУКОВИЙ ВІСНИК
Таврійського державного
агротехнологічного університету
Технічні науки

SCIENTIFIC BULLETIN OF TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY
Technical sciences

Виходить 2 рази на рік
Видається з 2011 р.

Випуск 24, том 1
Issue 24, volume 1

WEB: <https://oj.tsatu.edu.ua>

DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1

Запоріжжя – 2024



УДК [631.3+621.3+004+663/664]

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 1. 313 с.

ISSN 2220-8674

Представлені результати наукових досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, інженерно-технічного персоналу і здобувачів вищої освіти, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

Реферативні бази: Crossref, Google Scholar, «Україна наукова», НБУ ім. В. І. Вернадського

Головний редактор

Кюрчев В. М., чл.-кор. НААН України,
д-р техн. наук, проф. (Україна)

Editor in chief

Kyurchev V., corresponding member of NAAS
of Ukraine, Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Заступники головного редактора

Надикто В. Т., чл.-кор. НААН України,
д-р техн. наук, проф. (Україна)
Панченко А. І., д-р техн. наук, проф. (Україна)

Deputy editors in chief

Nadykto V., corresponding member of NAAS
of Ukraine, Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Panchenko A., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Відповідальний секретар

Волошина А. А., д-р техн. наук, проф. (Україна)

Executive secretary

Voloshina A., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

Технічний секретар

Погорельцева Д. О. (Україна)

Technical secretary

Pogoreltseva D. (Ukraine)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ**ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ**

Белоев Христо, д-р техн. наук, проф. (Болгарія)
Даманаускас Вidas, д-р техн. наук, проф. (Литва)
Івановс Семенс, д-р техн. наук (Латвія)
Ольт Юрі, PhD, д-р техн. наук, проф. (Естонія)
Паскуцці Сімон, PhD, доц. (Італія)
Финдура Павол, PhD, проф. (Словачія)
Вершков О. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Дідур В. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Журавель Д. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Кувачов В. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Кюрчев С. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Скляр О. Г., канд. техн. наук, проф. (Україна)
Скляр Р. В., канд. техн. наук, доц (Україна)
Тітова О. А., д-р пед. наук, проф. (Україна)

SECTORAL MACHINE BUILDING

Beloev Hristo, Dr. Sci. Tech., Prof. (Bulgaria)
Damanauskas Vidas, Dr. Sci. Tech. (Lithuania)
Ivanovs Semjons, Dr. Sci. Tech. (Latvia)
Olt Jüri, PhD, Dr. Sci. Tech., Prof. (Estonia)
Pascuzzi Simone, PhD, Assoc. Prof. (Italia)
Pavol Findura, PhD, Prof. (Slovakia)
Vershkov O, Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Didur V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Zhuravel D., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kuvachov V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kiurchev S., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Sclyar O., Cand. Sci. Tech, Prof. (Ukraine)
Sclyar R., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Titova O., Dr. Sci. Ped., Prof. (Ukraine)

**ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА
ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА**

Шафранець Анджей, д-р техн.наук, проф. (Польща)
Кавакзех Мохаммед, PhD, проф. (Йорданія)
Бур'ян С. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Галько С. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Карпалюк І. Т., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Квітка С. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Кузнецов М. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Лисенко О. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мірошник О. О., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мороз О. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Плюгін В. Є., д-р техн. наук, проф. (Україна)

**ELECTRICAL POWER ENGINEERING,
ELECTRICAL ENGINEERING AND
ELECTROMECHANICS**

Szafranec Andrzej, Dr. Sci. Tech., Prof. (Poland)
Qawaqzeh Mohamed, PhD, Prof. (Jordan)
Burian S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Halko S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Karpaliuk I., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Kvitka S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Kuznietsov M., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Lysenko O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Miroshnyk O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Moroz O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Pliuhin V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

**КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

Гавриленко Є. А., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Гнатушенко В. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Гумен О. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Дашкевич А. О., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Лубко Д. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Лясковська С. Є., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Малкіна В. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Мацулевич О. Є., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Холодніак Ю. В., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Яблонський П. М., канд. техн. наук, доц. (Україна)

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Дейниченко Г. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Євлаш В. В., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Ломейко О. П., канд. техн. наук, доц. (Україна)
Паламарчук І. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Пилипенко Л. М., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Пріс О. П., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Самойчук К. О., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Сердюк М. Є., д-р техн. наук, проф. (Україна)
Ялпачик В. Ф., д-р техн. наук, проф. (Україна)

НАУКОВИЙ ВІСНИК

**Таврійського державного
агротехнологічного університету**

Випуск 24, том 1

Засновник

Таврійський державний агротехнологічний
університет імені Дмитра Моторного

Заснований у 2011 році

Свідоцтво про державну реєстрацію
КВ №24285-14125ПР від 27.12.2019 р.
Виходить 2 рази на рік

Рекомендовано до друку вченою радою
Таврійського державного агротехнологічного
університету
імені Дмитра Моторного
Протокол 3 від 29.10.2024 р.

«Науковий вісник ТДАТУ» включено до
Категорії Б Переліку наукових фахових
видань України (технічні науки) на підставі
Наказів МОН України від 17 березня
2020 року № 409 (Додаток № 1); від 2 липня
2020 року № 886 (Додаток № 4); від
24 вересня 2020 року № 1188 (Додаток № 5).

