

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА МЕХАНІЧНОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ТА ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ

Матеріали
Всеукраїнського науково-практичного
інтернет-семінару

24 квітня 2025 року

Полтава 2025

УДК 664.65 : 637.02(082)Н73

Представлені матеріали заслухані, обговорені й рекомендовані до друку на засіданні Всеукраїнського науково-практичного інтернет-семінару «Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв» 24 квітня 2025 р., протокол № 1.

Науковий керівник семінару та відповідальний за випуск:

В. О. Скрипник, професор кафедри механічної та електричної інженерії Полтавського державного аграрного університету, д. т. н., професор.

Н73 **Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв :** матеріали Всеукраїнського науково-практичного інтернет-семінару (м. Полтава, 24 квітня 2025 року) / науковий керівник семінару В. О. Скрипник. Полтава : ПДАУ, 2024. 74 с.

ISBN 978-617-8466-21-3

У матеріалах наведено тези доповідей, заслуханих та обговорених на засіданні Всеукраїнського науково-практичного інтернет-семінару «Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв» 24 квітня 2025 року в Полтавському державному аграрному університеті.

Для викладачів, аспірантів, магістрів і спеціалістів, а також наукових працівників, практичних працівників галузі харчових виробництв, у тому числі ресторанного господарства.

УДК 664.65 : 637.02(082)Н73

*Матеріали друкуються в авторській редакції мовами оригіналів.
За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідальні автори.*

ISBN 978-617-8466-21-3

© Полтавський державний аграрний
університет, 2025

ПРОГРАМА СЕМІНАРУ

24 квітня 2025 року

10⁰⁰:

*Вітальне слово декана інженерно-технологічного факультету
Полтавського державного аграрного університету к.т.н., доц. Біловод О. І.*

1. *Скрипник В. О., Бичков Я. М., Пономаренко Б. Г.* Дослідно-промисловий зразок апарата для кондуктивного сушіння м'яса

2. *Галенко О. О., Лініченко А. О.* Перспективи розвитку харчових технологій в ресторанному господарстві

3. *Пак А. О., Пак А. В., Трипілець В. В.* Дослідження кінетики температури сировини з різною теплопровідністю під час сушіння з індукованим тепломасообміном

4. *Якушенко Є. М., Семенюк Д. П.* Вибір ідеального циклу для аналізу реальних холодильних машин. Незворотність процесів тертя та теплообміну

5. *Семенюк Д. П., Якушенко Є. М.* Огляд сучасного стану кліматичної галузі в світі

6. *Загорулько О. Є., Загорулько А. М., Громов О. Є.* Скребкові теплообмінники: ефективне рішення для термообробки плодово-ягідної сировини

7. *Гончаренко І. П., Савченко А. М.* Перспективи використання екстракту гриба чаги в харчових продуктах

8. *Філіппова О. Ю., Гоманкова С. Ю., Бальвас Д. Г.* Використання ультразвукової обробки для покращення текстури та аромату продуктів

9. *Філіппова О. Ю., Деньгуб А. Д., Заводін Д. Ю.* Ферментовані продукти у сучасному ресторанному меню: тренди та користь

10. *Філіппова О. Ю., Медуниця К. С., Мінакова О. І.* Розробка їстівної упаковки як альтернативи пластику

11. *Бережнюк А. Л., Паляниця Л. Я.* Вплив складу закваски на процес виробництва хліба високої гідратації

12. *Касабова К. Р., Загорулько О. Є., Черкасов В. Ю.* Оптимізація технології виробництва мармеладу на основі плодово-ягідної пасти

13. *Михайлов В. М., Загорулько А. М., Загорулько О. Є., Ляшенко Б. В.* Удосконалений спосіб виробництва смажених м'ясних напівфабрикатів у замкнутому середовищі з додаванням купажованого сушеного компонента

14. *Семенов А. О., Скрипник В. О., Харак Р. М., Бондаревський М. В.* Енергоефективність регульованого електроприводу у водопостачанні та водовідведенні

13⁰⁰-13³⁰ – обідня перерва

13³⁰:

15. *Kokhan A., Kryvoplias-Volodina L.* The optimal quantity of individual products in the tanks of packaging machines

16. *Потапов В. О., Білий Д. В.* Перспективи використання кріоподрібнювача на етапі підготовки рослинної сировини до комплексної переробки

17. *Скрипник В. О., Семенов А. О., Передерій Р. М.* Можливості використання поперемінного стиснення м'яса яловичини під час кондуктивного жарення

18. *Заморська І. Л.* Втрати маси заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів

19. *Токар А. Ю.* Начинка з айви для випічки

20. *Костецька К. В.* Безпека харчових продуктів у закладах ресторанного господарства

21. *Герасимчук О. П.* Особливості технології хліба із пророслого зерна пшениці

22. *Єремєєва О. А.* Вплив процесів змішування компонентів борошна на зміну концентрації під час замішування тіста

23. *Скрипник В. О., Семенов А. О., Бобушко О. О.* Передумови проведення досліджень теплопереносу під час двостороннього жарення м'ясних посічених виробів в умовах стиснення

24. *Василишина О. В., Подковко Ю. А.* Удосконалення технології виробництва продуктів харчування для військоворслужбовців

25. *Бородай А. Б., Горобець О. М., Левченко Ю. В.* Ефективність використання рослинної сировини в технології соусів

26. *Скрипник В. О., Молчанова Н. Ю.* Дослідження гідролізу колагену при двосторонньому жарінні м'яса із високим вмістом сполучної тканини під тиском у функціонально замкнених ємкостях

27. *Будник Н. В., Кайнаш А. П.* Удосконалення технології сухих молочних сумішей для дитячого харчування збагачених омега жирними кислотами

ДОСЛІДНО-ПРОМИСЛОВИЙ ЗРАЗОК АПАРАТА ДЛЯ КОНДУКТИВНОГО СУШІННЯ М'ЯСА

*В. О. Скрипник, д. т. н., професор, професор кафедри
механічної та електричної інженерії*

*Я. М. Бичков, к. т. н., доцент, доцент кафедри
механічної та електричної інженерії*

*Б. Г. Пономаренко, здобувач вищої освіти рівня доктор філософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Аналіз конструкцій апаратів та проведені експериментальні дослідження процесу кондуктивного сушіння м'яса в умовах двостороннього підведення теплоти та стиснення м'яса нагрівальними поверхнями у процесі зневоднення підтвердили доцільність розробки дослідно-промислового зразка, який реалізує цей процес [1-4]. Було визначено наступні конструктивні вимоги:

- наявність двох нагрівальних поверхонь: нижня поверхня жорстко зафіксована, а верхня – рухома для можливості завантаження, розвантаження продукту та санітарного обслуговування;

- забезпечення рівномірного нагрівання поверхонь шляхом використання електричних нагрівальних елементів, що інтегровані в кожен нагрівальну поверхню;

- наявність двоканального терморегулятора та датчиків температури, які забезпечують можливість роздільного регулювання температури нагрівальних поверхонь у встановленому діапазоні;

- наявність механізму стиснення м'яса нагрівальними поверхнями з можливістю контролю стиснення.

На основі висунутих вимог було розроблено дослідно-промисловий зразок апарата для кондуктивного сушіння м'яса, конструктивна схема в 3D наведена на рис. 1. Процес зневоднення здійснюється в умовах стиснення продукту двома нагрівальними поверхнями 4 та 15. Нижня нагрівальна поверхня 15 є нерухомою та жорстко з'єднана з корпусом апарата 14. Верхня нагрівальна поверхня 4 шарнірно з'єднана з корпусом 14, що дозволяє їй підніматися на 90° вгору. Ця функціональність забезпечує зручне завантаження та розвантаження продукту, а також можливість санітарної обробки поверхонь. Електричні нагрівальні елементи, вмонтовані в обидві поверхні, нагрівають їх до заданої температури, яку підтримує двоканальний терморегулятор 6. Температура нагрівальних поверхонь контролюється датчиками, що розташовані у геометричних центрах обох поверхонь. На платформі 8 закріплені упори 13, П-подібна рамка 1, підшипникові вузли 10, напіввісі 9, стопор 12 і кронштейн стопора 11. Каркас встановлений на гумових ніжках. Металева конструкція виготовлена з профільної труби 40×20×2 мм. Загальна довжина матеріалу для її виготовлення склала 5 м. Піввісі 9 жорстко з'єднані з П-подібною рамкою 1. Підшипникові вузли 10 жорстко закріплені на платформі 8. Нахил П-подібної рамки до упорів 13 регулюється стопором 12, встановленим на кронштейні 11. Кронштейн 11

нерухомо з'єднаний із платформою 8. Така конструкція забезпечує можливість нахилу П-подібної рамки назад до упорів на кут 65° .

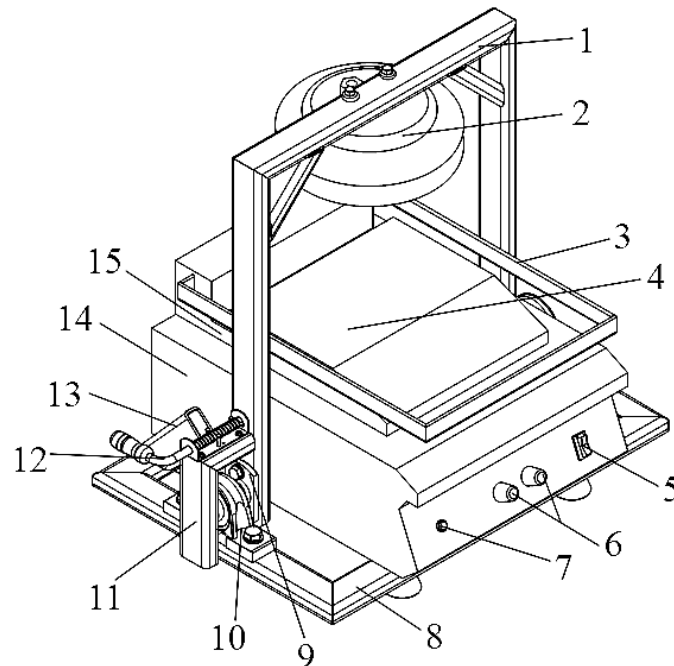


Рис. 1. Конструктивна модель апарата для кондуктивного сушіння м'яса:

1 – П-подібна рамка; 2 – пневматична подушка; 3 – рукоятка; 4 – верхня нагрівальна поверхня; 5 – кнопка увімкнення та вимкнення живлення; 6 – двоканальний терморегулятор; 7 – індикатор підвищення температури; 8 – платформа; 9 – піввісь; 10 – підшипниковий вузол; 11 – кронштейн; 12 – стопор; 13 – упор; 14 – корпус апарата; 15 – нижня нагрівальна поверхня

М'ясна сировина розміщується на нижній нагрівальній поверхні 15, після чого верхня поверхня 4 опускається до контакту із м'ясом за допомогою рукоятки 3. Стиснення продукту забезпечується за допомогою пневматичної системи апарата, функціональна схема якої наведена на рис. 2.

Пневматична система складається із подвійної пневматичної подушки $P2$, крану подачі повітря $K1$, крану скидання тиску $K2$, манометра $Pi1a$ та компресора $P1$.

Стиснене повітря від компресора $P1$ подається через кран подачі $K1$ у пневматичну подушку $P2$, де тиск повітря контролюється манометром $Pi1a$. При цьому кран скидання тиску $K2$ знаходиться у перекритому положенні, що забезпечує накопичення повітря в подушці. Після досягнення необхідного тиску в подушці кран подачі $K1$ перекривається, стабілізуючи робочий режим системи. Для скидання тиску з подушки необхідно відкрити кран $K2$, що спричиняє вихід стисненого повітря та стискання подушки в сторону перекладки П-подібної рамки, на якій вона нерухомо закріплена. Така конструкція забезпечує контрольоване регулювання надлишкового тиску та надійну роботу пневматичної системи.

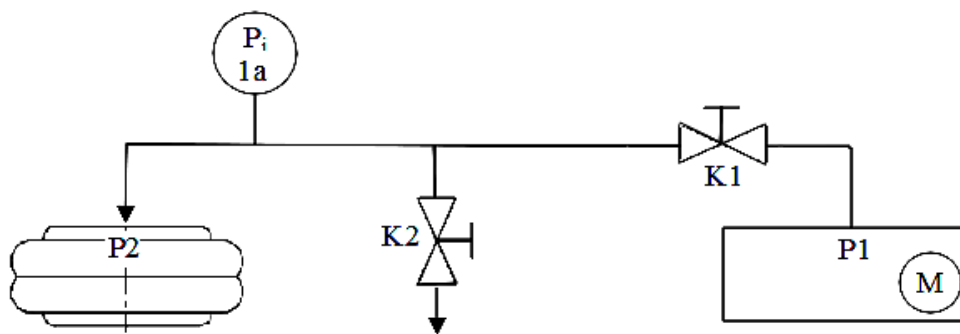


Рис. 2. Функціональна схема пневматичної системи механізму стиснення дослідно-промислового зразка апарата для кондуктивного сушіння м'яса: *P1* – компресор; *P2* – пневматична подушка; *K1* – кран подачі стисненого повітря; *K2* – кран скидання тиску з пневматичної подушки; *Pi1a* – манометр

Техніко-економічні показники дослідно-промислового зразка апарата для кондуктивного сушіння м'яса були визначені у ході виробничих випробувань, а сам зразок використовується в навчальному процесі кафедри механічної та електричної інженерії Полтавського державного аграрного університету під час викладання освітніх компонентів «Електроніка і мікроконтролерна техніка», «Процеси і апарати харчових виробництв», «Процеси і апарати переробних і харчових виробництв», «Засоби механізації у переробній галузі», «Машини, обладнання та їх використання в переробній галузі» для здобувачів вищої освіти спеціальностей 133 Галузеве машинобудування, 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, 181 Харчові технології, 208 Агроінженерія.

Список використаних джерел

1. Viacheslav O. Skrypnyk, Anatolii O. Semenov, Bogdan H. Ponomarenko, Andrii H. Farisieiev. Mechanism of determining the kinetics of moisture content and temperature in meat during conductive drying. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024, 32(1), 89-98. DOI: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i1.285130>.
2. Скрипник В. О., Пономаренко Б. Г. Результати визначення кінетики вологовмісту і температури в м'ясі за кондуктивного сушіння із стисненням. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024, № 45., 85-94. DOI: <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2024-4.12>.
3. Пономаренко, Б., Скрипник, В. (). Результати визначення кінетики вологовмісту і температури в м'ясі за кондуктивного сушіння в умовах стиснення до критичної точки вологовмісту. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2024, 343(6(1)), 279-287. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-343-6-42>.
4. Скрипник, В., Флегантов, Л., Бичков, Я., & Пономаренко, Б. (2024). Аналіз впливу стиснення та товщини м'яса на тривалість кондуктивного сушіння в електричному контактному грилі з двостороннім підведенням теплоти. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського*, 6 (149), 186-194. DOI: <https://doi.org/10.32782/1995-0519.2024.6.22>.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ В РЕСТОРАННОМУ ГОСПОДАРСТВІ

*О. О. Галенко, к .т. н, доцент, доцент кафедри технології
м'яса і м'ясних продуктів*

*А. О. Лініченко, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр
Національний університет харчових технологій, м. Київ*

Сучасне ресторанне господарство невпинно змінюється завдяки впровадженню новітніх технологій, що дозволяють покращити процеси обслуговування клієнтів, оптимізувати управління, підвищити ефективність роботи та знизити витрати. Ці зміни мають важливе значення не тільки для великих ресторанів, але й для малих кафе і закладів швидкого харчування, які прагнуть залишатися конкурентоспроможними на ринку. Інновації в ресторанній індустрії охоплюють різні аспекти: від автоматизації процесів і роботизації до використання нових технологій приготування їжі та інтеграції сучасних ІТ-рішень у бізнес-процеси. Це дозволяє ресторанам не лише підвищити якість послуг, а й забезпечити значну економію ресурсів.

Однією з найбільш актуальних тенденцій є автоматизація процесів у ресторанному бізнесі. Від використання касових систем і програм для онлайн-замовлень до роботизованих кухонь та обслуговування клієнтів за допомогою роботів. Автоматизація замовлень дозволяє скоротити час обробки, уникнути помилок і знизити навантаження на персонал, що значно підвищує загальну ефективність роботи ресторану. Роботи-офіціанти, які вже використовуються в деяких ресторанах, допомагають зменшити потребу в великій кількості персоналу, а також забезпечують швидке й точне обслуговування. Водночас, роботизація кухонного процесу дозволяє стандартизувати приготування страв, що забезпечує високу якість кожного блюда.

Технології, що використовуються безпосередньо на кухні, також зазнали значних змін. Однією з найпопулярніших інновацій є приготування їжі за допомогою технології сувід, що передбачає приготування продуктів на низьких температурах протягом тривалого часу. Цей метод дозволяє зберігати більшість корисних речовин і вітамінів у продуктах, а також досягти максимальної м'якості та смакових якостей страв. Технологія сувід здобула популярність у ресторанах високого класу, але все більше закладів використовують її для забезпечення стабільної якості страв і економії часу на приготування.

Ще однією інновацією є 3D-друк їжі, який надає ресторанам нові можливості для творчості та подачі страв. Це дозволяє створювати складні за виглядом, але легкі в приготуванні страви, а також застосовувати нові методи декорування їжі, які раніше були неможливі або потребували великих затрат часу та ресурсів. 3D-друк може також використовуватися для виготовлення спеціальних форм для десертів або навіть для створення їстівних упаковок. Це відкриває нові горизонти у гастрономії, дозволяючи ресторанам експериментувати з формами, текстурами і навіть смаковими поєднаннями, що робить їх пропозиції більш привабливими

для клієнтів. Не менш важливим аспектом є впровадження ІТ-рішень у бізнес-процеси ресторанів. Використання програмного забезпечення для управління замовленнями, обліку товарів, розрахунку фінансів та аналізу ефективності роботи дозволяє ресторанам покращити свою роботу. Системи управління замовленнями, інтегровані з POS-терміналами, дають змогу ефективно контролювати весь процес обслуговування, знижуючи кількість помилок і затримок. Завдяки сучасним аналітичним програмам можна отримувати інформацію про вподобання клієнтів, популярні страви, сезонні тренди і на основі цього оптимізувати асортимент та ціни.