Адреса редакції

Юридична: 72312, Запорізька обл.
м. Мелітополь, пр. Б. Хмельницького, 18
Фактична: 69600, Запорізька обл.
м. Запоріжжя, вул. Жуковського, 66
<https://oj.tsatu.edu.ua>,
DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1

COMPUTER SCIENCES

Havrylenko Ye., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Hnatushenko V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Humen O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Dashkevych A., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Lubko D., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Liaskovska S., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Malkina V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Matsulevych O., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Kholodniak Y., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Yablonskyi P., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)

FOOD TECHNOLOGIES

Deynichenko G., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Evlash V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Lomeiko O., Cand. Sci. Tech, Assoc. Prof. (Ukraine)
Palamarchuk I., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Pylypenko L., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Priss, O., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Samoichuk K., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Serdyuk M., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)
Yalpachik V., Dr. Sci. Tech., Prof. (Ukraine)

**SCIENTIFIC BULLETIN OF TAVRIA STATE
AGROTECHNOLOGICAL UNIVERSITY**

Issue 24, volume 1

Founder

Dmytro Motornyi Tavria State
Agrotechnological University

Founded in 2011

Certificate of governmental registration
KB No. 24285-14125ПР dated December 27, 2019
Published 2 times a year

Recommended for publication by the Academic
Board of Dmytro Motornyi Tavria State
Agrotechnological University
Record No. 3 dated October 29, 2024

Proceedings of TSATU is included in the List of
scientific professional editions of Ukraine
(technical sciences), **category B** (on the basis of
the Orders of the MES of Ukraine dated March
17, 2020 No. 409 (Appendix No. 1); dated July 2,
2020 No. 886 (Appendix No. 4); dated
September 24, 2020 No. 1188 (Appendix No. 5).

Address of the Editorial office

Legal adress: 72312, Zaporizhzhia region
Melitopol, 18, B. Khmelnitskyi Ave.
Actual address: 69600, Zaporizhzhia region
Zaporizhzhia, 66, Zhukovskiy Str.
<https://oj.tsatu.edu.ua>,
DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1



ЗМІСТ / CONTENTS

ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ

Степаненко С. П., Мироненко В. Г., Погорілий С. П. Дослідження факторів пошкодження зерна в процесах сепарації

1

Stepanenko S., Myronenko V., Pogorilyy S. Study of grain damage factors in the processes of separation

Журавель Д. П. Структурний аналіз надійності гідросистем сільськогосподарської техніки при використанні біологічних робочих рідин

2

Zhuravel D. Structural analysis of the reliability of hydraulic systems of agricultural equipment using biological working fluids

Степаненко С. П., Котов Б. І., Мельник В. А., Волик Д. А. Моделювання процесу переміщення зернового матеріалу в робочій зоні сепаратора

3

Stepanenko S., Kotov B., Melnyk V., Volyk D. Modeling the process of grain material movement in the separator's working zone

Кувачов В. П., Дружич В. М., Шевченко С. О., Зеленов К. О. Теоретичні основи руху самохідної машини з робочими органами реактивного типу в системі точного землеробства

4

Kuvachov V., Druzhych V., Shevchenko S., Zelenov K. Theoretical basics of movement of a self-propelled machine with working bodies of the jet type in the precision agriculture system

Степаненко С. П., Кузьмич А. Я., Швидя В. О. Інноваційні оптично-електронні технології швидкого аналізу зерна в галузі післязбиральної обробки

5

Stepanenko S., Kuzmych A., Shvydya V. Innovative optical and electronic technologies of fast grain analysis in the field of post-harvest processing



Скляр О. Г., Скляр Р. В., Болтянський Б. В., Сиротюк С. В., Коробка С. В., Стукалець І. Г. Аналіз методів удосконалення процесу переробки органічних відходів тваринництва у метантенках

Skliar O., Skliar R., Boltianskyi B., Syrotyuk S., Korobka S., Stukalets I. Analysis of methods of improving the process of processing organic animal waste in methane tanks

6

ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

Мельник О., Шкарапута Р. Аналіз технологій виробництва натуральних барвників з використання вторинної сировини та харчових відходів

7

Melnyk O., Shkaraputa R. Analysis of the production technology of natural bars using secondary raw materials and food waste

Нащанський Д. В., Демидов І. М., Демидова А. О. Дослідження особливостей окиснення жиру в твердому стані

8

Nashchanskyi D., Demidov I., Demydova A. Research of the features of fat oxidation in the solid state

Семко Т. В., Іваніщева О. А., Пахомська О. В., Гаспарян А. Створення «Вінницької» солі шляхом внесення рослинної сировини дикоросів з використанням інноваційного обладнання

9

Semko T., Ivanishcheva O., Pahomska O., Hasparian A. Creation of "Vinnytska" salt by adding wild plant raw material using innovative equipment

Семко Т. В., Пахомська О. В. Кухарський одяг: від історії до сучасності

10

Semko T., Pahomska O. Cook clothing: from history to modern times

Савченко М. Ю., Радчук О. В. Автоматизація технологічного процесу стерилізації консервів

11

Savchenko M., Radchuk O. Automation of the technological process of sterilization of cans