Крім того, інтернет-платформи для бронювання столиків та онлайн-замовлення їжі стали невід'ємною частиною сучасного ресторанного бізнесу. Системи бронювання дозволяють зменшити навантаження на персонал, а клієнтам забезпечують зручність і можливість вибору найбільш підходящого часу для відвідування ресторану. Онлайн-замовлення їжі і доставка на будинок стали настільки популярними, що багато ресторанів змушені змінювати свій формат роботи, зокрема, через активний розвиток мобільних додатків і платформ для доставки їжі, що дозволяють охопити більшу аудиторію та збільшити оборот.

Нові технології також змінили підхід до сталого розвитку і еко-ініціатив у ресторанному бізнесі. Впровадження енергозберігаючих технологій, використання екологічно чистих матеріалів та систем для переробки відходів допомагають ресторанам знижувати витрати на енергію і мінімізувати свій вплив на навколишнє середовище. Для цього використовуються сучасні системи вентиляції та очищення повітря, економічні плитки і посуд, а також технології для переробки харчових відходів.

Таким чином, нові технології ресторанного господарства дозволяють закладам підвищувати ефективність, покращувати якість обслуговування та приготування їжі, а також знижувати витрати. Інновації в автоматизації, роботизації, приготуванні їжі, використанні ІТ-рішень і еко-ініціативах змінюють ресторанний бізнес, роблячи його більш конкурентоспроможним і орієнтованим на потреби сучасного споживача. Ці технології не тільки покращують якість послуг, але й дозволяють ресторанам стати більш стійкими до економічних і соціальних змін, що важливо для їх успішного розвитку в майбутньому.

Сучасні технології відіграють ключову роль у розвитку ресторанного господарства, надаючи можливості для підвищення ефективності, покращення якості обслуговування та оптимізації внутрішніх процесів. Інновації в автоматизації, роботизації, нових методах приготування їжі, а також впровадження сучасних ІТ-рішень дозволяють ресторанам значно підвищити свою конкурентоспроможність, знижуючи витрати та зберігаючи високу якість послуг. Технології, як-от роботизовані кухні, 3D-друк їжі, інтеграція онлайн-систем для замовлень та бронювання, дозволяють ресторанам не тільки зменшити навантаження на персонал, але й ефективно реагувати на зміни потреб споживачів. Крім того, акцент на екологічність і сталий розвиток відкриває нові можливості для збереження ресурсів і зменшення негативного впливу на

навколишнє середовище. Враховуючи ці тенденції, ресторанний бізнес має всі шанси для успішного розвитку в умовах швидко змінюваного ринку, відповідаючи на виклики сучасності та задовольняючи вимоги сучасних споживачів.

Список використаних джерел

1. Ren, Yuqing, et al. Application of emulsion gels as fat substitutes in meat products. *Foods*, 2022, 11.13: 1950.
2. Guo, Jiaxin; Cui, Lujie; Meng, Zong. Oleogels/emulsion gels as novel saturated fat replacers in meat products: A review. *Food Hydrocolloids*, 2023, 137: 108313.
3. Choe, Ju-Hui, et al. Quality of frankfurter-type sausages with added pig skin and wheat fiber mixture as fat replacers. *Meat science*, 2013, 93.4: 849-854.
4. Dos Santos, Mirian, et al. Emulsion gels based on pork skin and dietary fibers as animal fat replacers in meat emulsions: An adding value strategy to byproducts. *Lwt*, 2020, 120: 108895.
5. Ranjan, Syndhiya. *Development of novel hexanal encapsulated fiber (HEF) through electrospinning and its application to extend the shelf life of fruits*. 2019. PhD Thesis. University of Guelph.
6. Mondal, Subrata. Fibers as Containers for Encapsulation. In: *Micro-and Nano-containers for Smart Applications*. Singapore: Springer Nature Singapore, 2022. p. 63-78.
7. Alves, Carlos Alberto, et al. L-lysine and dietary fiber improve the physicochemical properties of sausage without added phosphate and reduced salt levels. *Scientia Agricola*, 2022, 80: e20220026.

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ТЕМПЕРАТУРИ СИРОВИНИ З РІЗНОЮ ТЕПЛОПРОВІДНІСТЮ ПІД ЧАС СУШІННЯ З ІНДУКОВАНИМ ТЕПЛОМАСООБМІНОМ

*Пак А. О., д. т. н., професор, завідувач кафедри фізики та математики,
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Пак А. В., к. т. н., доцент, доцент кафедри маркетингу
та торговельного підприємництва,*

*Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, м. Харків
Трипілець В. В., здобувач вищої освіти ступеня бакалавр
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Для вивчення температурної кінетики процесу сушіння з індукованим тепло-масообміном (ІнТМО) у матеріалів з різною теплопровідністю була використана спеціальна методика. Згідно з попередніми дослідженнями [1, 2], температура продукту в умовах зневоднення з використанням ІнТМО має декілька характерних фаз, що відрізняє цей метод від інших термічних способів сушіння.

В процесі спостереження за температурою матеріалу виявлено два характерні екстремуми: локальний максимум при середньому рівні вологості та мінімум у зоні гігроскопічного стану. Така специфіка температурної кривої дозволяє не лише аналізувати процес, але й підтверджувати наявність ефекту ІнТМО. Тепловий баланс для цього процесу описується рівнянням:

$$\alpha \cdot F \cdot (t_{c.a.} - t_c(\tau)) = m(w) \cdot C(w) \cdot \frac{dt}{d\tau} + r \cdot \frac{dw}{d\tau} \cdot m_c,$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі сушильного агенту, $Bm/(m^2 \cdot K)$; F – площа поверхні стикання теплоносія зі стінкою тепломасообмінного модуля, m^2 ; $t_{c.a.}$ – температура сушильного агенту, $^{\circ}C$; $t_c(\tau)$ – температура стінки тепломасообмінного модуля, $^{\circ}C$; $m(w)$ – маса матеріалу при поточному вологовмісті w , kg ; $C(w)$ – теплоємність матеріалу при поточному вологовмісті w , $Dж/(m^2 \cdot K)$; $dt/d\tau$ – швидкість зміни температури матеріалу при поточному вологовмісті, $^{\circ}C/c$; $dw/d\tau$ – швидкість зміни вологовмісту в цей момент часу, $(kg/kg)/c$; m_c – маса сухих речовин матеріалу, kg ; r – питома теплота пароутворення, $Dж/kg$.

Оскільки в початковий момент процесу сушіння тепла енергія переважно витрачається на випаровування (до 95%), температура стінки модуля чутливо реагує на зміну вологості. Матеріал ізольований від безпосереднього контакту з агентом, знаходячись усередині герметичного теплопровідного модуля, стінки якого виготовлено з матеріалу з високою теплопровідністю та паронепроникністю. При цьому дотримується співвідношення:

$$\alpha \ll (\lambda/\delta),$$

де λ , δ – теплопровідність $Bm/(m \cdot K)$ і товщина стінки (m) тепломасообмінного модуля, відповідно.

Тому, безперервно реєструючи, що фактично являється температурою поверхні матеріалу, який зневоднюється, оскільки

Таким чином, температура на поверхні модуля $t_c(\tau)$ практично дорівнює температурі матеріалу, що дозволяє безперервно фіксувати зміну вологості через похідну $dw/d\tau$, оскільки:

$$\Delta t = ((\delta \cdot j_q)/\lambda) \rightarrow 0,$$

де Δt – перепад температур на стінці тепломасообмінного модуля при густині теплового потоку j_q , (Bm/m^2) , є можливість безупинно стежити за характером швидкості $dw/d\tau$.

Модуль мав форму циліндра розмірами 50 мм в довжину і 20 мм у діаметрі, встановлений перпендикулярно до потоку сушильного агенту. Температура агента варіювалась в межах 25...75 $^{\circ}C$. Температурні датчики фіксували значення в центрі зразка і в самому потоці агенту.

Щільність заповнення модуля впливала на ефективну теплопровідність. Чим вища щільність, тим інтенсивніше проходив тепловий потік між частинками. Це еквівалентно підвищенню теплопровідності самого матеріалу за сталої заповненості модуля. Для аналізу були використані модельні зразки з високою

теплопровідністю, зокрема мідний дріт у тканинному кожусі, чистий мідний дріт та деревна тирса, що розміщувались у шарах товщиною 1 і 2 мм.

У ході експериментів було отримано кінетичні криві відносної температури сушіння при дискретних значеннях температури сушильного агента в межах 25...75 °С. Отримані апроксимаційні функції, що виражають залежність безрозмірної температури від безрозмірного часу, мають характерний вигляд, типовий для сушіння з ІнтМО (рис. 1).

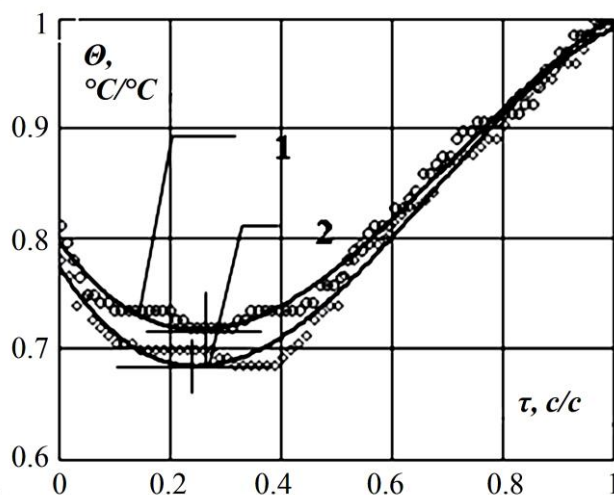


Рис.1. Криві відносної температури модельного матеріалу з високою теплопровідністю при сушінні з ІнтМО:
1 – 60°C; 2 – 75°C

Порівняння термограм мідного дроту при різних температурах агента демонструє, що при підвищенні температури екстремуми температури зсуваються в бік менших значень часу. Це свідчить про пришвидшення процесу сушіння, що пояснюється високою теплопровідністю міді та її чутливістю до температурних змін.

Окрім зсуву мінімуму по часовій осі, помітно також його зміщення щодо температурної осі: із підвищенням температури агента різниця між температурою агента та внутрішньою температурою зразка стає більш вираженою.

Список використаних джерел

1. Pogozhikh M. The development of an artificial energotechnological process with the induced heat and mass transfer / M. Pogozhikh, A. Pak // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2017, 1/8 (85), 50–58. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.91748>.
2. Pak A. V., Pogozhikh M., Pak A.O. Development of an apparatus with induced heat-and mass transfer for drying and hydrothermal processing of moist materials // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020., Vol. 3/8(105), 32-38. <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/205062>.

ВИБІР ІДЕАЛЬНОГО ЦИКЛУ ДЛЯ АНАЛІЗУ РЕАЛЬНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН. НЕЗВОРОТНІСТЬ ПРОЦЕСІВ ТЕРТЯ ТА ТЕПЛООБМІНУ

*Є. М. Якушенко, к. т. н., доцент, доцент кафедри інтегральних
електротехнологій та енергетичного машинобудування,
Д. П. Семенюк, к. т. н., доцент, професор кафедри інтегральних
електротехнологій та енергетичного машинобудування,
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

В ідеальних циклах передача тепла від холодного джерела гарячого і перетворення витраченої роботи в цикл в теплову енергію відбувається при мінімальній величині роботи, що витрачається на одиницю холодопродуктивності циклу. Тобто в ідеальних циклах відсутні явища та процеси, що призводять до додаткових втрат енергії. Це можливо лише в тому випадку, якщо всі процеси ідеального циклу будуть оборотними. Цикл, що складається лише з оборотних процесів, також називається оборотним циклом. Оборотних циклів може існувати безліч. Однак при виробленні еталона для циклу реальної холодильної машини, її ідеального циклу, він повинен найбільш повно відображати особливості процесів, що відбуваються в ній. Тому як ідеальні цикли в холодильній техніці використовується дуже обмежена кількість оборотних циклів. При цьому для деяких типів холодильних машин як зразок при термодинамічному аналізі пропонується кілька ідеальних циклів.

На рис. 1 представлені ідеальні цикли, що найчастіше використовуються в холодильній техніці. Ці цикли побудовано з використанням основних теоретичних термодинамічних процесів.

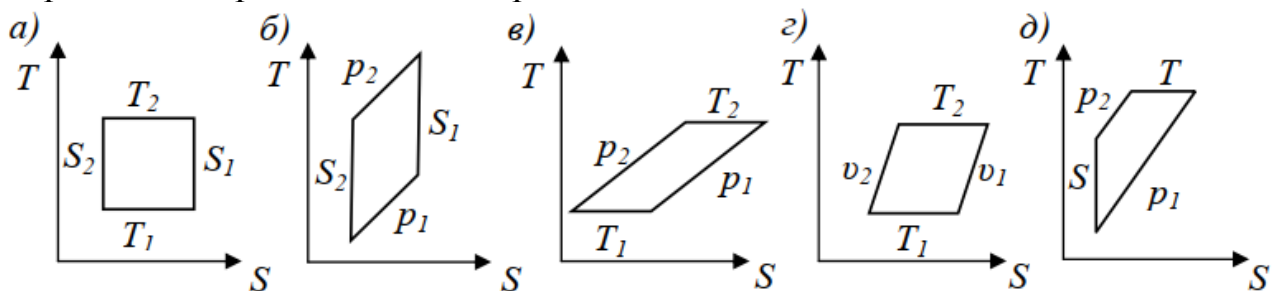


Рис. 1. Ідеальні цикли холодильних машин:

а) – цикл Карно; б) – цикл Лоренца; в) – цикл Еріксона; г) – цикл Стірлінга; д) – цикл Клода

Цикл Карно використовується як зразок для циклів парокомпресійних холодильних машин і іноді для газових холодильних машин. Цикл Лоренца є стандартом для газової холодильної машини. Цикл Еріксона є еталоном для газової холодильної машини, що працює за циклом Лінде. Цикл Клода також еталон для зріджувальних газових холодильних машин, але для детандер, що мають у своєму складі, і використовують процес ізоентропного розширення газу.

Ідеальний цикл Стірлінга є еталоном для специфічних газових холодильних машин, що працюють за циклом Стірлінга.

Вибір ідеального циклу при аналізі повинен проводитися з урахуванням усіх особливостей конкретної холодильної машини і процесів, що відбуваються в ній, і не обмежується лише перерахованими тут циклами.

Оборотним процесом називається процес, який може бути проведений як у прямому, так і в зворотному напрямку, причому термодинамічна система, в якій відбувається процес, проходить одні і ті ж рівноважні стани, а по закінченні повертається у вихідний стан.

Основними джерелами незворотності процесу в термомеханічних системах є тертя та теплообмін при кінцевій різниці температур. Всі інші види незворотних процесів, наприклад, вихроутворення в потоці реального газу, можуть бути зведені до сукупності елементарних процесів тертя і теплообміну при кінцевій різниці температур.

Виконаємо доказ незворотності процесів, у яких є механічне тертя або теплообмін при кінцевій різниці температур.

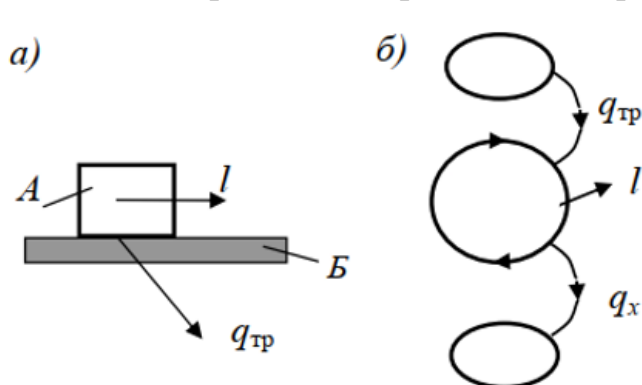


Рис. 2. Незворотності процесу тертя

Припустимо, що в результаті тертя при переміщенні тіла А поверхнею тіла Б (рис. 2а) відбувається перетворення витраченої на переміщення механічної енергії l , в теплову енергію тертя $q_{тр}$. При цьому відповідно до закону збереження енергії $l = q_{тр}$.

Тепер для того, щоб дана термодинамічна система повернулася у вихідний стан, необхідно здійснити зворотне перетворення теплової енергії $q_{тр}$ на механічну енергію, величину якої позначимо l' .

Це можна зробити, організувавши прямий термодинамічний цикл (рис. 2б). Тепловий баланс такого циклу $q_{тр} = l' + q_x$ або $l = l' + q_x$ причому $q_x > 0$.

Звідси випливає $l > l'$. Отже, повне зворотне перетворення теплової енергії на механічну енергію неможливе і процес тертя є незворотним.

Уявимо термодинамічну систему, що складається з тіл А і Б. Причому температура тіла А вище, ніж у тіла Б ($T_A > T_B$). При тепловому контакті тіл між ними відбудеться теплообмін при кінцевій різниці температур та теплота Q буде передана від тіла А до тіла Б (рис. 3а).

Цей процес буде оборотним у тому випадку, якщо за зворотного процесу – передачі теплоти Q від тіла Б до тіла А вся система повернеться у вихідний стан. Однак відповідно до другого закону термодинаміки такий процес не може

здійснюватися спонтанно. Теплота Q від тіла Б з нижчою температурою до тіла А з вищою температурою може бути передана лише при здійсненні зворотного термодинамічного циклу (рис. 3б).