- Савченко М. Ю.** Використання порошку рослинного в напівфабрикатах січених 12
Savchenko M. Use of vegetable powder in cut semi-finished products
- Крижак Л. М., Калініна Г. П.** Пролонгування зберігання пастеризованого молока за додавання екстракту кориці (*cinnamomum burmannii*) 13
Kryzhak L., Kalinina H. Prolonging the storage of pasteurized milk with the addition of cinnamon extract (*cinnamomum burmannii*)
- Дзюндзя О. В.** Дослідження якості сиркових десертів спеціального призначення 14
Dzyundzya O. Research of the quality of special purpose cheese desserts
- Ілляшенко Я. І., Самілик М. М.** Дослідження реологічних властивостей киселів на основі порошку з горобини чорноплідної 15
Iliashenko Y., Samilyk M. Study of the rheological properties of kissels based on black chokeberry powder
- Ярмош Т., Перцевой Ф.** Дослідження ефективності гліцерину для екстрагування барвних речовин з бузини чорної 16
Yarmosh T., Pertsevoi F. Study of the effectiveness of glycerin for the extraction of coloring substances from black elder
- Заморська І. Л., Смілянecь О. В.** Фізико-хімічні показники якості частково осмотично дегідратованих заморожених ягід суниці зниженої енергетичної цінності 17
Zamorska I., Smilyanets O. Physical and chemical parameters of quality of partially osmotically dehydrated frozen strawberries with reduced energy value
- Горач О. О.** Шляхи підвищення харчової та біологічної цінності хлібобулочних виробів 18
Gorach O. Ways of increase in food and biological values of bakery products



Губа С. О., Попова А. О., Болгова Н. В., Тищенко В. І., Губа О. О. Розробка технології і рецептури напою кавового підвищеної харчової цінності

19

Huba S., Popova A., Bolgova N., Tischenko V., Huba O. Development of the technology and recipe of a coffee beverage with increased nutritional value

Болгова Н. В. Аналіз технології виробництва безлактозної ряжанки

20

Bolhova N. Analysis of lactose-free ryazhanka production technology

Ярмош Т., Перцевой Ф., Маренкова Т. Дослідження ефективності сорбіту та ксиліту для екстрагування барвних речовин з бузини чорної

21

Yarmosh T., Pertsevoi F., Marenkova T. Study of the efficiency of sorbitum and xylite for the extraction of coloring substances from black elder

Іванова І. Є., Кюрчева Л. М., Кривонос І. А., Філенко М. О. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для визначення сортопридатності плодової сировини до виробництва цукатів

22

Ivanova I., Kiurcheva L., Kryvonos I., Filenko M. The multicriteria optimisation method application for determining the suitability of fruit raw materials for candied fruit production

ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

Юрченко О. Ю., Барсукова Г. В., Романенко М. О. Функціональні особливості інструменту для підготовки провідників електричного струму при монтажі електрообладнання та ремонті електропристроїв

23

Yurchenko O., Barsukova H., Romanenko M. Functional individual tool for preparing electrical tool wires during installation of electrical equipment and repair of electrical appliances

Сілі І. І., Азархов О. Ю., Єфременко Б. В. Роль електричних полів у комунікації рослин і запилювачів

24

Sili I., Azarkhov O., Yefremenko B. The role of electric fields in plant-pollinator communication



Бабич М. І., Боярчук В. М., Коробка С. В., Пташник В. В.
Підвищення рівня енергетичної безпеки за рахунок впровадження комплексних проєктів з відновлюваних джерел енергії та гідроенергетики

25

Babych M., Boyarchuk V., Korobka S., Ptashnyk V. Increasing the level of energy security for the implementation of complex projects from renewable energy sources and hydroenergy

КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ

Волошин В. С., Азархов О. Ю. Людина чи машина: інтелект та міцність, перспективи та конкуренція

26

Voloshyn V., Azarkhov A. Man or machine: intelligence and power, perspectives and competition



DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1-13

УДК 637.133.3:664.56

Л. М. Крижак¹, к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-4882-897X

Г. П. Калініна², к.т.н.

ORCID: 0000-0002-6178-7885

¹Вінницький торговельно-економічний інститут ДТЕУ²Білоцерківський національний аграрний університет

e-mail: liliakrizhak44@gmail.com, тел.: +380967242684

ПРОЛОНГУВАННЯ ЗБЕРІГАННЯ ПАСТЕРИЗОВАНОГО МОЛОКА ЗА ДОДАВАННЯ ЕКСТРАКТУ КОРИЦІ (CINNAMOMUM BURMANNII)

Анотація. Комерційне пастеризоване молоко, як правило в Україні має відносно короткий термін зберігання 5-7 днів. Щоб уникнути цього, необхідно додавати натуральні інгредієнти, які мають зберегти якість, пригнічуючи ріст хвороботворних бактерій, щоб можна було продовжити термін зберігання пастеризованого молока. Одним із таких природних інгредієнтів є кориця (*Cinnamomum burmannii*), яка має антибактеріальні властивості завдяки своїм метаболічним компонентам. В роботі досліджено можливість пролонгування зберігання пастеризованого молока за додавання екстракту кориці. До пастеризованого молока додавали екстракт кориці у кількості 0,5%. Застосовували рандомізований вибір строків зберігання – 4 періоди (0 днів, 3 дні, 7 днів, 14 днів, 21 день) за чотирикратного повторювання. Вимірювані параметри включали аналіз pH, загальну бактеріальну забрудненість і антибактеріальну активність екстракту кориці проти *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus*. Доведено, що екстракт кориці не змінює значення pH та зберігає якість пастеризованого молока впродовж зберігання. Це пов'язано з вмістом антибактеріальних речовин екстракту кориці, які здатні пригнічувати ріст бактерій таким чином, що якість молока впродовж до 3 тижнів зберігання залишається стабільною.