Хоча тіло Б повернулося у вихідний стан, ентропія гарячішого тіла А, отже, і всієї термодинамічної системи загалом зросла. Це свідчить про незворотність процесу теплообміну за кінцевої різниці температур.

У всіх ідеальних холодильних циклах обов'язково присутні процеси теплообміну робочого тіла з гарячим та холодним джерелами. Оборотні ці цикли будуть лише в тому випадку, якщо різниця температур при такому теплообміні буде нескінченно малою величиною – dT . Лише при величині $(T_A - T_B)$, що прагне до нуля, не порушуючи II закон термодинаміки, можливий теплообмін від тіла А до тіла Б і назад від Б до А.

Таким чином, з цього розгляду можна зробити наступну висновки.

Процеси, повністю оборотні, – це теоретичні процеси, які є ідеальними моделями реальних процесів. Наприклад: ізоентропний стиск або розширення газу, ізобарне охолодження або нагрівання газу.

Процеси, внутрішньо оборотні, зовні незворотні. Наприклад: перебіг ідеального газу без тертя у трубі, температура стінок якої відрізняється від температури газу.

Процеси, зовні оборотні, внутрішньо необоротні. Наприклад: процес дроселювання.

Процеси внутрішньо і зовні незворотні. Це все реальні процеси, а також теоретичні процеси, в яких враховуються втрати, що виникають через теплообмін при кінцевій різниці температур і тертя.

Список використаних джерел

1. Семенюк Д. П. Технологічне холодильне обладнання [Електронний ресурс] : навч. посібник : у 2 ч. Ч. 1 / Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. Харків : ХДУХТ, 2018. С. 241.
2. Забезпечення холодом об'єктів в умовах відсутності стаціонарного енергопостачання / Є.М. Якушенко, В.О. Потапов, Д.П. Семенюк, О.В. Петренко // ПОВНОЦІННЕ ХАРЧУВАННЯ: тренди енергоефективного виробництва, зберігання та маркетингу: колективна монографія / за ред. проф. В.В. Євлаш, проф. В.О. Потапова, проф. Н.Л. Савицька, доц. Л.Ф. Товма. Харків : НА НГУ, 2020. 635 с.
3. Холодильні установки : підручник / І. Г. Чумак, В. П. Чепурненко, С. Ю. Лар'яновський [та ін.]; за ред. І. Г. Чумака. – 6-е вид., перероб. та доп. Одеса : Пальміра, 2006. 552 с.

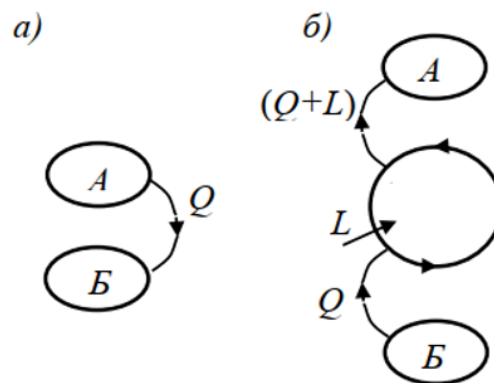


Рис. 3 – Незворотності процесу теплообміну при кінцевій різниці температур

ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ КЛІМАТИЧНОЇ ГАЛУЗІ В СВІТІ

Д. П. Семенюк, к. т. н., доцент, професор кафедри інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування

*Є. М. Якушенко, к. т. н., доцент, доцент кафедри інтегрованих електротехнологій та енергетичного машинобудування
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Аналіз ринку кондиціонерів повітря за 2022 рік, підготовлений на основі даних, опублікованих виданням JARN [1] та перекладених компанією Ліконд [2], показує, що глобальна економіка зазнала значних потрясінь.

Війна в Україні спровокувала різкий стрибок інфляції, що змусило центральні банки провідних країн підняти процентні ставки. Японська ієна впала до історичного мінімуму, а долар США, навпаки, зміцнився, що спричинило загальну нестабільність в економіці. Зростання цін на сировину та енергоносії підірвало довіру споживачів.

Погода в північній півкулі була нетиповою: спека настала пізніше, а в деяких частинах Європи та Азії спостерігалися сильні дощі. У Китаї літо почалося пізніше, але високі температури в другій половині року частково компенсували спад продажів у першій половині. За оцінками JARN, світовий ринок побутових кондиціонерів повітря (RAC) у 2022 році скоротився на 0,4%, досягнувши 125,62 мільйона одиниць. Натомість, ринок комерційних кондиціонерів (RAC), який постраждав від пандемії у 2021 році, почав відновлюватися завдяки зростанню туризму та інвестиціям у готелі та ресторани. Зростання ринку RAC у 2022 році оцінюється в 1,5%.

Постійне знецінення індійської рупії (INR) негативно вплинуло на прибутковість більшості виробників. Хоча квартал з квітня по червень виявився багатообіцяючим, період з липня по вересень був складним через низький рівень вторинних продажів. За оцінками, індійський ринок побутових кондиціонерів повітря (RAC) у 2022 році зріс на 33-35% порівняно з 2021 роком. Ринок безканалних і каналних RAC-кондиціонерів повітря також продемонстрував значне зростання - 32% порівняно з попереднім роком.

Японські виробники продовжували активно інвестувати в індійський ринок, розглядаючи його як перспективний. На Близькому Сході спостерігалось значне відновлення ринку кондиціонерів повітря у 2022 році. Покращення цін на нафту стимулювало економічне відновлення в регіоні, а відкрита політика сприяла зростанню споживання. В результаті, ринки побутових (RAC) та комерційних (RAC) кондиціонерів повітря на Близькому Сході зросли на 20,7% та 25,4% відповідно. Загальний обсяг ринку кондиціонерів повітря в регіоні досяг 9,07 мільйона одиниць.

Влітку 2022 року південні регіони Європи, зокрема Франція, Греція, Італія та Іспанія, пережили екстремальні хвилі спеки, коли температура перевищувала 40°C. Це спричинило різке зростання попиту на побутові кондиціонери (RAC). Однак, в Бельгії, Німеччині та Туреччині попит на кондиціонери був значно нижчим. Загалом, європейський ринок побутових кондиціонерів зріс лише на

2,2%. Ринок комерційних кондиціонерів (РАС) в Європі показав значно вищі темпи зростання, які оцінюються в 6,7%. Це свідчить про відновлення ринку кондиціонерів після різкого спаду, спричиненого пандемією. Крім того, в північній Європі спостерігалось розширення ринку теплових насосів класу «повітря-повітря» (АТА).

Після значного спаду в 2021 році, спричиненого пандемією, ринок кондиціонерів повітря в семи ключових країнах Південно-Східної Азії у 2022 році продемонстрував помірне відновлення. Контроль над поширенням COVID-19 дозволив економіці регіону частково відновитися. Однак, зростання було стриманим через аномальні погодні умови, повільне збільшення доходів населення та стагнацію у виробничому секторі. За даними видання JARN, попит на побутові кондиціонери (РАС) в Південно-Східній Азії зріс на 3,4% порівняно з попереднім роком. Ринок комерційних кондиціонерів (РАС) показав значно більшу динаміку - зростання на 16,2%.

В Океанії у 2022 році ринок побутових кондиціонерів (РАС) продемонстрував позитивну динаміку, тоді як сегмент комерційних кондиціонерів (РАС) залишився на рівні попереднього року. Особливістю ринку Океанії є домінування японських виробників, які контролюють понад 80% продажів.

У 2022 році загальний попит на кондиціонери повітря в Латинській Америці скоротився на 9,3% порівняно з попереднім роком і склав близько 8,49 мільйона одиниць. У Бразилії спостерігалось значне падіння продажів, тоді як в Мексиці та Аргентині, навпаки, зафіксовано зростання. Ринки країн Карибського басейну, таких як Домініканська Республіка та Пуерто-Ріко, також продемонстрували позитивну динаміку. У регіоні продовжувався розвиток місцевого виробництва кондиціонерів, зокрема в Бразилії та Аргентині. Крім того, спостерігалось значне зростання частки інверторних технологій.

Африканський ринок побутових кондиціонерів (РАС) у 2022 році скоротився на 3,6%, досягнувши 3,31 мільйона одиниць. Країни Північної Африки, особливо Туніс, пережили екстремальну спеку, яка трапляється раз на сорок років. Первинний ринок у Північній Африці зазнав різкого спаду, і Західна Африка також переживала занепад. Більшість валютних резервів було використано на імпорту продуктів харчування, медикаментів та інших товарів першої необхідності. Багато африканських країн посилили заходи захисту внутрішнього ринку, зокрема підвищили імпортні мита на кондиціонери повітря до рівня понад 40%.

Китайський ринок кондиціонерів повітря у 2022 році зіткнувся з труднощами через загальний економічний спад у країні, що відобразилося у зниженні індексу споживчої впевненості. Повторні хвилі пандемії та зростання цін на сировину також негативно вплинули на ринок побутових кондиціонерів (РАС). Однак, тривала та масштабна спека влітку створила сприятливі умови для розвитку галузі кондиціонування. За оцінками видання JARN, внутрішній ринок Китаю скоротився на 5,1%. Експорт побутових кондиціонерів також знизився приблизно на 5%.

На ринку кондиціонерів повітря Сполучених Штатів Америки у 2022 році спостерігалися неоднозначні тенденції. Літо на східному узбережжі почалося з запізненням, що призвело до менш активних продажів у пік сезону, порівняно з попереднім роком. У другій половині 2022 року інфляція в США посилилася, економіка сповільнилася, а споживча впевненість знизилася. Це ускладнило продаж продукції преміум-класу. Темпи зростання ринку міні-спліт систем та унітарних систем також сповільнилися. За даними Інституту кондиціонування, опалення та охолодження (AHRI), загальний обсяг реалізації унітарних систем зріс на 1,9%, досягнувши 9,07 мільйона одиниць. За оцінками JARN, ринок міні-спліт систем побутового класу (RAC) зріс на 8,7%.

В Японії у 2022 році ринок кондиціонерів повітря зазнав певних змін на тлі економічних коливань. Зокрема, курс ієни різко знизився, що призвело до зростання цін. Згідно з даними Японської асоціації промисловості холодильного обладнання та кондиціонування повітря (JRAIA), загальний обсяг відвантажень побутових кондиціонерів (RAC) у Японії оцінюється приблизно в 9,05 мільйона одиниць, що відображає зниження приблизно на 3,5% порівняно з попереднім роком. Щодо комерційних кондиціонерів (PAC), то їх загальний обсяг відвантажень у 2022 році оцінюється приблизно в 815 000 одиниць.

Спалахи COVID-19 у Китаї та Південно-Східній Азії періодично порушували глобальні ланцюги поставок. Хоча дефіцит електронних компонентів зберігався до кінця 2022 року, ситуація значно покращилася порівняно з першою половиною року. Стабільність ланцюгів поставок у Північній Америці та Індії покращилася. Розвиток ринку теплових насосів класу «повітря-вода» (ATW) в Європі розширив можливості регіону у підтримці систем кондиціонування повітря. Деякі виробники навіть планували виробництво компресорів у Східній Європі.

Загалом, ринок кондиціонерів повітря у 2022 році зіткнувся з низкою викликів, але також продемонстрував певні перспективи для подальшого розвитку. Глобальна інфляція та зростання цін на енергоносії негативно вплинули на споживчу купівельну спроможність, що стримувало зростання ринку. Однак, у ресурсодобувних країнах прогнозується більш оптимістична ситуація. Щодо сегменту побутових кондиціонерів (RAC), то очікується зростання попиту на високоефективні інверторні спліт-системи, особливо з функцією обігріву. Ринок комерційних кондиціонерів (PAC) демонструє позитивну динаміку, що пов'язано з відновленням туристичної галузі та сфери HORECA (готелі, ресторани, кафе). Політика декарбонізації стимулює впровадження енергозберігаючих технологій та заміну холодоагентів. Розвиток ринку теплових насосів, зокрема теплових насосів «повітря-вода» (ATA), відкриває нові можливості для галузі.

Список використаних джерел

1. Ejarn. Офіційна сторінка. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://www.ejarn.com/detail.php?id=76525>.
2. Компанія ЛІКОНД. Офіційна сторінка. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://leacond.com.ua/>.

СКРЕБКОВІ ТЕПЛООБМІННИКИ: ЕФЕКТИВНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ТЕРМООБРОБКИ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ

О. Є. Загорулько, к. т. н., доцент, доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв,

А. М. Загорулько, к. т. н., доцент, доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв,

*О. Є. Громов, здобувач вищої освіти ступеня доктор філософії
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

У сучасному виробництві харчової промисловості, що спеціалізується на переробці плодово-ягідної сировини, одним із ключових етапів технологічного процесу є термічна обробка в'язких пастоподібних сумішей [1, 2]. З цією метою широко впроваджуються скребкові теплообмінні апарати, які забезпечують ефективний тепловий обмін та рівномірне нагрівання продукції [3].

Конструктивною особливістю таких пристроїв є наявність скребкових елементів, які постійно очищають нагрівальну поверхню від оброблюваного продукту, підтримуючи стабільний контакт та запобігаючи локальному перегріванню, пригоранню або утворенню небажаних нашарувань. Завдяки цьому забезпечується збереження рівномірної текстури та висока якість кінцевої продукції.

Застосування скребкових теплообмінників дозволяє зменшити негативний вплив високих температур на чутливі біоактивні сполуки, що містяться в плодово-ягідній сировині, зокрема вітаміни, антиоксиданти та мікроелементи. Це сприяє збереженню смакових, ароматичних та поживних характеристик у продуктах, таких як пюре з фруктів, джеми, соуси та концентровані суміші [4, 5].

Крім того, такі апарати забезпечують високу енергоефективність та прискорення теплопередачі, що особливо важливо при обробці густих або неоднорідних мас, чутливих до температури. Це має велике значення при виготовленні високоякісної продукції преміального сегменту, де важливо зберегти природні властивості сировини.

Таким чином, впровадження скребкових теплообмінників у харчове виробництво не лише покращує техніко-економічні показники, а й забезпечує відповідність сучасним стандартам харчової безпеки та органолептики.

Водночас, більшість існуючих моделей теплообмінників мають певні недоліки, пов'язані з нестабільністю регулювання температури, спричиненою коливаннями тиску пари або температури, що негативно впливає на якість продукту та призводить до перевитрати енергоносіїв і матеріалів. Для усунення цих проблем запропоновано вдосконалити конструкцію апарата шляхом

використання температуро-стабільного гнучкого плівкового резистивного нагрівача випромінювального типу.

Для досягнення рівномірної товщини шару продукту на нагрівальній поверхні передбачено застосування спеціальної шарнірної лопаті з ріжучою крайкою, що виконує функцію перемішування. Крім того, конструкція включає охолоджуючу оболонку з кільцевими каналами для циркуляції холодоагенту, розміщену ззовні електронагрівача. Така система дозволяє охолоджувати поверхню до $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$, а за відсутності охолоджувача виконує функцію термоізоляції.

У результаті досліджень встановлено рівномірність температурного поля на поверхні нагрівача ($60,2\ldots 60,7\text{ }^{\circ}\text{C}$) і на внутрішній стороні шарнірної лопаті з ріжучою крайкою ($60,1\ldots 60,8\text{ }^{\circ}\text{C}$). Визначено товщину шару продукту залежно від частоти обертання вала лопаті: при 48 об/хв – 2,68 мм, а при 350 об/хв – 1,52 мм. Для порівняння, стандартна лопать за аналогічної витрати продукту ($W = 52$ л/год) формує шар товщиною від 5,1 до 1,6 мм.

При термічній обробці плодово-ягідного пюре вдосконалений апарат показав зниження питомих енергетичних витрат на 1,5 рази – до 172,4 кДж/кг, у порівнянні з традиційним паровим підігрівачем (254,5 кДж/кг). Результати експериментів підтвердили ефективність нової конструкції, і на основі отриманих даних запропоновано відповідну схему теплообмінника.

Список використаних джерел

1. Михайлов В. М., Загорулько О. Є., Загорулько А. М., Касабова К. Р., Шидакова-Каменюка О. Г., Дмитревський Д. В. (2024). Апаратурно-технологічні аспекти виробництва функціональних плодово-ягідних паст для пастильно-мармеладних виробів. Наукові праці НУХТ, 30(6), 99—109. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-6-10
2. Kasabova, K., Samokhvalova, O., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Babaiev, S., Bereza, O., Ponomarenko, N., Tesliuk, H., & Yukhno, V. (2022). Improvement of Turkish delight production technology using a developed multi-component fruit and vegetable paste. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(11 (120), 51–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269393>
3. Design of a universal low-temperature rotary apparatus for making meat and vegetable products considering the integrated adaptive mechanism [Electronic resource] / A. Zahorulko, N. Penkina, T. Zhelieva, H. Chmil, M. Prykhodko, O. Kobets, S. Need // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. - 2024. - Vol. 3, Issue 11 (129). - P. 14-24. - DOI 10.15587/1729-4061.2024.305550
4. Zagorulko, A., Kasabova, K., Zahorulko, A., Shydakova-Kameniuka, O., Ponomarenko, N., Bereza, O., Gromov, A., & Kholobtseva, I. (2024). Improving the production technique of pat based on multicomponent fruit and berry paste. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(11 (128), 46–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.301651>
5. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Chuiko, L., Solomon, A., Sushko, L., Tesliuk, Y., Kriuchko, L., Dunaienko, A., Andrukh, S., & Tytarenko, N. (2023). Improving the reactor for thickening organic plant-based polycomponent semi-finished products with high degree of readiness. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(11 (126), 103–111. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.294119>

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРАКТУ ГРИБА ЧАГИ В ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ

І. П. Гончаренко, асистентка кафедри харчових технологій

А. М. Савченко, асистентка кафедри харчових технологій

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

Гриби чага (*Inonotus obliquus*) – це вид грибів білої гнилі, що належать до сімейства Нymenochaetaceae. Зазвичай вони ростуть на коренях берез у Сибіру, Північній Америці та Скандинавії [1]. Березовий гриб є джерелом цінних біологічно активних речовин, зокрема поліфенолів, бета-глюканів, меланіну, лігніну, органічних кислот, стеролів, полісахаридів, клітковини, вільних фенолів і водорозчинних хромогенів, що утворюються з комплексу речовин: поліфенолів, фенольних альдегідів. Також багатий на мінеральні речовини, особливо солі алюмінію і магнію, марганцю, натрію, кремнію, заліза, калію, цинку і міді [2].

Сучасна харчова промисловість активно розвиває напрямок функціональних продуктів, які не лише задовольняють потреби в поживних речовинах, а й мають додаткові корисні властивості для здоров'я. Одним із перспективних компонентів таких продуктів є екстракт гриба чаги, який, завдяки високому антиоксидантному потенціалу та здатності позитивно впливати на імунну систему, традиційно використовувався в народній медицині як засіб для зміцнення імунітету, боротьби із запаленнями та покращення метаболізму. Включення цього природного екстракту до складу харчових продуктів відкриває нові можливості для створення інноваційних дієтичних продуктів. Зокрема, перспективними напрямками його використання є функціональні напої, кондитерські вироби, дієтичні добавки та ферментовані продукти.

Екстракт чаги багатий на такі біологічно активні речовини: поліфеноли – забезпечують антиоксидантну дію, зменшують окислювальний стрес; бета-глюкани – сприяють зміцненню імунної системи, стимулюють активність макрофагів; меланін – потужний антиоксидант, що також сприяє захисту клітин від ультрафіолетового випромінювання; органічні кислоти (включаючи бетулінову кислоту) – мають протизапальні та антибактеріальні властивості; стероли та флавоноїди – сприяють зниженню рівня холестерину та мають антигіпертензивний ефект.

Водний екстракт чаги є дуже потужним імуномодулятором, який відновлює систему кісткового мозку, пошкоджену хіміотерапією. Лікарська сировина під назвою «чага» увійшла до державної фармакопеї на початку 60-х років ХХ ст. та використовувалася як тонізувальний та профілактичний засіб, рекомендований при захворюваннях шлунково-кишкового тракту. Пізніше чагу стали вживати як неспецифічний лікарський засіб при лікуванні гастритів, виразки шлунка, поліпозів, передракових захворювань та деяких форм злоякісних пухлин у випадках, коли не показана променева терапія та хірургічне втручання [3]. Екстракт гриба чаги має цитотоксичну дію на різні типи раку, включаючи аденокарциному легенів людини, гепатоцелюлярну карциному, саркому, рак

шлунка та молочної залози, що робити його одним з найбільш часто використовуваних рослинних добавок хворими на рак. [4-5].

Застосування екстракту чаги в харчовій промисловості є актуальним, оскільки він може бути використаний у різних формах: як порошок, рідкий екстракт або інкапсульований компонент. Найперспективнішими напрямками є суміші для приготування напоїв та готові напої, енергетики, що містять екстракт чаги, напої на основі ферментованих екстрактів, шоколад, батончики, цукерки та інші кондитерські вироби з додаванням чаги як природного антиоксиданту. Застосування екстракту чаги у виробництві харчових продуктів вимагає дотримання певних технологічних параметрів, а саме правильного вибору методу екстракції для отримання якісного напівфабрикату – екстракту чаги.

Попри численні переваги, використання екстракту чаги у харчовій промисловості має певні виклики, а саме відсутність чітких міжнародних регламентів щодо безпечного дозування чаги у харчових продуктах, необхідність подальших клінічних досліджень для підтвердження користі та безпеки тривалого споживання та потенційні труднощі з масштабуванням виробництва екстракту при збереженні його активних властивостей. Також, на даний час, не проводилося жодних досліджень, присвячених аналізу впливу чаги на дітей, вагітних та жінок в період лактації, тому лікарі не рекомендують приймати засоби з таким грибом цим категоріям населення. Чага протипоказаний особам із захворюваннями нирок та зі схильністю до розвитку нирковокам'яної хвороби, адже у його складі є оксалати, які після потрапляння в організм в процесі травлення зв'язуються з кальцієм та виводяться разом із калом. Будь-який оксалат, не пов'язаний із кальцієм, проходить крізь нирки та йде з сечею. Надмірна кількість таких речовин та нестача води в організмі може призвести до виникнення новоутворень – каміння в нирках [6].

З іншого боку, стрімке зростання попиту на натуральні функціональні продукти свідчить про значний комерційний потенціал чаги як інгредієнта. Використання екстракту гриба чаги у харчових продуктах є перспективним напрямом у сфері функціонального харчування. Завдяки унікальному складу та корисним властивостям чага може стати важливим компонентом для створення інноваційних харчових продуктів. Подальші дослідження та технологічні розробки дозволять інтегрувати чагу в масове виробництво, забезпечуючи споживачів корисною та безпечною продукцією з унікальними оздоровчими властивостями.

Список використаних джерел

1. Emma Camilleri, Renald Blundell, Bikash Baral, Tomasz M. Karpinski, Edlira Aruci, Omar M. Atrooz. A brief overview of the medicinal and nutraceutical importance of *Inonotus obliquus* (chaga) mushrooms. *Heliyon*. 2024, Vol. 10, Issue 15. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e35638.
2. Томенко Т.Р. Розробка режимів екстрагування біологічно активних речовин з гриба чаги. *Збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів*. Одеса : ОНАХТ, 2019. 60-62.
3. Михайлова О., Поєдинок Н., Луценко Т., Галкін О. Розробка харчових продуктів для спеціальних медичних цілей на основі їстівних та лікарських грибів. *Фітотерапія. Часопис*,. 2024, 2, 172-182. DOI: 10.32782/2522-9680-2024-2-172.

4. Jiwon Baek, Hyun-Soo Roh, Kwan-Hyuck Baek, Seulah Lee, Seul Lee, Seong-Soo Song, Ki Hyun Kim. Bioactivity-based analysis and chemical characterization of cytotoxic constituents from Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) that induce apoptosis in human lung adenocarcinoma cells. *Journal of Ethnopharmacology*. 2018, Vol. 224. 63-75. DOI: 10.1016/j.jep.2018.05.025.

5. Min-Gu Lee, Yun-Suk Kwon, Kyung-Soo Nam, Seo Yeon Kim, In Hyun Hwang, Soyoung Kim, Hyunsoo Jang. Chaga mushroom extract induces autophagy via the AMPK-mTOR signaling pathway in breast cancer cells. *Journal of Ethnopharmacology*. 2021, Vol. 274. DOI: 10.1016/j.jep.2021.114081.

6. Рубанова К. Гриб чага: унікальні властивості та користь для організму. URL: <https://biovit.ua/ua/news/Zdorovyiy-obraz-zhizni/vse-o-gribe-chaga> (дата звернення: 31.03.25).

ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ТЕКСТУРИ ТА АРОМАТУ ПРОДУКТІВ

***О. Ю. Філіппова, асистент кафедри технологій в ресторанному
господарстві, готельно-ресторанної справи та туризму***

С. Ю. Гоманкова, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр

Д. Г. Бальвас, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр

***Криворізький національний університет,
Навчально-науковий інститут економіки і торгівлі
ім. М. Туган-Барановського***

Сучасна харчова промисловість вимагає ефективних та екологічно безпечних технологій, які дозволяють зберігати натуральність продуктів, покращувати їхні органолептичні властивості та підвищувати ефективність виробництва. Одним із найбільш перспективних методів є ультразвукова обробка (УЗО), що завдяки впливу на структуру харчових продуктів на мікрорівні сприяє покращенню їхньої текстури, аромату та смакових характеристик. Дана технологія активно використовується в різних галузях харчової промисловості, зокрема у м'ясопереробці, молочному виробництві, виноробстві, кондитерській та хлібопекарській промисловості, переробці фруктів та овочів, а також у сфері виробництва напоїв.

Ультразвукові хвилі з частотою від 20 кГц і вище викликають низку фізико-хімічних ефектів, що позитивно впливають на структуру та властивості харчових продуктів.

Основні механізми впливу включають:

1) кавітацію – процес утворення і колапсу мікропухирців у рідині, що призводить до локального підвищення температури, тиску та створення мікроструменів, які змінюють структуру продуктів, сприяючи їхній рівномірності та м'якості [1].

2) акустичні потоки – створення мікротечій, які покращують гомогенність харчових систем, забезпечують рівномірне змішування компонентів та покращують дисперсійні властивості продуктів [1].

3) механічна дія – руйнування клітинних мембран, що сприяє більш ефективному вивільненню біологічно активних речовин, підвищенню в'язкості продуктів та їхній ніжності [2].

4) хімічна активація – зміни у структурі білків, вуглеводів і жирів, що сприяє покращенню текстури та підсиленню смакових якостей [2].

Ультразвукова обробка допомагає значно покращити якість м'яса шляхом зменшення його жорсткості, що досягається завдяки руйнуванню колагенових структур [3]. Також УЗО прискорює процес маринування за рахунок більш ефективного проникнення розчинів у тканини, що скорочує час підготовки продукту до термічної обробки. Крім того, покращується здатність м'яса утримувати вологу, що мінімізує втрати маси при смаженні, варінні чи запіканні.

Використання ультразвуку сприяє покращенню структури йогуртів, сирів, вершків та інших молочних виробів, а також зменшенню розмірів жирових глобул у молоці, що забезпечує більш стабільну емульсію. Ультразвукові хвилі також активують молочнокислі бактерії, що прискорює процес ферментації та покращує органолептичні властивості кінцевого продукту [4].

Обробка ультразвуком дозволяє скоротити час сушіння фруктів і овочів, оскільки руйнування клітинних стінок сприяє швидшому випаровуванню вологи. Покращується процес екстракції соків, що знижує необхідність механічного пресування та дозволяє отримувати більш концентровані напої. Крім того, зберігається природний колір, текстура та вітамінний склад продуктів, що позитивно впливає на їхню якість.

Ультразвукова технологія допомагає покращити структуру тіста, оскільки сприяє рівномірному розподілу вологи та дріжджів. Це підвищує пишність хлібобулочних виробів, покращує їхню текстуру та продовжує термін зберігання завдяки зниженню рівня мікробіологічного забруднення [4].

Ультразвукова обробка широко використовується для інтенсифікації смакоароматичних процесів, зокрема:

1) екстракція ефірних олій та ароматичних речовин з трав, спецій, фруктів і кави, що сприяє насиченню продуктів більш яскравим ароматом.

2) прискорення процесу мацерації у виноробстві та виробництві спиртних напоїв, що дозволяє швидше насичувати рідини ароматичними сполуками.

3) посилення аромату м'ясних та рибних продуктів шляхом більш рівномірного розподілу спецій та натуральних екстрактів у структурі продукту.

4) редукція небажаних запахів, наприклад, усунення летких сполук у ферментованих продуктах, молочних výroбах та алкогольних напоях.

Технологічні переваги ультразвукової обробки:

1) скорочення часу технологічних процесів – маринування, ферментація, екстракція можуть бути виконані у значно коротші терміни.

2) підвищення виходу продукції – ефективніше використання сировини зменшує виробничі втрати.

3) збереження корисних речовин – зниження необхідності у високотемпературній обробці сприяє збереженню вітамінів, амінокислот і ферментів.

4) екологічність – зменшення потреби у використанні хімічних добавок та консервантів.

5) зниження енергозатрат – ультразвукові установки споживають менше енергії порівняно з традиційними методами термічної та механічної обробки.

Отже, ультразвукова обробка є передовою технологією у харчовій промисловості, що дозволяє покращити якість кінцевого продукту, оптимізувати виробничі процеси та зменшити використання хімічних добавок. Використання ультразвуку сприяє покращенню текстури м'ясних, молочних, фруктових і борошняних виробів, посиленню їхнього аромату та збереженню поживних властивостей. Завдяки своїй ефективності та екологічності дана технологія має значний потенціал для подальшого розвитку у різних сферах харчової індустрії.

Список використаних джерел

1. Петренко, О. М. Інноваційні технології в харчовій промисловості / О. М. Петренко. Київ: Наукова думка, 2020. 356 с.
2. Сидоренко, В. П., Іванченко, Л. О. Сучасні методи обробки продуктів / В. П. Сидоренко, Л. О. Іванченко. Харків : Основа, 2019. 285 с.
3. Ковальчук, Н. В. Використання ультразвуку для покращення текстури м'ясних виробів / Н. В. Ковальчук // Харчова промисловість України. 2021. № 4. 78–85.
4. Григоренко, С. Ю. Ультразвукові технології в харчовій промисловості / С. Ю. Григоренко // Науковий портал. 2023. Режим доступу: <https://naukportal.com/ultrazvuk> (Дата звернення - 01.04.2025).

ФЕРМЕНТОВАНІ ПРОДУКТИ У СУЧАСНОМУ РЕСТОРАННОМУ МЕНЮ: ТРЕНДИ ТА КОРИСТЬ

О. Ю. Філіппова, асистент кафедри технологій в ресторанному господарстві, готельно-ресторанної справи та туризму
А. Д. Деньгуб, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр
Д. Ю. Заводін, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр
Криворізький національний університет,
Навчально-науковий інститут економіки і торгівлі
ім. М. Туган-Барановського о

Ферментовані продукти — це не тільки одна з найстаріших кулінарних традицій людства, але й сучасний тренд, який активно набирає популярності у ресторанах по всьому світу. Ці продукти пропонують унікальне поєднання глибоких смакових ноток, корисних властивостей і можливості для творчих кулінарних експериментів. Ресторанні меню все більше включають ферментовані інгредієнти як у страви, так і в напої, задовольняючи потреби споживачів, які шукають нові гастрономічні враження і здорове харчування.

Ферментовані продукти стали популярними завдяки своїй здатності створювати насичені, глибокі та багатогранні смаки [1]. Наприклад, кімчі (ферментовані овочі з корейським соусом) додають стравам гостроти та уамі, що є невід'ємною частиною сучасної азійської кухні. У ресторанах часто використовують кімчі як гарнір до м'ясних страв, в салатах або навіть як інгредієнт для бутербродів.

Місо – традиційний японський продукт, який широко використовується в ресторанах як основа для супів або соусів. Відомі шеф-кухарі перетворюють місо на нові інтерпретації, використовуючи його для приготування соусів до м'ясних страв або навіть десертів, створюючи цікавий контраст смаку [1].

Все більше ресторанів включають у своє меню комбучу – ферментований чай, який відомий своїми корисними властивостями для травлення та імунної системи. Крім того, комбуча служить альтернативою алкогольним напоям, надаючи їм легку кислинку і природну газованість. У деяких ресторанах комбучу використовують як інгредієнт для створення безалкогольних коктейлів, поєднуючи з фруктами, ягодами або прянощами.

Кефір, зокрема домашній, також став популярним у ресторанному меню, оскільки він не тільки корисний, а й має цікаву текстуру, що може бути використана для приготування соусів, десертів або навіть як складова для приготування випічки.

Одним з трендів є використання ферментованих інгредієнтів у створенні нових гастрономічних концепцій. Наприклад, шеф-кухарі експериментують з ферментованим тістом для приготування піци, що додає йому особливого смаку та текстури. Або з ферментованою пастою з додаванням місо, що надає страві глибокий, багатий аромат [2].

Ферментовані овочі стають все більш популярними як гарніри. Наприклад, квашена капуста або ферментовані огірки використовуються для доповнення страв з м'яса або риби, надаючи їм кислинку та хрустку текстуру.

Ферментація також стає популярною завдяки своїй здатності зменшувати харчові відходи. Замість того, щоб викидати овочі або фрукти, ресторани часто використовують їх для ферментації. Так, ферментовані шкірки овочів або непотрібні частини продуктів можуть стати смачними інгредієнтами для соусів або гарнірів. Це дозволяє ресторанам дотримуватись принципів стійкості та зменшувати негативний вплив на довкілля [2].

Ферментовані продукти багаті на пробіотики, які позитивно впливають на здоров'я кишківника. Це допомагає зберегти баланс корисних бактерій у шлунково-кишковому тракті, що важливо для нормалізації травлення та підтримки загального здоров'я.

Наприклад, регулярне вживання кімчі або місо може сприяти кращому засвоєнню поживних речовин і покращенню обміну речовин. У ресторанах все більше акценту ставлять на ці властивості продуктів, пропонуючи страви, що містять багаті на пробіотики інгредієнти.

Пробіотики, що містяться в ферментованих продуктах, сприяють зміцненню імунної системи [3]. Наприклад, комбуча містить органічні кислоти та корисні бактерії, які активізують роботу імунної системи та допомагають боротися з різними інфекціями.

Ферментовані продукти можуть бути багатими на антиоксиданти, які борються зі старінням клітин і допомагають запобігти розвитку хронічних захворювань, таких як рак або серцево-судинні захворювання. Наприклад,

ферментовані фрукти, як-от яблука, містять значну кількість антиоксидантів, які є корисними для здоров'я [3].

Отже, ферментовані продукти відіграють важливу роль у сучасних гастрономічних трендах, забезпечуючи ресторанам можливість не лише експериментувати з новими смаками, але й пропонувати клієнтам корисні та натуральні страви. Вони не тільки підвищують рівень гастрономії, але й відповідають потребам споживачів у здоровому харчуванні. Завдяки своїм властивостям ферментовані продукти здатні значно покращити смак і текстуру страв, одночасно підвищуючи їх корисність. Це робить ферментацію одним із найперспективніших напрямків у сучасному ресторанному меню.