Ключові слова: молоко-сировина, пастеризація, кора кориці, екстракт кориці, антибактеріальна активність, зберігання.

Постановка проблеми. Молоко є першим і дуже корисним харчовим продуктом, що містить повноцінні білки (основні казеїн і альбумін), різні типи жирних кислот (наприклад, масляну кислоту) і лактозу, а також мікроелементи (особливо кальцій), антиоксиданти та вітаміни, які відіграють важливу роль у зростанні, розвитку та захисті здоров'я людини, особливо немовлят, дітей та літніх людей. Тому в усьому світі спостерігається тенденція до збільшення споживання молока та молочних продуктів.

За даними Міністерства сільського господарства США впродовж 2022 року світове споживання рідкого молока становило 190,72 млн. тон. У розвинутих країнах споживання пастеризованого молока

становить понад 99% рідкого молока, завдяки тому, що пастеризація зберігає поживний склад і смак молока. Однак пастеризоване молоко має обмежений строк зберігання за дотримання певних умов зберігання [1].

Пастеризація – популярний метод дезінфекції рідких харчових продуктів, який застосовується з метою знищення патогенних бактерій і зниження ферментативної активності. В такий спосіб досягають пролонгування строку придатності продуктів. Методи пастеризації задіюють безперервні механізми теплообміну для знищення мікроорганізмів у рідких харчових продуктах, таких як молоко. Традиційна дезактивація мікроорганізмів термічною обробкою може змінити смак, колір і харчову цінність продукту [2].

Пастеризоване молоко має відносно короткий строк зберігання 5 – 7 діб, що залежить від технології, обладнання, режимів теплового оброблення, умов фасування та виду упаковки і безпосередньо від якості вихідного молока. Подвійна пастеризація або ультрапастеризація забезпечує кращі показники щодо збереженості молока впродовж довшого строку. Але враховуючи економічні показники щодо витрат на технологію, актуальним є пошук альтернативних методів збереження якості продуктів за зниження його собівартості. Тому одним з таких способів є використання натуральних антиоксидантів, які здатні пригнічувати ріст бактерій і водночас збагачувати продукт біологічно активними компонентами [3, 4].

Популярності набувають молочні продукти комбінованого складу сировини, до складу яких входять натуральні рослинні компоненти, які можуть бути додані у вигляді сухого порошку, екстракту, сиропу, концентрату, сублімовані форми, перероблені, консервовані [5, 6, 7].

Мета комбінування може бути різною: формування кольору, смаку, запаху, консистенції; знешкодження мікрофлори, пригнічення її розвитку; підвищення біологічної цінності за рахунок модифікації жирового та білкового складу продукту тощо. Але за використання натуральних інгредієнтів якості і властивості молока мають бути стабільними і стійкими. Так, в роботі [8], обґрунтовано пролонгування строків зберігання молочних напоїв за додавання екстракту цикорію, екстрактивні речовини якого здатні стабілізувати казеїн під час високотемпературної пастеризації, що в свою чергу гарантує досягнення максимального ефекту пастеризації щодо знищення мікрофлори молока. При цьому екстракт цикорію виступає як органолептична так і як технологічна компонента молочного напою.

Харчова промисловість і споживачі зацікавлені у пошуку способів збереження смакових властивостей та поживної цінності молока за технологічних процесів, які є більш енергоефективними в порівнянні з класичними термічними процесами [9 – 17].



Тому вбачаємо інновації у вигляді додавання інгредієнтів, таких як спеції, які володіють антибактеріальними властивостями, щоб гарантувати довший строк придатності молока.

Аналіз останніх досліджень. Багато рослин володіють інгібіторними властивостями відносно мікрофлори завдяки вмісту метаболічних компонентів. Одним із таких природних інгредієнтів є кориця (*Cinnamomum burmannii*). Це спеція, яку зазвичай використовують як інгредієнт для приготування десертів та напоїв. Має характерний аромат і є альтернативою традиційним лікам у лікування захворювань шлунково-кишкового тракту, спричинених розвитком мікробів.

Відповідно до [18], кориця (*Cinnamomum burmannii*) – природна речовина, відома як одна з прянощів, але пізніше відомою стала в традиційній медицині. Кора кориці містить антибактеріальні сполуки, такі як евгенол і коричний альдегід. Авторами [18] Н. Б. Реппі, К. Мамбо, Д. Вуісан було охарактеризовано бактерії грамнегативні та грампозитивні бактерії *Escherichia coli* та *Streptococcus pyogenes*.

Проведені вказаними науковцями дослідження, засвідчили антибактеріальний ефект кори кориці відносно *E.coli* та *S.pyogenes* шляхом вимірювання діаметрів зон гальмування росту колоній. Зразки кори кориці екстрагували методом мацерації за використання етанолу концентрацією 80%. Результати показали, що загальний діаметр інгібуючої зони екстракту кори кориці проти *E. coli* становив 43 мм із середнім значенням 14,3 мм, а загальний діаметр інгібуючої зони проти *S. pyogenes* становив 75 мм із середнім 25 мм, що підтверджує антибактеріальну дію екстракту кори кориці проти *Escherichia coli* та *Streptococcus pyogenes*.

Ефірна олія екстракту кориці містить 55-65% коричневого альдегіду і 4-8% евгенолу, камфору, сафролу, цинамілу альдегід, цинамілу ацетат, терпену цинеол, цитраль, цитронелу, поліфеноли та бензальдегід, що мають антибактеріальні властивості проти *Streptococcus pyogenes* та бактерії *Escherichia coli* [20].

В таблиці 1 вказано основні показники складу кориці меленої вказані за даними джерела SR Legacy FoodData Central [21].

Дослідниками було встановлено ефективність додавання екстракту кори кориці з метою збільшення строку придатності напою з кави. Роботу проводили методом рандомізованого дизайну (RD) з двома факторами: концентрація екстракту кори кориці (М) – 0% (контроль), 0,5%, 1% і 1,5% і час зберігання (L) – 0 днів, 5 днів, 10 днів, 15 днів і 20 днів. Результати дослідження показали, що ефективність концентрації екстракту кори кориці мав суттєвий вплив на загальну кислотність, рН, загальну кількість мікроорганізмів, цвілі та дріжджів, на колір, аромат, смак та на оцінку кольору, оцінку аромату та оцінку смаку.



Таблиця 1

Основні показники складу кориці сухої меленої

Основні показники складу кориці сухої меленої	
Сухі речовини, %	87,5 – 89,4
Нутрієнти, в 100 г	
Енергетична цінність, ккал	247
Білки, г	3,99
Жири, г	1,27
В тому числі, рослинні жири, г	1,27
Вуглеводи, г	27,49
Зола, г	3,6
Харчові волокна, г	53,1
Вітаміни	
Бета-каротин, мкг	113
Вітамін А	15
Тіамін (Вітамін В ₁), мкг	0,022
Рибофлавін (Вітамін В ₂), мг	0.041
Ніацин (Вітамін В ₃ РР), мг	1.332
Холін (Вітамін В ₄), мг	11
Пантотенова кислота (Вітамін В ₅), мг	0.358
Вітамін В ₆ , мг	0.158
Вітамін С, мг	3.8
Вітамін Е, мг	2.32
Вітамін К, мкг	31.2
Макро- і мікроелементи	
Калій, мг	431
Кальцій, мг	1002
Магній, мг	60
Натрій, мг	10
Фосфор, мг	64
Залізо, мг	8,32
Марганець, мг	17,466
Мідь, мг	0,339
Селен, мг	3,1
Цинк, мг	1,83
Ліпіди	
Насичені жирні кислоти, г	0,345
Мононенасичені жирні кислоти, г	0,246
Поліненасичені жирні кислоти, г	0,068
Фізико-хімічні показники	
Цукор, г	2,17
Жир, г	1,24

В межах впливу факторів концентрації екстракту кори кориці та часу зберігання контролювали кислотність, показник рН, загальну кількість мікроорганізмів, цвілі та дріжджів, які значно відрізнялися від аналогічних показників контрольного зразку без екстракту кориці.



Встановлено, що екстракт кори кориці концентрацією 0,5% може продовжити строк зберігання напою з кави до 10 днів [22].

Формулювання цілей статті. Метою роботи є дослідження і обґрунтування використання в технології пастеризованого молочного напою екстракту кориці, антиоксиданти якого здатні пригнічувати ріст бактерій і водночас збагатити продукт біологічно активними компонентами кориці.

Предметами дослідження виступали: пастеризоване молоко з масовою часткою жиру 2,5 % ДСТУ 2661:2010 виробника ПрАТ «Тернопільський молокозавод»; натуральні палички кориці (*Cinnamomum Cassia*) (врожай сировини вересень 2023р.), країна – виробник AGROTEX VIET NAM, JSC (м. Ханой, В'єтнам), торгівельна марка «Здорово», розфасовано ФОП «Поліщук В.Ю.». З наданими свідоцтвом про відсутність алергенних речовин та сертифікатом про відсутність генетично модифікованих організмів (даним документом виробник гарантує, що товар на 100 % безпечний до споживання людиною, вільний від радіації, та що генетично модифікованих організмів в них, а також в сировині, з якої безпосередньо було вироблено товар, не виявлено). За даними декларації виробництва в табл. 2 наведено склад основних показників паличок кориці.

Ефективність термічної обробки молока визначали виявленням у молоці ферментів пероксидази і фосфатази, які інактивують за температури підігріву не нижче 80°C з витримуванням 20-30 с.

В роботі досліджували можливість пролонгування зберігання пастеризованого молока за додавання екстракту кориці. До пастеризованого молока додавали екстракт кориці у кількості 0,5%. Застосовано рандомізований вибір строків зберігання – 4 періоди (0 днів, 3 дні, 7 днів, 14 днів, 21 день) за чотирикратного повторювання. Вимірювані параметри включали аналіз рН, загальну бактеріальну забрудненість і антибактеріальну активність екстракту кориці проти *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus*.

Приготування екстракту кориці – промивання кори кориці дистильованою водою, просушування у термостаті за температури 40 °C впродовж 10 хвилин, подрібнення на дробарці до стану порошку, просіювання на ситах (D 1 мм). Порошок кориці змішували з дистильованою водою за температури 85±5 °C при гідромодулі 1:10, витримка 5 хвилин. Фільтрували витяжку крізь паперовий фільтр. Отриманий жом також можна в подальшому використовувати в якості джерела харчових волокон у виробництві біологічно активних добавок. Вміст сухих речовин екстракту визначали рефрактометрично.



Таблиця 2

Основні показники складу натуральних паличок кориці (*Cinnamotum Cassia*) (врожай сировини вересень 2023р.)