Список використаних джерел

1. Іваненко В. В. Використання ферментованих продуктів у ресторанній індустрії // Технології харчування. 2021. Т. 25, № 3. С. 98-104.
2. Харченко Т. С. Технології ферментації у харчовій промисловості / Т. С. Харченко // Інновації в харчових технологіях / ред. І. М. Петренко. Київ : Академія, 2022. С. 45-58.
3. Петренко І. М. Технологія ферментованих продуктів: навч. посіб. / І. М. Петренко. Київ : Вища школа, 2020. 215 с.

РОЗРОБКА ЇСТІВНОЇ УПАКОВКИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВИ ПЛАСТИКУ

О. Ю. Філіппова, асистент кафедри технологій в ресторанному господарстві, готельно-ресторанної справи та туризму

К. С. Медуниця, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр

О. І. Мінакова, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр

***Криворізький національний університет,
Навчально-науковий інститут економіки і торгівлі
ім. М. Туган-Барановського***

У наш час проблема пластикових відходів набуває глобального масштабу. Протягом десятиліть пластик став основним матеріалом для пакування продуктів, але його негативний вплив на навколишнє середовище змусив людство шукати альтернативи. Одна з найбільш багатообіцяючих інновацій у цій сфері — це їстівна упаковка, яка може замінити традиційний пластик і значно зменшити кількість відходів. Розробка їстівних упаковок є важливим кроком у напрямку сталого розвитку та екоінновацій.

Їстівна упаковка — це продукт, виготовлений з натуральних харчових інгредієнтів, який можна споживати разом з продуктом або використовувати як його частину. Вона поєднує функціональність традиційної упаковки (захист продукту від зовнішніх факторів) і екофрендлі підхід, оскільки після використання така упаковка не забруднює навколишнє середовище, а стає частиною продукту [1].

Їстівна упаковка може бути виготовлена з різних матеріалів, таких як водорості, борошно, крохмаль, біополімери, овочі, фрукти або молочні продукти. Замість того, щоб викидати упаковку після вживання продукту, споживачі можуть її просто з'їсти або вона розкладеться природним шляхом [1,2].

Основною перевагою їстівної упаковки є її здатність зменшувати пластикові відходи. Вона може розкладатися без шкоди для навколишнього середовища, не залишаючи після себе токсичних речовин.

Їстівні упаковки зазвичай виготовляються з натуральних інгредієнтів, що робить їх безпечними для споживання. Вони не містять шкідливих хімічних речовин, які можуть бути присутніми в традиційному пластику.

Їстівні упаковки можуть стати частиною гастрономічного досвіду. Вони надають нові смакові можливості для споживачів і допомагають створювати унікальні страви, які поєднують упаковку та їжу в один цілий елемент.

Одним з ключових аспектів розробки їстівної упаковки є вибір правильних матеріалів. Вони мають бути не тільки безпечними для здоров'я, але й здатними виконувати основні функції упаковки, такі як збереження продукту та захист від зовнішнього середовища.

Водорості — це натуральний матеріал, який є не тільки екологічно чистим, а й багатим на мікроелементи та вітаміни. Наприклад, у Японії популярні їстівні упаковки, виготовлені з водоростей норі, які використовуються для загортання суші. Вони добре тримають форму, зберігають продукт свіжим і надають стравам додаткового смаку [3].

Крохмаль та борошно можуть бути використані для виготовлення їстівних упаковок, таких як оболонки для піци чи навіть упаковки для морозива. Наприклад, компанії в США розробили їстівні оболонки для сендвічів, які виготовляються з картопляного крохмалю, що дозволяє не тільки зберігати продукт, але й надавати йому цікаву текстуру [3].

Біополімери - це природні полімери, які можна використовувати для створення упаковки, що розкладається в природі без шкоди для навколишнього середовища. Наприклад, біополімери на основі целюлози використовуються для виготовлення упаковок для продуктів харчування, які можна з'їсти разом із вмістом [4].

Деякі компанії експериментують з використанням фруктових шкірок та овочів для упаковки. Наприклад, апельсинові шкірки можна переробити в їстівну упаковку для десертів, що є не лише корисним для здоров'я, а й дає нові гастрономічні можливості.

Одним із найбільш оригінальних прикладів є використання їстівної упаковки для морозива. Деякі компанії пропонують споживачам морозиво, обгорнуте в оболонку з рисового паперу або картопляного крохмалю. Ці оболонки можна з'їсти разом із морозивом, що додає цікавої текстури та смаку.

У деяких ресторанах вже почали використовувати їстівні упаковки для фастфуду, таких як бургери, піца або навіть картопля фрі. Наприклад, одна з італійських піцерій створила їстівну упаковку для піци з тіста, яка не тільки служить контейнером для страви, а й є її частиною, що робить подачу страви більш оригінальною [4].

Один з інноваційних продуктів, розроблений стартапами, — це їстівні пляшки для води. Вони виготовляються з агар-агару (морських водоростей) і

можуть бути використані як упаковка для води, яку можна з'їсти після випитої рідини. Така упаковка повністю розкладається і не залишає відходів.

Виготовлення їстівних упаковок потребує високих технологій. Наприклад, вони повинні бути водостійкими, герметичними та зберігати продукт протягом довгого часу. Розробка таких упаковок потребує значних зусиль в галузі науки та інженерії.

Їстівна упаковка наразі є дорожчою за традиційний пластик, що може обмежити її впровадження у масове виробництво. Однак зі збільшенням попиту та технологічними досягненнями виробництво їстівних упаковок стане більш економічно вигідним.

З огляду на зростаючий інтерес до екоінновацій та сталого розвитку, їстівні упаковки мають величезний потенціал у найближчому майбутньому. Вони можуть стати невід'ємною частиною гастрономічної індустрії, особливо в ресторанах, де шеф-кухарі шукають нові способи здивувати клієнтів. Крім того, збільшення попиту на екологічно чисті продукти може сприяти їх широкому впровадженню в комерційне виробництво.

Їстівні упаковки — це не тільки тренд, а й важливий етап у боротьбі з пластиковим забрудненням. Вони сприяють збереженню навколишнього середовища, створюють нові можливості для гастрономічної індустрії та відповідають сучасним вимогам здорового та сталого харчування.

Список використаних джерел

1. Черненко О. В. Їстівна упаковка як альтернатива пластику в харчовій промисловості / О. В. Черненко, М. І. Тарасюк // Журнал екології та виробництва. 2022. Т. 19, № 1. С. 34-41.
2. Колесникова Л. В. Інноваційні методи виготовлення біорозкладних упаковок на основі рослинних компонентів / Л. В. Колесникова // Екологічні технології та ресурсоощадження. Харків : Технологія, 2021. С. 88-95.
3. Ткаченко А. Ю. Розробка ефективних методів виробництва їстівної упаковки для харчових продуктів / А. Ю. Ткаченко. Львів: Видавничий центр, 2020. 180 с.
4. Жукова І. В. Проблеми використання пластикової упаковки та альтернативні рішення / І. В. Жукова, О. Г. Бондаренко // Природні ресурси та екологія. 2023. Т. 5, № 2. С. 70-75.

ВПЛИВ СКЛАДУ ЗАКВАСКИ НА ПРОЦЕС ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА ВИСОКОЇ ГІДРАТАЦІЇ

***А. Л. Бережнюк**, здобувач вищої освіти ступеня магістр,
Л. Я. Паляниця, к. х. н., доцент, доцент кафедри технології
органічних продуктів,
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів*

Ферментовані харчові продукти, до яких належить хліб, виробляють із використанням мікроорганізмів. Закваска — це суміш борошна і води, що проявляє ферментативну здатність за рахунок природної мікрофлори зерна. Її біохімічна діяльність забезпечує унікальний смак та товарні властивості хліба. Такі хлібобулочні вироби виготовляються без використання промислових штамів дріжджів. Мікроорганізми, що входять до складу природної закваски, забезпечують процес бродіння, що надає хлібу характерного кислуватого смаку

та пухкої, злегка клейкої та тягучої текстури, що має безпосередній вплив на якість кінцевого продукту [1].

Хліб на заквасці високої гідратації має свої унікальні особливості та переваги. Його готують з підвищеним вмістом води в тісті (зазвичай 70–90% від ваги борошна, а інколи навіть більше). Такий підхід суттєво впливає як на текстуру, так і на користь хліба. Через високий вміст вологи у порівнянні з борошном утворюється дуже пористий м'якуш з нерівномірними великими «дірками». Також такий спосіб приготування тіста забезпечує тонку і хрустку скоринку та еластичну структуру м'якуша. Завдяки високому вмісту води в тісті клейковина розвивається повільніше, що сприяє легшому травленню. Також вологий м'якуш полегшує процес пережовування й сприяє кращому засвоєнню поживних речовин. Природна закваска та високий вміст води роблять хліб менш «агресивним» для шлунково-кишкового тракту, що особливо важливо для людей із чутливим травленням.

Мета роботи – вивчення впливу цільнозернового борошна на мікробіологічний склад закваски та на товарні і смакові властивості готового хліба.

Об'єктами досліджень були: закваски житня та пшенична, борошно житнє (відповідно до ДСТУ 8791:2018), високобілкове пшеничне (відповідно до ДСТУ ISO 6820:2004) та цільнозернове пшеничне (відповідно до ДСТУ 8791:2018). Аналіз мікрофлори закваски здійснювали мікробіологічними методами. Культивували відібрані зразки закваски на селективних агаризованих живильних середовищах сусло-агарі, Сабуро, гідролізованому молоці Богданова. Титровану кислотність, рН заквасок, підймальну силу в готовому тісті визначали за прийнятими у галузі методиками. Органолептична оцінка хліба враховувала: аромат, смак, пористість, колір та товщину скоринки.

Зі зразків заквасок масою 10 г готували десятикратні розбавлення у стерильному фізіологічному розчині і висівали на поживні агаризовані середовища середовища. Найбільшу концентрацію молочнокислих бактерій спостерігали у заквасці на основі житнього борошна $3,0 \cdot 10^9$ КУО/см³. У пшенично-цільнозерновій заквасці $2,5 \cdot 10^8$ КУО/см³ молочнокислих бактерій.

Закваска на основі житнього борошна забезпечувала підвищену кислотність, менш пухкий та більш гливкий м'якуш. Водночас використання для закваски пшеничного високобілкового борошна забезпечило м'який аромат і максимально світле забарвлення м'якуша.

Забезпечення пористої середини хліба, крім високої гідратації, потребує високої активності закваски, а саме можливості утворювання вуглекислого газу, який під час випікання за високих температур і буде збільшувати об'єм хліба та формувати мереживний клейковинний каркас [2]. Визначення газоутворювальної здатності пшеничного борошна вищого та першого гатунків на 100 г борошна за 5 годин бродіння показало, що її величина майже вдвічі менша, ніж житнього борошна.

З метою збільшення кількості мікроорганізмів у заквасці запропоновано використовували в поєднанні з високобілковим пшеничним борошном

цільнозернове пшеничне борошно. За рахунок наявності плівок та оболонок в необдирному борошні вдається збільшити кількість природних активних дріжджів до $2,6 \cdot 10^8$ КУО/см³, що підвищує ефективність бродіння, скорочуючи тривалість холодної ферментації з 24 год до 14-16 год за температури 7 °С [3].

М'якуш рівномірно пористий, світлого кольору та добре тримає форму (рис. 1). Завдяки високій гідратації хліб залишається свіжим та м'яким з пружною структурою до 7 діб.



Рис. 1. Внутрішній вигляд хліба високої гідратації

Також покращуються й органолептичні показники хліба. Готовий хліб має насичений бурштиново-золотавий колір скоринки, яка тонка та хрустка впродовж 14 год. (рис. 2).



Рис. 2. Результат випікання хліба на заквасці з комбінованим складом борошна

Хліб має приємний насичений смак з помірною кислинкою та солодовими нотами, яскравіший післясмак за рахунок кислот, що утворюються в процесі життєдіяльності молочнокислих бактерій і дріжджів.

Таким чином, отримані результати дозволяють стверджувати, що використання цільнозернового борошна для підживлення закваски збільшує у ній концентрацію дріжджів як компонентів природної мікрофлори та є важливим

чинником впливу на технологію хлібопечення. Результати дослідження можуть бути використані для розроблення оптимальних рецептур закваски для одержання хліба з покращеною якістю та органолептичними властивостями.

Перелік використаних джерел

1. Chawla S, Nagal Sh. Sourdough in Bread-Making: An Ancient Technology to Solve Modern Issues / S. Chawla, Sh. Nagal // International Journal of Industrial Biotechnology and Biomaterials, 2015, Vol. 1 (1). 1-10.
2. Gobbetti, M., & Gänzle, M. (Eds.). Handbook on Sourdough Biotechnology. Boston, MA: Springer US, 2013.
3. Okafor N., Okeke B. C. Modern Industrial Microbiology and Biotechnology. Second Edition / N. Okafor, B. C. Okeke. USA: Taylor & Francis Group, 2018.

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МАРМЕЛАДУ НА ОСНОВІ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ ПАСТИ

***К. Р. Касабова**, к. т. н., доцент, доцент кафедри технології
хлібопродуктів і кондитерських виробів,
О. Є. Загорулько, к. т. н., доцент, доцент кафедри обладнання
та інжинірингу переробних і харчових виробництв,
В. Ю. Черкасов, здобувач вищої освіти ступеня магістр
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Попит на здорові продукти щороку зростає, і особливу популярність серед них набувають кондитерські вироби. Вони приваблюють смаковими якостями та енергетичною цінністю, а також сприяють підвищенню настрою. З урахуванням тенденцій до здорового способу життя дієтологи рекомендують споживати натуральні солодощі, такі як мармелад, пастила та зефір, які не містять шкідливих добавок.

Основна перевага цих виробів — відсутність жирів, а також використання натуральних компонентів: фруктового пюре, яєчного білка, цукру та загусників (пектину, агар-агару чи желатину). Пектини, наприклад, сприяють виведенню токсинів, зниженню рівня холестерину та покращенню роботи травної системи.

Однак промислові зразки пастильно-мармеладних виробів часто мають збіднений склад і містять штучні барвники та ароматизатори, що знижує їхню якість. Це стимулює розвиток крафтового виробництва, орієнтованого на натуральні інгредієнти та ручне виготовлення продукції.

Для виробництва корисних солодощів перспективними є фрукти, ягоди та овочі, які мають високу поживну цінність, але обмежений термін зберігання. Тому важливо розробляти ефективні методи їхньої переробки для тривалого збереження якості. Щадна технологія переробки рослинної сировини у пасти є перспективним напрямом, що дозволяє зберегти органолептичні та корисні властивості продуктів.

Розвиток крафтових виробництв також вимагає вдосконалення компактного ресурсозберігаючого обладнання, яке забезпечить високу якість пастильно-

мармеладних виробів. Тому дослідження технологій їхнього виробництва на основі плодово-ягідної пасти є перспективним напрямом.

Для покращення органолептичних та фізико-хімічних властивостей фруктового пату запропоновано використання плодово-ягідної пасти (яблуко – 50 %, абрикос – 35 %, шипшина – 15 %) як основи. Відмінною особливістю нової технології є короткочасне концентрування (30–40 с) при 52–54 °С у роторному випарнику, що дозволяє краще зберегти функціональні інгредієнти сировини порівняно з традиційними методами випаровування. Отримана паста має покращену в'язкість і органолептичні характеристики, що робить її ефективною основою для пату.

В'язкість нового пату при 50 °С становить 225 Па·с, що на 20 % перевищує контрольний зразок («Фруктовий» пат), забезпечуючи краще структуроутворення. Новий продукт відзначається натуральним гармонійним смаком та ароматом, насиченим помаранчевим кольором і зняжною консистенцією. За вмістом функціональних інгредієнтів, зокрема харчових волокон, вітамінів А, С та β-каротину, він значно переважає традиційні зразки, що дозволяє віднести його до категорії функціональних продуктів.

Розроблений пат відзначається натуральним органічним складом, що відповідає сучасним вимогам здорового харчування. У його рецептурі відсутні штучні барвники, ароматизатори та консерванти, що забезпечує високу якість і безпечність продукту для споживачів. Завдяки використанню плодово-ягідної пасти як основи, пат має насичений природний смак, приємний аромат і яскравий колір без необхідності додавання синтетичних компонентів.

Запропоновані технологічні рішення сприяють не лише покращенню органолептичних показників продукту, а й значному спрощенню виробничого процесу. Використання роторного випарника дозволяє скоротити час термічної обробки, що сприяє збереженню корисних речовин у сировині, зокрема вітамінів, антиоксидантів та харчових волокон.

Список використаних джерел

1. Kasabova, K., Samokhvalova, O., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Babaiev, S., Bereza, O., Ponomarenko, N., Tesliuk, H., & Yukhno, V. (2022). Improvement of Turkish delight production technology using a developed multi-component fruit and vegetable paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(11 (120), 51–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269393>.
2. Михайлов В. М., Загорулько О. Є., Загорулько А. М., Касабова К. Р., Шидакова-Каменюка О. Г., Дмитревський Д. В. (2024). Апаратурно-технологічні аспекти виробництва функціональних плодово-ягідних паст для пастильно-мармеладних виробів. *Наукові праці НУХТ*, 30(6), 99-109. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-6-10.
3. Design of a universal low-temperature rotary apparatus for making meat and vegetable products considering the integrated adaptive mechanism [Electronic resource] / A. Zahorulko, N. Penkina, T. Zhelieva, H. Chmil, M. Prykhodko, O. Kobets, S. Need // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2024. Vol. 3, Issue 11 (129). P. 14-24. DOI 10.15587/1729-4061.2024.305550.
4. Zagorulko, A., Kasabova, K., Zahorulko, A., Shydakova-Kameniuka, O., Ponomarenko, N., Bereza, O., Gromov, A., & Kholobtseva, I. (2024). Improving the production technique of pat based on multicomponent fruit and berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2(11 (128), 46-55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.301651>.

5. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Chuiko, L., Solomon, A., Sushko, L., Tesliuk, Y., Kriuchko, L., Dunaienko, A., Andrukh, S., & Tytarenko, N. (2023). Improving the reactor for thickening organic plant-based polycomponent semi-finished products with high degree of readiness. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(11 (126), 103-111. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.294119>.

6. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Liashenko, B., Mikhaylov, V., Budnyk, N., Kainash, A., Bondar, M., Skoromna, O., & Ibaiev, E. (2022). Development of apparatus for frying semi-finished meat cut. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(11 (117), 69–76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259433>.

УДОСКОНАЛЕНИЙ СПОСІБ ВИРОБНИЦТВА СМАЖЕНИХ М'ЯСНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ У ЗАМКНУТОМУ СЕРЕДОВИЩІ З ДОДАВАННЯМ КУПАЖОВАНОГО СУШЕНОГО КОМПОНЕНТА

***В. М. Михайлов**, д. т. н., професор, професор кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв,
А. М. Загорулько, к. т. н., доцент, доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв,
О. Є. Загорулько, к. т. н., доцент, доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв,
Б. В. Ляшенко, к. т. н., доцент, доцент кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв,
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Життєві умови в європейських країнах, екологічна ситуація та ймовірність поширення хронічних і пандемічних захворювань, відповідно до рекомендацій Всесвітньої організації охорони здоров'я, вимагають забезпечення збалансованого профілактичного харчування без обмеження його до конкретних видів страв [1, 2]. Однак у традиційному виробництві харчових продуктів, зокрема м'ясних напівфабрикатів, часто використовують синтетичні барвники та ароматизатори для спрощення технологічного процесу та зниження його вартості. Водночас такі компоненти не мають фізіологічно функціональних властивостей (ФФІ) і не сприяють профілактичному впливу на організм, що знижує їхню цінність для споживачів.

Тому виникає необхідність розробки інноваційних технологічних рішень, що дозволять створювати конкурентоспроможні продукти, які одночасно відповідатимуть критеріям здорового харчування та не міститимуть штучних складників. Важливим джерелом природних ФФІ є сировинна база європейських країн, зокрема фрукти, овочі та ягоди. Їх використання не лише покращує якість продуктів, а й зменшує залежність виробників від імпорتنих синтетичних добавок [3-5].

Зважаючи на значний попит на м'ясні вироби, традиційні технології виробництва не завжди відповідають сучасним вимогам ресурсоефективності. Використання вдосконаленого технологічного обладнання з автономними властивостями та щадними температурними режимами дозволяє максимально зберігати початкові характеристики сировини та її функціонально-активні

компоненти. Поєднання технологічних та технічних інновацій у виробництві м'ясних посічених напівфабрикатів з додаванням купажованого сушеного напівфабрикату у функціонально замкнутих середовищах сприяє підвищенню конкурентоспроможності виробництва. Удосконалення способу виготовлення цих продуктів є важливим рішенням для забезпечення продовольчої безпеки та розвитку здорового харчування.

Запропоновано спосіб виробництва сушеного напівфабрикату на основі топінамбуру, гарбуза та кабачків як альтернативи хлібу в рецептурах смажених м'ясних посічених виробів. Аналіз водопоглинання показав, що сушений купаж поглинає 12 см³ води за 23 хвилини, що на 6,2 % більше, ніж хліб (11,4 см³). Порівняльне дослідження хімічного складу підтвердило значно вищий вміст корисних елементів у купажі: калію – у 6 разів більше, кальцію – у 4 рази, а харчових волокон – у 31 раз. Крім того, купаж має низький вміст жиру (0,13 г) і містить вітаміни С, А та інші біологічно активні речовини.

Процес смаження м'ясних посічених напівфабрикатів реалізовано у функціонально замкнутих середовищах (ФЗС) із штучним охолодженням, використовуючи теплообмінник з холодною водою та елементи Пельтьє. Оптимальний температурний режим смаження становить 150...160 °С протягом 300 секунд. Дослідження динаміки процесу смаження у ФЗС встановило, що за 30 секунд тиск у середовищі досягає $9 \cdot 10^3$ Па, через 90 секунд – $28 \cdot 10^3$ Па, на 120-й секунді – $35 \cdot 10^3$ Па, а до 300-ї секунди – $42 \cdot 10^3$ Па, що дозволяє прогнозувати перебіг процесу.

Аналіз зміни жирового середовища показав, що на першому етапі смаження швидкість втрати жиру становить $52,5 \cdot 10^{-3}$ %/с, тоді як на другому етапі вона залишається практично незмінною. Найбільша різниця у вмісті жиру спостерігається між 120–150 секундами смаження, досягаючи 12 % від загального жировмісту. По завершенню процесу загальний вміст жирового середовища становить 5,4 %, що підтверджує ефективність застосування штучного охолодження у ФЗС.

Список використаних джерел

1. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Mikhaylov, V., & Liashenko, B. (2023). Improving a technique for making fried meat chopped semi-finished products in functionally closed environments with the addition of blended dried semi-finished product. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(11 (125)), 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.290134>
2. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Liashenko, B., Mikhaylov, V., Budnyk, N., Kainash, A., Bondar, M., Skoromna, O., & Ibaiev, E. (2022). Development of apparatus for frying semi-finished meat cut. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11 (117)), 69–76. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259433>
3. Михайлов В. М., Загорулько О. Є., Загорулько А. М., Касабова К. Р., Шидакова-Каменюка О. Г., Дмитревський Д. В. (2024). Апаратурно-технологічні аспекти виробництва функціональних плодово-ягідних паст для пастильно-мармеладних виробів. *Наукові праці НУХТ*, 30(6), 99–109. DOI: 10.24263/2225-2924-2024-30-6-10
4. Design of a universal low-temperature rotary apparatus for making meat and vegetable products considering the integrated adaptive mechanism [Electronic resource] / A. Zahorulko, N. Penkina, T. Zhelieva, H. Chmil, M. Prykhodko, O. Kobets, S. Need // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. - 2024. - Vol. 3, Issue 11 (129). - P. 14-24. - DOI 10.15587/1729-4061.2024.305550

5. Zagorulko, A., Kasabova, K., Zahorulko, A., Shydakova-Kameniuka, O., Ponomarenko, N., Bereza, O., Gromov, A., & Kholobtseva, I. (2024). Improving the production technique of pat based on multicomponent fruit and berry paste. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(11 (128), 46–55. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.301651>

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ У ВОДОПОСТАЧАННІ ТА ВОДОВІДВЕДЕННІ

*А. О. Семенов, к. ф. м. н., доцент, професор кафедри
механічної та електричної інженерії*

*В. О. Скрипник, д. т. н., професор, професор кафедри
механічної та електричної інженерії*

*Р. М. Харак, к. т. н., доцент, доцент кафедри
механічної та електричної інженерії*

*М. В. Бондаревський, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

В умовах зростання екологічних викликів та необхідності раціонального використання ресурсів, енергоефективність стає особливо актуальною для агропромислового сектору [1]. Одними з найбільш енергозатратних процесів у сільському господарстві залишаються водопостачання та водовідведення [2], що зумовлює потребу в підвищенні ефективності насосного обладнання.

Насосні установки відіграють ключову роль у забезпеченні транспортування води, а розвиток автоматизованих систем управління вимагає сучасних підходів до експлуатації, діагностики та оптимізації роботи насосів з метою зменшення енергоспоживання. Виробничі підприємства, зокрема ПП «Полтавський ливарно-механічний завод», працюють над розробкою методик оцінювання ефективності застосування регульованих електроприводів (РЕП) у системах подачі й відведення води. Ці методики враховують вплив зміни швидкості обертання насосного обладнання на його продуктивність, надійність, рівень споживання електроенергії та загальну ефективність роботи систем [3].

Оцінювання доцільності впровадження регульованого електроприводу є важливим етапом у процесі прийняття інвестиційних рішень щодо впровадження енергозберігаючих технологій. До уваги беруть витрати на модернізацію та прогнозовані економічні вигоди. Найвищий рівень енергозбереження досягається за умови правильного вибору параметрів регулювання, що включає контроль тиску у важливих точках мережі подачі води. Високі показники енергоефективності можливі лише за умов оптимального рівня заповнення приймальних резервуарів. Серед ключових чинників, що впливають на економію енергії, виділяють характеристики насосів, гідравлічні властивості трубопроводів та кількість залучених насосів [4].

Згідно з результатами досліджень, впровадження РЕП дозволяє зменшити обсяг спожитої води на 3–5% протягом певного періоду. При цьому економія електроенергії може сягати 5-20% у системах водопостачання, а в каналізаційних насосних станціях – 5-15%. У деяких випадках, наприклад, при зменшенні

діаметра трубопроводу, цей показник може досягати 25-30%. Проте дані про 40-60% економії, які іноді подаються в рекламних матеріалах, потребують критичного аналізу, оскільки такі результати можливі лише за умови повного узгодження параметрів насосного обладнання із характеристиками системи: заміна електродвигуна, підбір робочого колеса або зміна конструктивних параметрів.

Практичний досвід свідчить, що перед впровадженням регульованих електроприводів доцільно адаптувати параметри насосного агрегату до особливостей мережі трубопроводів. Максимального ефекту досягають завдяки таким заходам, як оптимізація характеристик робочого колеса, вибір двигунів із відповідною частотою обертання та комплексне поєднання методів регулювання з елементами діагностики [5].

Застосування РЕП у насосних системах дає змогу адаптувати роботу обладнання до реальних потреб водопостачання та водовідведення, забезпечуючи його ефективну та енергозберігаючу експлуатацію. Тому для досягнення максимальної продуктивності та енергоефективності насосних агрегатів необхідно враховувати кілька важливих чинників: оптимізацію робочих характеристик насосів, впровадження систем з регулюванням частоти, контроль тиску в мережах, а також організацію автоматизованого моніторингу і діагностики роботи системи.

Список використаних джерел

1. Аграрний сектор України на шляху до євро інтеграції: монографія / Авт. кол. Бетлій М. та ін.; за ред. О. М. Бородіної. Ужгород: ІВА, 2006. 496 с
2. Семенов А. О., Скрипник В. О., Харак Р. М., Супрович О. С. Обґрунтування раціональних параметрів електроприводів насосних агрегатів для систем агропромислового комплексу. Збірник наукових праць НУК, 2024, №3 (496). С. 80-86.
3. Насоси, агрегати [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://plmz.com.ua/ua/home-ua2/nasosi-agregati> Полтавський ливарно-механічний завод. Дата звернення: 07.03.2025.
4. Семенов А. О., Харак Р. М., Бичков Я. М., Скрипник В. О. Ефективність регульованого електроприводу в насосних установках водозабезпечення. Slovak international scientific journal. 2024. № 82. С. 23–27.
5. Семенов А.О., Семенова Н.В. Підвищення ефективності насосів для перекачування пульпи цукрових заводів з використанням експрес-діагностики. Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування: матеріали V Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції (м. Полтава, 21-22 лютого 2023 р.). Полтава: ПДАУ, 2023. С. 153-157.

THE OPTIMAL QUANTITY OF INDIVIDUAL PRODUCTS IN THE TANKS OF PACKAGING MACHINES

*Anton Kokhan, recipient of higher education with
the degree of Doctor of Philosophy
Lyudmila Kryvoplias-Volodina, professor, doctor of technical sciences,
head of the Department of Mechatronics and Packaging Technology
National University of Food Technologies, Kyiv*

Ensuring continuous supply of products and acceptable geometric parameters of the magazine-accumulator determine its capacity. In this case, the conditions of reliability of continuous operation of the mechanism must be met. In ideal conditions, when the probability of failure-free operation is equal to one, the dimensions of the accumulator can be unacceptably large. Depending on the layout of the production line for the packaging of products, storage devices can be horizontal, vertical, curved, combined, as well as single- and multi-stream.

To design optimal storage design schemes, it is necessary to know the count of products in the storage device to ensure continuous operation of the packaging machine and the duration of removal of a single product or group of products from the tank. To determine the required number of products in the storage device, it is recommended to use the theory of random processes. This can be explained by the fact that the change in the number of products in the storage device is a random process and can be considered as a fluctuation in the probability level relative to the specified limits.

The analysis of existing designs of packaging machines has shown that the main options for feeding the product from the storage device are the movement of the product due to gravity (systems with free separation of the product) or with the help of special pushing and conveying devices (systems with forced separation of the product). The release of the product can occur from the top, bottom or side of the storage device.

One of the ways to increase the efficiency of the operation of separating a single product from the store of a storage device is to use an impulse effect on the stack of products. This method allows you to reduce the frictional forces between the product and its stack during the process of individual separation. Varieties of this effect are vibration and the action of a vertical shock impulse on the stack of products in the store. In vibrating devices, during their operation, a useful force directed at a certain angle occurs. The vertical component of this force weakens the frictional force between the part to be separated and the stack, the horizontal component ensures the movement of a single product. Accordingly, when adjusting the force, the vertical and horizontal components change simultaneously. An alternative to vibration can be a shock effect on the stack of products in the drive, directed vertically. The use of such an impact mechanism provides an opportunity to separately adjust and study the effect of the force applied vertically, depending on the structural and mechanical properties of a particular food product, to ensure high-quality separation from the stack and maintain its integrity and geometric dimensions.

According to the theory of mass service, the probability P_0 that there will not be a single product in the drive with n products at a given duration of operation of the automatic machine and the known laws of receipt of products for packaging can be determined by the formula:

$$P_0 = \frac{1 - \frac{p_{-1}}{p_{+1}}}{1 - \left(\frac{p_{-1}}{p_{+1}}\right)^n} \left(\frac{p_{-1}}{p_{+1}}\right)^{n-1},$$

where $p-1$ is the probability of products entering the storage per unit of time $k-1$;
 $p+1$ is the probability of entry into the storage per unit of time $k+1$ products;
 k is the productivity of one flow of the packaging machine.

Assuming that the probability of having a number of products n in the storage device

$$P_n = P_0 \left(\frac{p-1}{p+1} \right)^{n-1},$$

then the number of products in the storage device, which provides a given probability of its use, is determined:

$$n_{min} = 1 + \frac{\lg \frac{P_0}{1 + (P_0 - 1) \left(\frac{p-1}{p+1} \right)}}{\lg \left(\frac{p-1}{p+1} \right)}.$$

To ensure the continuous operation of the automatic packaging machine, it is desirable to have $n > n_{min}$. However, for low-strength or fragile products (confectionery, bakery), the number of products is limited by the condition of their strength. The permissible number of products in the drive depends on its design scheme.

To ensure the continuous operation of the automatic packaging machine and the integrity of the packaged products, additional devices are sometimes used to reduce the driving force of moving products from the storage device to the packaging machine or curvilinear unloaders.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ КРІОПОДРІБНЮВАЧА НА ЕТАПІ ПІДГОТОВКИ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ДО КОМПЛЕКСНОЇ ПЕРЕРОБКИ

***В. О. Потапов**, д. т. н., професор, професор кафедри інтегрованих
електротехнологій та енергетичного машинобудування
Д. В. Білий, асистент кафедри інтегрованих електротехнологій та
енергетичного машинобудування
Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

Організація ефективного подрібнення волокнистої рослинної сировини: листя, стебел, злаків і трав, як етап підготовки для її подальшої переробки, в даний час є актуальною темою досліджень в сільськогосподарському секторі виробництва.

В сільському господарстві для подрібнення рослинної сировини часто використовують дробильні агрегати з молотками. Але ефективно подрібнити волокнисті матеріали в них неможливо, оскільки сила удару молотків є недостатньою, щоб подрібнити гнучкі частинки листків і стебел і розірвати їх волокна. Під час роботи дробильної установки з молотками недостатньо подрібнені частинки рослин налипають на молотки, зменшуючи силу їх удару [1, 2]. Крім того, вони закупорюють відчинки сита, перешкоджаючи видаленню

подрібненої сировини з робочої камери дробильної установки, що викликає її переповнення. Причиною цього є те, що висушені елементи вегетативної маси рослин, особливо листя, мають низьку швидкість виростання через малу масу та велику площу поверхні. Це призводить до того, що молотковий удар дробильної установки не може повністю розділити велику частинку сировини на дрібніші [3,4].

Дробильні агрегати, робочими органами яких є ножі, більш ефективно подрібнюють і подрібнюють волокнисту рослинну сировину, але проблема очищення сит в них не вирішена. Оснащення дробильної установки вбудованим вентилятором частково вирішує проблему очищення сит, але призводить до значного збільшення енергоємності процесу дроблення та ускладнення конструкції машини. Тому вивчення досвіду експлуатації дробильних установок показало, що проблема енергоефективного подрібнення волокнистої рослинної сировини, в тому числі стеблових рослинах, досі не вирішена [5].

Величина часток сировини, подрібненої різними способами, не відображає у повній мірі якість підготовки сировини для переробки. Тому при виборі способу подрібнення необхідно врахувати не тільки розмір часток, але й такий технологічний параметр, як міра зруйнованості біологічної тканини, яка дає більш об'єктивну оцінку якості подрібнення.

Міра руйнування біологічної тканини ($X_{зр}$) виражається відношенням кількості видобутих речовин, які знаходяться на поверхні подрібненої сировини, що вільно переходить у розчинник при зменшенні твердої та рідкої фаз, до кількості цих речовин, які містяться у сировині:

$$X_{зр} = \frac{M}{M_0} * 100\%,$$

де M_0 – кількість речовин, які містяться у сировині, %; M – кількість речовин, які знаходяться на поверхні подрібненої сировини, %.