Енергетична цінність продукту	247 Ккал/1034 кДж
Білки, г	4
Вуглеводи, з них: г	80,6
цукри, г	2,2
жири, г	1,2
насичені жирні кислоти, г	0,3
мононенасичені жирні кислоти, г	0,2
кислоти, г	0,1
харчові волокна, г	53,1
Вітаміни та мінерали	
Вітамін А, мкг	112
Вітамін С, мг	3,8
Вітамін Е, мг	2,3
Вітамін К, мг	31,2
Ніюцин, мг	1,3
Вітамін В6, мг	0,2
Фолієва кислота, мкг	6
Біотин, мг	3,9
Пантотенова кислота, мг	0,4
Калій, мг	431
Кальцій, мг	1002
Фосфор, мг	64
Магній, мг	60
Залізо, мг	8,3
Цинк, мг	1,8
Мідь, мг	0,3
Марганець, мг	17,5
Селен, мкг	3,1

Підготовка зразків: молоко пастеризували за температури 72-92 °С витримка до 30 секунд, охолоджували і розливали в стерильні пляшки об'ємом 200 см³, в кожену пляшку додавали екстракт кориці в кількості 0,5%. Зберігали в холодильнику при 4 °С впродовж зазначених строків – 0 днів, 3 дні, 7 днів, 14 днів, 21 день. Щодня проводили мікробіологічний контроль за стандартною методикою посівом на живильне середовище Коха [23].

Розведення проводили від 10⁻¹ до 10⁻⁶. Після цього 1 см³ суміші із розведенням 10⁻⁶ виливали в чашку Петрі та додавали живильне середовище з агаром. Чашки Петрі інкубували при 37 °С впродовж 48 годин. Кількість колоній у кожній чашці рахували за такою формулою:

$$\text{КУО/мл} = \text{ріст бактеріальної популяції} \times 1/(\text{розведення})$$

Контроль якості пастеризації: в пробірку поміщали 5 см³ проби, потім 2 краплі 2% парафенілендіаміну. Послідовно в 3 рази додавали розчин HCl і 4 краплі 0,5% розчину H₂O₂. Спостерігали за зміною забарвлення вмістимого: якщо молоко було підігріте до температури 70 °C і вище, то зразок залишиться білим, тоді як вмістиме з непастеризованим молоком стане синім.

Визначення рівня рН проводили за допомогою рН-метра марки Testo205.

Основна частина. Висока ефективність пастеризації підтверджена результатами досліджень зразків молока, пастеризованого при температурі від 72 °C і вище, які вказують на відсутність пероксидази.

Значення рН зразка пастеризованого молока з додаванням екстракту кориці (*Cinnamomum burmannii*), що зберігався впродовж 21 доби (3 тижні), коливалось від 6,24 до 6,44 (рисунок 1), цей діапазон значень лежить в межах стандартних значень: 6,3-6,8. При цьому слід зазначити, що екстракт кориці не змінював значення рН при додаванні. Це показує, що додавання екстракту кориці до пастеризованого молока зберігає якість пастеризованого молока впродовж зберігання. Напевно, це пов'язано з вмістом антибактеріальних речовин екстракту кориці, які здатні пригнічувати ріст бактерій таким чином, що якість молока впродовж до 3 тижнів зберігання залишається стабільною. Середнє значення рН представлено на рис. 1.



Рис. 1. Зміна активної кислотності зразків за зберігання

За результатами дослідження можна зробити висновок, що додавання 0,5% екстракту кориці до пастеризованого молока пролонгує зберігання пастеризованого молока до 21 днів.

За методом обчислення та аналізу кількості бактеріального забруднення харчових продуктів шляхом підрахунку колоній бактерій, які ростуть на агаризованих середовищах, визначили

середню кількість колоній у зразках пастеризованого молока з додаванням кориці впродовж зберігання, результати представлено на рис. 2

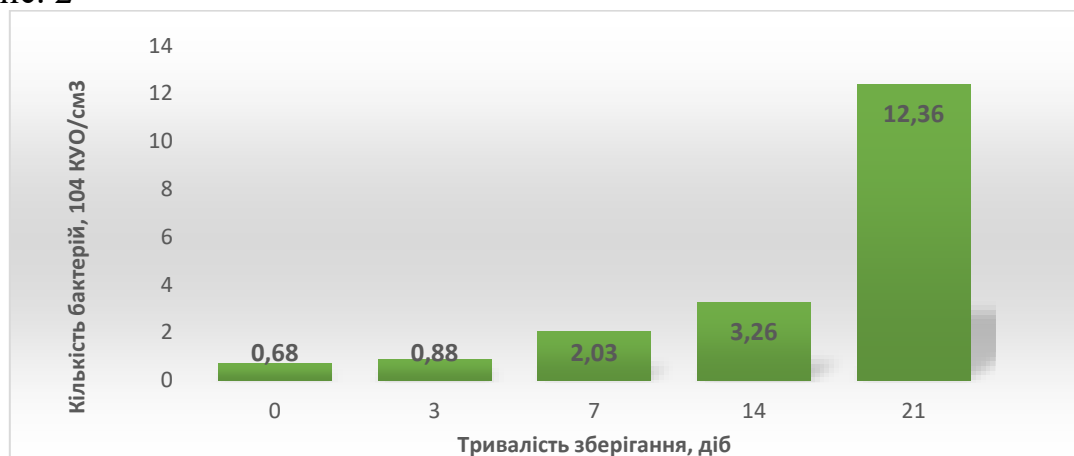


Рис. 2. Середнє значення загальної кількості бактерій

Результати аналізу показали, що додавання екстракту кориці (*Cinnamotum burmannii*) до пастеризованого молока пригнічує розвиток бактерій, що було доведено методом аналізу антибактеріальної активності екстракту кориці проти *Escherichia coli* та *Staphylococcus aureus*.