Порівняльний аналіз різних способів подрібнення на молотковій, дисковій та валковій дробарках, а також комбінованого способу (спочатку на молотковій або дисковій дробарках з наступним вальцюванням та навпаки) показав, що сировина, подрібнена комбінованим способом, має найбільш високу міру зруйнованості рослинної тканини. Разом з тим згідно з наявними літературними даними [6-7] для реалізації високоякісного диспергування початкової сировини необхідно використовувати кріогенні млини. У зв'язку з цим в експериментах по вивченню процесу кріосублімації і хладонової екстракції проводилось на роторно-ударних кріогенних млинах, які використовують у якості холодоагенту рідкий азот.

Зображений на рис. 1, кріомлин забезпечує подрібнення свіжозамороженої біологічної сировини з продуктивністю 50...150 кг/год [8].

Кріоподрібнювач працює за наступною схемою: заморожена сировина подається в завантажується в бункер 1, звідки за допомогою дозатора 2 поступово подається в шнековий живильник 3. Мотор-редуктор 4 обертає шнек

5, який переміщує сировину в камеру подрібнення 6. Для додаткового охолодження сировини до потрібних температур в камеру подрібнення подається азотна паро-рідинна суміш через штуцер 10. Подрібнення сировини відбувається в камері 6 за допомогою рухомих білів 7 з швидкістю 55 м/с, за рахунок електродвигуна 8. Автоматичний регулятор температури 9 контролює температуру середовища в камері подрібнення і живильнику в межах $-40 \dots -150$ °С, який регулює подачу холодоагенту через штуцера 10 і 11. За рахунок відцентрових сил і надлишкового тиску парів азоту, які створюються в камері подрібнення, подрібнена сировина виштовхується через вхідну сітку 12 і рукав 13 в приймальну ємкість 14. Робочі електричні вузли кріоподрібнювача, які розміщуються на опорній станині 15 керуються пультом 16. Ступень подрібнення і розмір сировини визначається температурою середовища в камері подрібнення та розміром вхідної сітки, які можна змінювати в діапазоні 0,5-5 мм. Таким чином від умов експериментального дослідження середній розмір часток може приймати величину від 10 до 500 мкм.

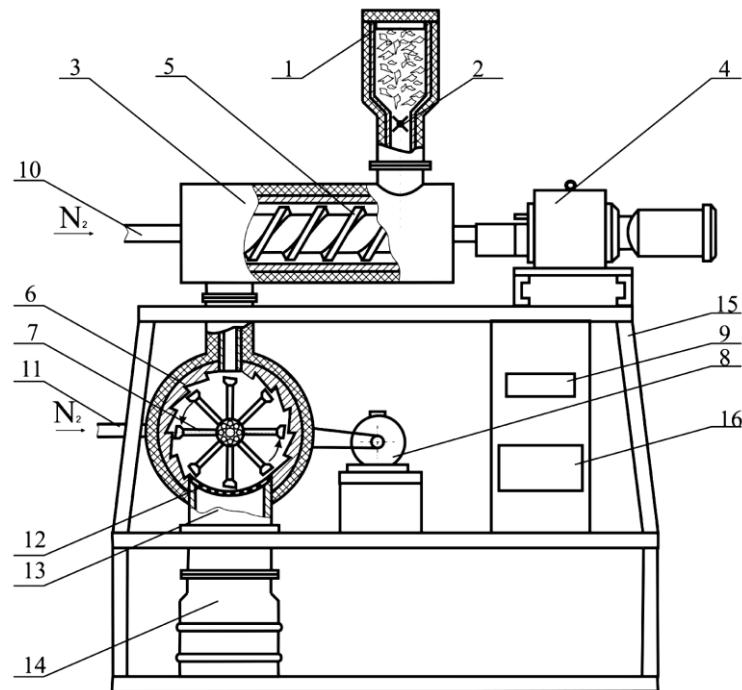


Рис. 1. Кріогенний подрібнювач

Кріогенне подрібнення рослинної сировини має ряд основних переваг, що дозволяє оптимізувати процес кріоподрібнення: отримувати вихідні частки рослинної сировини більш менших розмірів не змінюючи вихідних сіток; запобігати перегріву продукту в місцях розриву тканини сировини; експлуатувати кріомлини при більш високих температурах завдяки гнучким зрушенням і утворення тріщин в кристалах льоду; виключати попадання атмосферної вологи на готовий охолоджений продукт.

Список використаних джерел

1. Kakolaki M. Influence of feed moisture and hammer mill operating factors on bagasse particle

size distributions / M. Kakolaki, M. Kinamehr, B. Abooali // *Agricultural Engineering International*. 2020. Vol. 22, № 1. 180-188.

2. J. Tumuluru. Grinding energy and physical properties of chopped and hammer-milled barley, wheat, oat, and canola straws / J. Tumuluru, L. Tabil, Y. Song, L. Kingsley, V. Meda // *Biomass and Bioenergy*. 2014. 60. 58-67.

3. Bratishko V. Results of experimental studies of stem raw material chopper / Bratishko V, Milko D, Kuzmenko V, Achkevych O // 20th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. 2021. 797-803.

4. Charee S. Effects of moisture content and blade cutting speed on the chopping and size distribution of sugarcane leaves for the production of fuel biomass / S. Charee, S. Sudajan, C. Junsiri, K. Laloon, C. Oupathum // *Agricultural Engineering International*. 2021. Vol. 23, № 2. P. 152-161.

5. Mayer C. Comminution of Dry Lignocellulosic Biomass, a Review: Part I. From Fundamental Mechanisms to Milling Behaviour / C. Mayer, N. Blanc, K. Rajaonarivony, X. Rouau // *Bioengineering*. 2018. Vol. 5, № 2:41. 1-14.

6. Веркин Б.И. Биохимическая характеристика плодово-ягодных порошков, полученных при помощи криогенной технологии / Б.И. Веркин, Р.Ю. Павлюк, В.Ф. Удовенко // Вторая Всесоюз. конф. «Механизмы криоповреждения и криозащиты биологических объектов». – Харьков, 9-11 окт. 1984: Тез. докл. Т. II. 197.

7. Веркин Б.И. Разработка криогенной технологии получения и хранения плодово-ягодных порошков / Б.И. Веркин, Р.Ю. Павлюк, Г.И. Максименко // Тез. докл.: Всесоюз. науч.-практ. конф. «Интенсификация производства и применения искусственного холода». – Ленинград, 16-18 окт. 1986. Секц. Применение холода в пищевой промышленности, процессы и оборудование предприятий АПК. 45-46.

8. Osetsky A.I.. Cryogenic Technologies in Production of Pharmaceutical, Cosmetic, Agrotechnical Formulations and Biologically Active Food Additives / A.I. Osetsky, V.I. Grischenko // *Probl Cryobiol Cryomed*. 2009. Vol. 16, № 4. 488–499.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПОПЕРЕМІННОГО СТИСНЕННЯ М'ЯСА ЯЛОВИЧИНИ ПІД ЧАС КОНДУКТИВНОГО ЖАРЕННЯ

*В. О. Скрипник, д. т. н., професор, професор кафедри
механічної та електричної інженерії*

*А. О. Семенов, к. ф. м. н., доцент, професор кафедри
механічної та електричної інженерії*

*Р. М. Передерій, здобувач вищої освіти ступеня доктор філософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

У роботі розглядаються потенційні можливості використання поперемінного стиснення м'яса яловичини під час процесу жарення. Проаналізовано вплив механічного стискання на фізико-хімічні властивості м'яса, зокрема на його ніжність, вологоутримання, теплопередачу та загальну якість готового продукту. Досліджено існуючі технології обробки м'яса, що включають механічний вплив, та їх вплив на кінцевий результат теплової обробки. Оцінено потенційні переваги та недоліки застосування поперемінного стиснення під час жарення яловичини з точки зору покращення технологічних параметрів, органолептичних характеристик та енергоефективності процесу.

Жарення є одним із найпоширеніших методів термічної обробки м'яса, що дозволяє досягти характерного смаку, аромату та хрусткої скоринки. Однак,

традиційний процес жарення може призводити до значних втрат вологи, нерівномірного прогрівання та затвердіння окремих ділянок м'яса, що негативно впливає на його якість.

В останні роки зростає інтерес до інноваційних методів обробки харчових продуктів, спрямованих на покращення технологічних та споживчих властивостей. Одним із таких підходів є застосування механічного впливу, зокрема стискання, на м'ясо перед або під час термічної обробки. Попередні дослідження показали, що контрольоване стискання може змінювати структуру м'язових волокон, покращувати теплопровідність та масообмін, що потенційно може призвести до покращення якості жареного м'яса.

Метою роботи є дослідження можливостей використання поперемінного стиснення м'яса яловичини безпосередньо під час процесу жарення. Розглядаються потенційні механізми впливу такого підходу на фізико-хімічні зміни в м'ясі та його наслідки для якості готового продукту.

Існуючі дослідження в галузі обробки м'яса механічними методами зосереджуються переважно на попередній обробці, такій як тендеризація за допомогою ударних хвиль, ультразвуку або механічного розм'якшення. Ці методи спрямовані на руйнування сполучної тканини та покращення ніжності м'яса.

Щодо застосування стискання під час термічної обробки, дослідження є менш поширеними. Проте, відомо, що контрольований тиск може впливати на:

- вологоутримання: стискання може сприяти кращому утриманню внутрішньої вологи в м'ясі, зменшуючи її втрати під час нагрівання. Це може призвести до утворення більш соковитого готового продукту;
- теплопередачу: зміна щільності та структури м'яса під впливом стискання може впливати на коефіцієнт теплопровідності, потенційно прискорюючи та вирівнюючи процес прогрівання;
- текстура: контрольоване стискання може змінювати орієнтацію та щільність м'язових волокон, що може впливати на кінцеву текстуру м'яса, роблячи його більш ніжним або пружним залежно від параметрів стискання;
- масообмін: стискання може впливати на міграцію розчинних речовин, таких як сіль та спеції, вглиб м'яса, покращуючи його смакові якості [1].

Поперемінне стискання, на відміну від статичного, передбачає періодичне прикладання та зняття тиску. Такий підхід може мати додаткові переваги, наприклад, сприяти більш ефективному видаленню випареної вологи з поверхні м'яса, що може покращити процес утворення скоринки.

Застосування поперемінного стиснення під час жарення яловичини може впливати на м'ясо через кілька основних механізмів:

- механічний вплив на структуру м'язових волокон: періодичне стискання може призводити до мікроскопічних змін у структурі м'язових волокон, таких як часткове руйнування міофібрил та колагенових волокон. Це може сприяти підвищенню ніжності готового продукту;
- вплив на вологоутримання: під час нагрівання м'ясо втрачає вологу. Поперемінне стискання може створювати градієнт тиску, який сприяє перерозподілу вологи всередині шматка м'яса, зменшуючи її витікання назовні та

зберігаючи соковитість. Періодичне зняття тиску може сприяти виведенню пари з поверхні, що важливо для формування якісної скоринки;

- покращення теплопередачі: зміна щільності м'яса під впливом стискання може збільшити площу контакту між м'ясом та поверхнею жарення, покращуючи передачу тепла. Крім того, періодична деформація може сприяти конвективному перемішуванню внутрішньої вологи, що вирівнює температуру всередині шматка;

- вплив на хімічні реакції: стискання може впливати на швидкість хімічних реакцій, що відбуваються під час жаріння, зокрема реакцій Майяра, які відповідають за формування смаку та кольору скоринки. Зміна концентрації реагентів під впливом стискання може впливати на інтенсивність цих реакцій [1-3].

Застосування поперемінного стиснення під час жарення яловичини може мати ряд потенційних переваг:

- покращення текстури: можливість отримання більш ніжного та соковитого м'яса за рахунок механічного впливу на м'язові волокна та кращого утримання вологи;

- прискорення процесу жарення: покращена теплопередача може скоротити час приготування, що може призвести до економії енергії;

- підвищення рівномірності прогрівання: контрольоване стискання може забезпечити більш рівномірний розподіл тепла всередині шматка м'яса, запобігаючи пересушуванню зовнішніх шарів та недогріву внутрішніх;

- покращення утворення скоринки: ефективне видалення вологи з поверхні під час періодів зняття тиску може сприяти більш швидкому та якісному формуванню хрусткої скоринки;

- можливість використання менш якісної сировини: попередня обробка стисканням може покращити ніжність низькосортного м'яса яловичини, розширюючи спектр використовуваної сировини;

- покращення смакових якостей: за рахунок оптимізації реакцій Майяра [1-4].

Разом з тим, застосування поперемінного стиснення під час жарення яловичини може мати ряд потенційних недоліків та складностей:

- необхідність розробки спеціалізованого обладнання: для реалізації цієї технології потрібне розроблення установок для жарення, здатних здійснювати контрольоване поперемінне стискання м'яса;

- складність оптимізації параметрів стискання: вибір оптимальних параметрів стискання (амплітуда, частота, тривалість) для різних сортів яловичини та бажаного ступеня просмаження потребує ретельних досліджень;

- можливий негативний вплив на зовнішній вигляд: надмірне стискання може призвести до деформації шматка м'яса та погіршення його товарного вигляду;

- ризик нерівномірного стискання: забезпечення рівномірного стискання по всій площі контакту м'яса з поверхнею жарення може бути технічно складним завданням;

– вплив на енергоспоживання: робота механізмів стискання може призвести до збільшення енергоспоживання процесу жаріння;

– потенційні зміни органолептичних властивостей: неконтрольоване стискання може призвести до небажаних змін у смаку та ароматі готового продукту [4].

Для поглибленого розуміння можливостей використання поперемінного стиснення під час жарення яловичини необхідні подальші наукові дослідження, які повинні включати:

– детальне вивчення впливу різних параметрів поперемінного стискання (частоти, амплітуди, тиску) на фізико-хімічні властивості м'яса (вологоутримання, втрати маси, текстуру, теплопровідність);

– дослідження впливу поперемінного стискання на кінетику реакцій Майяра та утворення ароматичних сполук під час жарення;

– оцінка органолептичних характеристик (смак, аромат, текстура, зовнішній вигляд) яловичини, обробленої з використанням поперемінного стискання, за допомогою сенсорного аналізу;

– розробка та оптимізація конструкцій обладнання для жарення, здатного здійснювати контрольоване поперемінне стискання;

– проведення порівняльного аналізу енергоефективності традиційного методу жарення та методу з використанням поперемінного стискання;

– дослідження можливостей комбінування поперемінного стискання з іншими методами попередньої обробки м'яса;

– оцінка економічної ефективності впровадження обладнання для жарення в умовах поперемінного стискання в промислове виробництво.

Використання поперемінного стиснення під час жарення м'яса яловичини є перспективним напрямком, який може відкрити нові можливості для покращення якості готового продукту, оптимізації технологічного процесу та розширення асортименту м'ясних страв. Однак, для повної реалізації потенціалу цієї технології необхідні подальші фундаментальні та прикладні дослідження, спрямовані на вивчення механізмів впливу стискання на м'ясо, оптимізацію технологічних параметрів та розробку відповідного обладнання. Ретельні наукові дослідження дозволять визначити оптимальні режими поперемінного стискання для м'яса яловичини різних сортів, забезпечуючи отримання високоякісного жареного м'яса.

Список використаних джерел

1. Підвищення енергетичної і ресурсної ефективності процесів і апаратів кондуктивного жарення м'яса : монографія / Скрипник В. О., Молчанова Н. Ю., Фарісеєв А. Г., Тарасенко Д. С. Полтава : ПП «Астроя», 2024. 274 с. URL : <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/13830> (дата звернення - 23.05.2024 р.).

2. Douglas Baldwin. Heat Transfer in Meat (2019). Handbook of Molecular Gastronomy: Scientific Foundations and Culinary Applications. URL : https://douglasbaldwin.com/media/Heat_Transfer_in_Meat_for_CRC%20Handbook.pdf (date of application - 04/02/2025).

3. Prince Kumar. Understanding Heat Transfer Mechanisms in Food Processing (2023). *Food Processing & Engineering-II*. Nov 2. URL : <https://agriculture.institute/food-processing-and-engineering-ii/heat-transfer-mechanisms-food-processing/> (date of application - 04/02/2025).

4. Vyacheslav O. Skrypnyk, Andrii G. Farisieiev. Analytical model of heat treatment of meat products with high content of connective tissue in vacuum termapackets (2019). *Journal of Chemistry and Technologies*, 27(2), 201-211. <https://doi.org/10.15421/081920>.

ВТРАТИ МАСИ ЗАМОРОЖЕНИХ ФРУКТОВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ЯБЛУК ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ

*І. Л. Заморська, д. т. н., професор,
професор кафедри харчових технологій,
Уманський національний університет, м. Умань*

Основними напрямками поліпшення харчування населення України є застосування інтенсивних технологій виробництва харчових продуктів, використання потенціалу рослинної сировини вітчизняного походження та створення продуктів харчування, збагачених есенціальними мікронутрієнтами [1].

З метою зниження ризику розвитку серцево-судинних захворювань, пухлинних процесів, погіршення когнітивних здібностей та інших захворювань, а також для запобігання дефіциту мікроелементів Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) рекомендує щоденне споживання від п'яти до восьми порцій (400...600 г) фруктів і овочів [2].

Фрукти, ягоди та овочі є основним джерелом вітамінів, особливо С, А, Е, групи В, мінеральних сполук та харчових волокон з внеском на рівні 91% вітаміну С, 48% вітаміну А, 27% вітаміну В₆, 17% тіаміну та 15% ніацину, а також 16% магнію та 19% заліза [3].