Отримані результати дослідження показали, що середня кількість бактерій коливалася від $0,8 \times 10^4$ КУО/см³ – $17,3 \times 10^4$ КУО/см³, що відповідає вимогам стандарту на пастеризоване молоко «ДСТУ 2661:2010 Молоко коров'яче питне. Загальні технічні умови», кількість мезофільних аеробних та факультативно- анаеробних мікроорганізмів (КМАФАМ) в 1,0 см³ продукту, КУО, не більше ніж 1×10^5 .

Але за зберіганням понад два тижні відмічено наростання кількості колоній бактерій, тому подальше зберігання є недоцільним. Тобто за тривалого зберігання екстракт кориці втрачає антимікробну активність щодо пригнічення бактерій. Це відповідає результатам аналогічних досліджень напоїв з кавою, висвітлених в роботі [24],

що вміст коричневого альдегіду, евгенолу і флавоноїдів в екстракті кориці можуть пригнічувати ріст мікробів.

За результатами проведених антибактеріальних випробувань за додавання 0,5% екстракту кориці виявлено інгібування бактерій *S. aureus*, але не було виявлено інгібування екстракту кориці до бактерій кишкової палички. Додавання екстракту кориці з концентрацією 0,5% до пастеризованого молока виявило антибактеріальну активність шляхом інгібування бактерій *S. aureus*, що обумовлено структурою її клітинної стінки з єдиною плазматичною мембраною, оточеною екстрактом кориці [25].



Висновки. Встановлено, що додавання екстракту кориці до пастеризованого молока інгібує розвиток бактерій впродовж зберігання продукту, при цьому якість продукту залишається стабільною. Додавання кориці підвищує біологічну цінність молока за рахунок натуральних компонентів, не змінюючи при цьому органолептичних характеристик продукту.

Список використаних джерел

1. Limbo S. [et al.]. Storage of pasteurized milk in clear PET bottles combined with light exposure on a retail display case: A possible strategy to define the shelf life and support a recyclable packaging. *Food chemistry*. 2020. Т. 329. Р. 127116.
2. Скропишева О. В. Сучасні методи визначення речовин, що запобігають мікробному псуванню молока. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2018. № 2. С. 150-154.
3. Cahyaningtyas A. A., Pudjiastuti W., Ramdhan I. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap organoleptik, derajat keasaman dan pertumbuhan bakteri coliform pada susu pasteurisasi. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 2016. Т. 10(1). Р. 13–23.
4. Свиридов В. Ю., Якубчак О. М. Вплив умов отримання молока на його мікробіологічні показники. *Сучасні тенденції ветеринарної освіти і науки: тези доп. Всеукр. наук.-практ.конф. (9 жовтня 2019 р., Київ)*. Київ, 2019. С. 171.
5. Крижак Л. Виділення антоціанів (пігментів) методом оптимального підбору екстракції кліторії трійчастої (*Clitoria ternatea*). *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*. 2022. Вип. 2. С. 24–31.
6. Мерзлов С. В., Шурчкова Ю. О. [та ін.]. Фізико-хімічні та органолептичні показники рослинного молока, яке використовують у готельно-ресторанних комплексах. *Науковий вісник ЛНУВМБ імені С.З. Гжицького. Серія: Харчові технології*. 2021. Т. 23, № 96. С. 28–32.
7. Крижак Л. *Clitoria ternatea* – джерело функціонального компоненту для збагачення йогуртів. *Вісник Хмельницького національного університету серія: технічні науки*. 2022. № 2(307) С. 182–187.
8. Калініна Г. П. Удосконалення технології молочних напоїв на основі використання цикорію: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Національний університет харчових технологій. Київ, 2007. 107 с.
9. Крижак Л. М. Удосконалення технології йогурту функціонального призначення з використанням ехінацеї пурпурової: дис. ... канд. тех. наук: 05.15.04. Одеса, 2016. 283 с.
10. Крижак Л. М. Перспективне використання плодів садової ірги (*Amelanchier medic*) у харчовій промисловості. *Науковий вісник*



Таврійського державного агротехнологічного університету: електронне наукове фахове видання., 2022. Вип. 12, т. 3. С. 227–234.

11. Hanum Z. [et al.]. Kefir Susu Kambing dengan Penambahan Ekstrak Etanol Kembang Telang (*Clitoria ternatea*) Berpotensi Kuat sebagai Antioksidan dan Antibakteri. *Jurnal Veteriner*. 2021. T. 22. № 3.

12. Hastuti A. M. and Rustanti N. Pengaruh penambahan kayu manis terhadap aktivitas antioksidan dan kadar gula total minuman fungsional secang dan daun stevia sebagai alternatif minuman bagi penderita diabetes melitus tipe. *J. Nutr*. 2014. Coll. 3. P. 362–9.

13. Ulfah M., Irawan A. and Putra T. A. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aseton Teratai Putih (*Nymphaeae alba*) terhadap Bakteri *Streptococcus pyogenes* Tunas Med. 2020 J. 40–3.

14. Ulfah M. Aktivitas antibakteri ekstrak aseton dan etil asetat daun, batang dan rimpang teratai putih (*Nymphaeae Alba*) terhadap bakteri *staphylococcus aureus* dan *escherichia coli* antibacterial activity of acetone and ethyl acetat. *J. Farm. Sains dan Prakt*. 2019. Vol. 5. P. 52–60.

15. Novita Dewi Kristanti, Andi Warnaen and Dewi Ratih. Ayu daning titik kontrol kritis pada pengolahan susu pasteurisasi di koperasi unit desa (KUD) dau kabupaten malang sains peternak. 2017. Vol. 15. P. 1–7.

16. Hidayat I. R, Kusrahayu Mulyani S. Total bakteri asam laktat, nilai pH dan sifat organoleptik drink yoghurt dari susu sapi yang diperkaya dengan ekstrak buah mangga Anim. *Agric. J*. 2013. Vol. 2. P. 160–170.

17. Dianita Fitri G, Tistiana H. and Eka Radiati L. Review study on antibacterial activity of cherry leaf (*Muntingia calabura*) against *Staphylococcus* spp. and *Salmonella* spp. the most causing disease in livestock. *J. Ilmu-Ilmu Peternak*. 2017. Vol. 27. P. 63–73.

18. Reppi N. B., Mambo C., Wuisan J. Uji efek antibakteri ekstrak kulit kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*. *eBiomedik*. 2016. T. 4, № 1.

19. Harianja Y. J. R. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii Blume*) Sebagai Bahan Pengawet Alami untuk Meningkatkan Umur Simpan Minuman Kopi. Universitas Sumatera Utara, 2018.

20. Inna M., Atmania N., Prismasari S. Potential use of *Cinnamomum burmanii* essential oil-based chewing gum as oral antibiofilm agent. *Journal of dentistry Indonesia*. 2010. T. 17, № 3. P. 80–86.

21. SR Legacy Food Data Central. URL: <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171320/nutrients> (date of access 25.08.2024).

22. Harianja Y. J., Ginting S., Suhaidi I. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii Blume*) Sebagai Bahan Pengawet Alami Untuk Meningkatkan Umur Simpan Minuman Kopi. *J. Rekayasa Pangan dan Pertan*. 2019. T. 7. P. 180–185.



23. ДСТУ 7357:2013 Молоко та молочні продукти. Методи мікробіологічного контролювання. Київ, 2013. 35 с. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_7357_2013.pdf (дата звернення 25.08.2024).

24. Hastuti A. M. and Rustanti N. Pengaruh Penambahan Kayu Manis Terhadap Aktivitas Antioksidan Dan Kadar Gula Total Minuman Fungsional Secang Dan Daun Stevia Sebagai Alternatif Minuman Bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. *J. Nutr. Coll.* 2014. Vol. 3. P. 362–369.

25. Ulfah M., Irawan A. and Putra T. A. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Aseton Teratai Putih (*Nymphaeae alba*) terhadap Bakteri *Streptococcus pyogenes* Tunas. *Med. J.* 2020. P. 40–403.

Стаття надійшла до редакції 01.09.2024 р.

L. Kryzhak¹, H. Kalinina²

¹Vinnytsia Institute of Trade and Economics, DTEU

²Bila Tserkva National Agrarian University

PROLONGING THE STORAGE OF PASTEURIZED MILK WITH THE ADDITION OF CINNAMON EXTRACT (*CINNAMOMUM BURMANNII*)

Summary

Pasteurization is a popular method of disinfection of liquid food products, which is used to destroy pathogenic bacteria and reduce enzymatic activity. In this way, the shelf life of products is extended. Pasteurization methods employ continuous heat transfer mechanisms to destroy microorganisms in liquid foods such as milk. Traditional decontamination of microorganisms by heat treatment can change the taste, color and nutritional value of the product.

Commercial pasteurized milk, as a rule, in Ukraine has a relatively short shelf life of 5-7 days. To avoid this, it is necessary to add natural ingredients that should preserve the quality by inhibiting the growth of disease-causing bacteria, so that the shelf life of pasteurized milk can be extended. One such natural ingredient is cinnamon (*Cinnamomum burmannii*), which has antibacterial properties due to its metabolic components. The possibility of prolonging the storage of pasteurized milk by adding cinnamon extract was investigated in the paper.

Cinnamon extract in the amount of 0,5% was added to pasteurized milk. A randomized selection of storage terms was used – 4 periods (0 days, 3 days, 7 days, 14 days, 21 days) with four times repetition. Parameters measured included pH analysis, total bacterial contamination and antibacterial activity of cinnamon extract against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. It has been proven that cinnamon extract does not change the pH value and preserves the quality of pasteurized milk during storage. This is due to the content of antibacterial substances in cinnamon extract, which are able to suppress the growth of bacteria in such a way that the quality of milk remains stable for up to 3 weeks of storage.

Antibacterial tests were conducted with cinnamon extract. It was proven that the addition of cinnamon extract with a concentration of 0,5% to pasteurized milk showed antibacterial activity by inhibiting *S. aureus* bacteria, which is due to the structure of its



cell wall with a single plasma membrane surrounded by cinnamon extract. Therefore, according to the results of the study, it is proven that adding 0,5% cinnamon extract to pasteurized milk can extend the shelf life of pasteurized milk up to 28 days, but is not able to inhibit the growth of bacteria.

Key words: raw milk, pasteurization, cinnamon bark, cinnamon extract, antibacterial activity, storage.