Заморожена плодово-ягідна продукція користується значним попитом серед споживачів [4], а промислове виробництво швидкозаморожених готових страв та напівфабрикатів сприяє організації збалансованого харчування населення, в тому числі через систему громадського харчування.

Метою роботи було удосконалення технології заморожених напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів.

Дослідження проводили на кафедрі харчових технологій Уманського національного університету з яблуками сорту Голден Делішес. Підготовку сировини виконували за загальноприйнятими рекомендаціями, що включали: очищення яблук від шкірочки, видалення серцевини, різання на частинки розміром 10×10 мм. Частинки яблук бланшували у 0,1% розчині лимонної кислоти за температури 85 °С впродовж 2...5 хв з метою попередження потемніння продукту, після чого охолоджували та підсушували. Підготовлені

частинки яблук занурювали у розчин мальтодекстрину марки DE 15-20 польського виробництва з концентрацією 1, 2, 3, 4, 5, 6% та підсушували. Контроль – яблука без попередньої обробки. Заморожування яблук здійснювали за температури мінус $30 \pm 1^\circ\text{C}$, фасували у поліетиленові пакети з плівки марки Н, масою до 500 г та зберігали впродовж 6-ти місяців за температури мінус $18 \pm 1^\circ\text{C}$. Втрати маси яблук під час заморожування та впродовж зберігання визначали методом зважування фіксованих проб.

В результаті досліджень виявлено, що втрати маси напівфабрикатів внаслідок заморожування склали 1,8...2,3%, залежно від концентрації мальтодекстрину в розчині (рис. 1). Підвищення концентрації розчину мальтодекстрину для обробки яблук призводило до зниження втрат за мінімальних – з використанням концентрації 6%, з нижчими на 0,5% втратами.

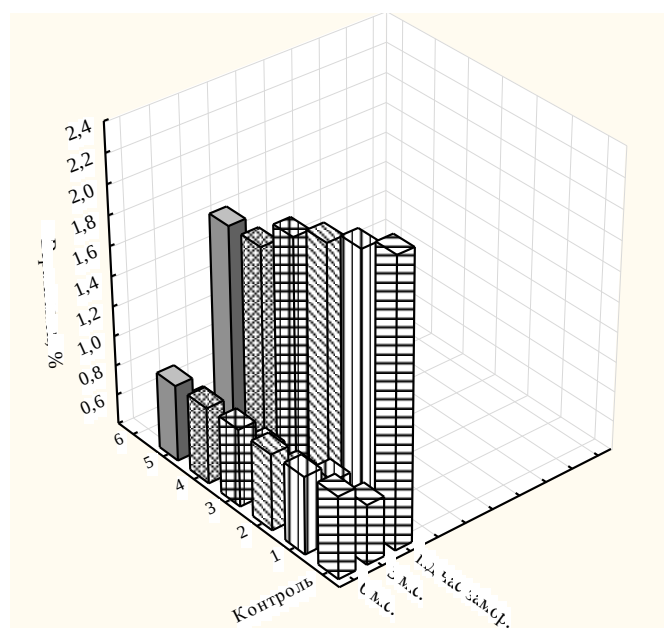


Рис. 1. Втрати маси фруктових напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів, %

Втрати маси заморожених напівфабрикатів впродовж зберігання коливалися в межах 0,68...0,8 % та суттєво не різнилися залежно від концентрації мальтодекстрину в розчині. В кінці періоду зберігання розмір втрат склав 0,91...0,95 %.

Отже, попередня обробка напівфабрикатів з яблук перед заморожуванням у розчині мальтодекстрину сприяла зниженню втрат маси на 0,1...0,5 % внаслідок заморожування за неістотної різниці значень досліджуваного показника впродовж зберігання.

Список використаних джерел

1. Горач О.О. Проблеми та перспективи розвитку виробництва безглютенкових продуктів харчування в Україні. Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки. 2022. №3. С. 128-132.
2. Rodriguez-Casado A. The health potential of fruits and vegetables phytochemicals: notable examples. Critical reviews in food science and nutrition. 2016, Vol. 56(7), 1097-1107.
3. Nayak B., Liu R. H., Tang J. Effect of processing on phenolic antioxidants of fruits, vegetables, and grains-a review. Critical reviews in food science and nutrition. 2015, Vol. 55(7), 887-918.
4. Neri L., Faieta M., Di Mattia C., Sacchetti G., Mastrocola D., Pittia P. Antioxidant activity in frozen plant foods: Effect of cryoprotectants, freezing process and frozen storage. Foods. 2020, Vol. 9(12), 1886.

НАЧИНКА З АЙВИ ДЛЯ ВИПІЧКИ

*А. Ю. Токар, д. с.-г. н., професор,
професор кафедри харчових технологій
Уманський національний університет, м. Умань*

У кондитерській, хлібопекарній та кулінарній продукції широко використовуються різноманітні плоди, ягідні начинки та наповнювачі, що користуються неабияким попитом через свою функціональність. Вживання таких продуктів є необхідним для забезпечення основ здорового харчування, бо вони містять оптимальну кількість речовин, необхідних для підвищення опірності організму до шкідливої дії навколишнього середовища, зменшення накопичення токсинів в організмі, прискорення їхнього виведення. Їх відносять до функціональних продуктів завдяки інгредієнтам, здатним нейтралізувати фактори ризику від шкідливої дії, а також забезпечити необхідні функціональні властивості. Зокрема харчові волокна, мінеральні речовини, а особливо антиоксиданти – β -каротин, аскорбінова кислота, полі феноли. Природним джерелом цих фізіологічно і біологічно активних компонентів є фрукти та овочі [1].

Консервна промисловість виробляє повидло, начинки, підварки, джеми, які характеризуються недостатньою термостабільністю і потребують додаткового внесення пектину, що знижує їхню натуральність. Тому приготування наповнювачів з фруктової й овочевої сировини з відповідними функціональними та термолабільними властивостями є актуальним.

Плоди айви називають «складним яблуком». Цей плід з п'ятьма багато насіннєвими гніздами, шароподібної чи грушовидної форми лимонного кольору [2]. У плодах айви цукри представлені глюкозою і фруктозою, міститься багато зольних елементів, серед яких калій, залізо, кальцій, фосфор, мідь. Та особливо багато пектинових сполук і дубильних речовин. Здавна айву відносили до особливих лікарських рослин. Цукру у стиглих плодах айви до 10,85%, у тому числі фруктоза до 6,27, дубильні речовини – 0,66, протопектини – 4,7, органічні кислоти – 1,22%. У шкірочці знайдено енантово-етилловий і пелларгоново-етилловий ефіри, які надають плодам специфічного запаху [3, 4].

Дослідження проводили у науковій лабораторії кафедри харчових технологій Уманського національного університету впродовж 2022-2024 рр. Плоди айви

сортували, мили, видаляли насіннєву камеру і нарізали на кубики з розміром грані 5-8 мм. Нарізані плоди засипали цукром, на 10 частин айви добавляли одну частину цукру, перемішували. Залишали на 5-6 годин до виділення соку. Після настоювання суміш варили протягом однієї години, перемішували під час варіння, розфасовували за температури не нижче 95°C у підготовлені банки І-82-500, закупорювали, перевертали вниз кришкою і охолоджували на повітрі. Використовували за потреби як начинку для випічки, для чого відділяли від нарізаних плодів сироп через сито. Сироп використовували для компоту. Начинка з випічки не витікала.

За вмісту сухих розчинних речовин (СРР) у плодах айви 13-14% (табл.1), у них переважала фруктоза 6,0–6,3%, сахарози містилося 2,6–3,0%. Вміст пектинових речовин у плодах був досить високим. Вплив умов року позначався на накопиченні СРР, пектинових речовин, аскорбінової кислоти і β-каротину. На вміст титрованих кислот умови року істотно не впливали.

Таблиця 1

Вміст компонентів біохімічного складу у плодах айви

Рік урожаю	Масова частка, %			Вміст, мг/100г	
	СРР	пектинових речовин	титрованих кислот	аскорбінової кислоти	β- каротину
2022	13,0	3,6	1,3	26	0,52
2023	13,6	3,7	1,2	18	0,45
2024	14,0	4,0	1,1	24	0,56
НІР ₀₅	0,4	0,3	0,3	4,0	0,06

Вміст компонентів хімічного складу у начинці залежав від вмісту аналогічних у плодах та від кількості доданого цукру (табл. 2). Зокрема вміст СРР у начинці підвищився і знаходився в межах 21–22%. У начинці добре зберігалися пектинові речовини, титровані кислоти та β-каротин. Зниження вмісту аскорбінової кислоти пояснюється як розведенням за рахунок додавання цукру так і впливом руйнівних факторів – кисню і температури. Плоди айви у начинці були досить смачні й придатні для їхнього безпосереднього вживання, а не тільки для використання як начинки. Цукрово-кислотний індекс – оптимальний чи близький до такого.

Таблиця 2

Вміст компонентів біохімічного складу у начинці з айви

Рік урожаю	Масова частка, %			Вміст, мг/100г	
	сухих розчинних речовин	пектинових речовин	титрованих кислот	аскорбінової кислоти	β- каротину
2022	21,0	3,3	1,2	18	0,45
2023	21,5	3,4	1,1	12	0,40
2024	22,0	3,6	1,0	14	0,51
НІР ₀₅	0,3	0,2	0,2	3	0,04

Таким чином, плоди айви придатні для виготовлення натуральної термостійкої начинки для випічки. Начинка може вживатися безпосередньо як функціональний харчовий продукт цінний за вмістом пектинових речовин, аскорбінової кислоти і β -каротину.

Перелік використаних джерел

1. Устенко І. А. Характеристика збагачених напоїв на основі фруктових та овочевих наповнювачів. *Наук. пр. ОНАХТ*. Вип. 46, Т. 2, 24-28.
2. Що таке айва? <https://nv.ua/health/nutrition/ayva-polza-i-vred-kak-est-ayvu-50041090.html> (дата звернення 29.10.2020 р.).
3. Кангіна І.Б., Михайлова Є В., Каленич Ф.С. Довідник по якості плодів і ягід. Київ: Урожай, 1992. 224 с.
4. Хімічний склад айви. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B9%D0%B2%D0%B0>. (дата звернення 29.10.2020 р.).

БЕЗПЕКА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ У ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

К. В. Костецька, к. с.-г. н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій
Уманський національний університет, м. Умань

Недостатня увага до питання харчової безпеки, може призвести до серйозних наслідків, таких як отруєння споживачів, скарги та відмови від повторного відвідування ресторану, а також порушення законодавства щодо безпеки харчових продуктів. Тому важливо розглянути основні проблеми, які виникають у закладах ресторанного бізнесу щодо безпеки продуктів харчування, та запропонувати практичні шляхи їхнього вирішення.

Враховуючи фактори, що визначають безпеку продуктів і можливі джерела небезпеки сформовані *практичні рекомендації для ресторанного бізнесу*:

1. *Забезпечення чистоти у ресторані*. Важлива регулярна дезінфекція кожні 4...6 годин або після приготування небезпечних продуктів (м'яса, сирих яєць). Підтримування чистоти в ресторані є одним із ключових аспектів забезпечення безпеки харчових продуктів. Від санітарних умов залежать не лише здоров'я гостей та персоналу, але й репутація закладу.

Щоб забезпечити високий рівень чистоти, важливо впровадити регулярні процедури з прибирання, що включають щоденні, щотижневі та щомісячні заходи. Важливим є розроблення графіка прибирання, де слід вказувати конкретні обов'язки.

2. *Контроль температури та умов зберігання продуктів*. У разі доставки свіжих продуктів слід контролювати температуру кожного інгредієнта. У разі неправильного охолодження бактерії здатні розмножуватися швидше. Слід дотримуватися вимог температурного режиму під час зберігання харчових продуктів: швидкопсувні заморожені продукти – мінус 18°C; швидкопсувні охолоджені продукти, наприклад, м'ясо та риба – 0...7°C; сухі продукти, наприклад, крупа або паста – 16...21°C; швидкопсувні охолоджені продукти, наприклад, молоко або фрукти й овочі – 2...7°C.

Під час зберігання та створення запасів продуктів потрібно застосовувати систему використання продуктів у порядку надходження First In, First Out (FIFO).

3. *Використання одноразових рукавичок* під час оброблення сирих і готових продуктів знижує ризик перехресного зараження. Незалежно від виду

виконуваних робіт із продуктовою групою, існує чітка вимога до використовуваних одноразових рукавичок: вони повинні бути виготовлені з безпечного матеріалу, який при контакті з їжею не виділяє шкідливі речовини, що впливають на запах і смак продуктів. Харчовий поліетилен, латекс, вініл і нітрил є відповідними матеріалами одноразових рукавичок для контакту з їжею.

4. *Обслуговування кухонного інвентарю, обладнання.* Регулярна дезінфекція кухонного обладнання дозволяє уникнути накопичення бактерій і патогенів, що особливо актуально у місцях зберігання та оброблення сирих продуктів. Варто користуватися сертифікованими дезінфектантами, що рекомендовані для харчової промисловості.

Правильне зберігання інвентарю запобігає перехресному забрудненню та підвищує ефективність кухонних процесів. Важливо забезпечити чітке розмежування зон зберігання чистих і брудних інструментів. Належне зберігання інвентарю та спеціальні місця для оброблення брудного інвентарю дозволяють мінімізувати ризики забруднення. Слід впроваджувати щотижневі перевірки обладнання та ведення журналу чистоти, що допоможе уникнути великих витрат на ремонт або заміну інвентарю.

5. *Стратегія уникнення комах та гризунів.* Є кілька простих способів знизити ризик проникнення шкідливих організмів на кухні і робочі зони: уникати зберігання продуктів на підлозі; герметизувати отвори і тріщини; здійснювати регулярно видалення відходів; мінімізувати відчинення дверей і вікон без необхідності; встановити інсектицидні прилади для вилову літаючих комах і дератизаційне обладнання для гризунів; наявність договорів з професійною компанією з боротьби зі шкідниками з регулярним контролем за ситуацією на об'єкті. Співпраця з професійними службами дератизації допоможе зменшити ризик появи шкідників.

6. *Правила обслуговування клієнтів.* Офіціанти та персонал повинні дотримуватися правил гігієни, а також знати про алергени в стравах, які пропонують. Важливо забезпечити, щоб страва не була забруднена під час перенесення. Проведення регулярних тренінгів для офіціантів допомагає покращити їхню обізнаність про безпеку харчових продуктів. Варто інвестувати в теплові шафи або спеціальні термосервери для підтримки температури страв, що значно підвищує якість обслуговування.

7. *Навчання персоналу та сертифікація з безпеки харчових продуктів.* Існують спеціалізовані програми для кухарів і обслуговуючого персоналу, які охоплюють аспекти гігієни, зберігання продуктів, управління температурою і правила роботи з алергенами.

8. *Використання технологій для покращення безпеки харчових продуктів.* Інноваційні технології, такі як системи моніторингу температури, RFID-трекери та автоматизовані системи управління запасами, допомагають зберегти безпеку продуктів та підвищити ефективність у ресторанному бізнесі.

9. *Моніторинг і вдосконалення процедур безпеки.* Моніторинг та регулярне вдосконалення процедур безпеки дозволить ресторану підтримувати високий рівень якості послуг, оперативно реагувати на можливі ризики та відповідати очікуванням клієнтів. Аудити й інспекції дають змогу оцінити стан безпеки харчових продуктів, виявити слабкі місця у наявних процесах і внести необхідні корективи. Проведення регулярних аудитів – це не тільки дотримання законодавчих вимог, а й додатковий рівень контролю.

10. *Прийняття зворотного зв'язку від клієнтів.* Зворотний зв'язок від клієнтів відіграє важливу роль у виявленні потенційних проблем із харчовою безпекою, які не завжди помітні під час аудиту та інспектування. Особливо корисними є коментарі та відгуки щодо якості страв, часу очікування, чистоти приміщень, гігієнічних умов у санвузлах.

Висновки. Для покращення безпеки продуктів харчування важливо вжити практичних заходів, таких як: контроль якості продуктів, належне зберігання та оброблення, правильне використання продуктів і інвентаря, застосування чітких графіків, процедур і інструктажів. Для підвищення результативності, рекомендується регулярно переглядати наявні протоколи, удосконалювати систему навчання персоналу, а також проводити внутрішні перевірки. Інвестиції через використання інноваційних технологій для покращення безпеки харчових продуктів з часом окуповуються, оскільки допомагають уникнути великих фінансових та репутаційних втрат.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ХЛІБА ІЗ ПРОРОСЛОГО ЗЕРНА ПШЕНИЦІ

*О. П. Герасимчук, к. с.-г. н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій
Уманський національний університет, м. Умань*

Для розширення асортименту хліба і хлібобулочних виробів перспективним напрямом є використання цільного зерна пшениці, в яке природою закладені поживні речовини. Цільнозерновий хліб це не лише джерело харчових волокон, він містить в своєму складі також вітаміни, амінокислоти та широкий спектр мінеральних речовин. В порівнянні з хлібом виготовленим з борошна вищого сорту, цільнозерновий значно перевершує його за біологічною та харчовою цінністю. Крім того цінність та краща засвоюваність організмом хліба з пророслого зерна пшениці в тому, що в ньому важко засвоювані елементи переходять в більш прості, що сприяє утворенню додаткових простих вуглеводів, вітамінів та амінокислот [1].

Особливістю технології виробництва хліба з пророслого зерна пшениці, в порівнянні з традиційними способами, є тривалий етап підготовки зерна до переробки, а також є проблема мікробіологічної та екологічної безпечності сировини та готового продукту, оскільки ферментативний комплекс утворений в процесі пророщування зерна, може стати причиною отримання готових виробів низької якості саме за фізико-хімічними показниками [2]. Щоб запобігти вищезгаданім процесам, необхідно сприяти скороченню процесу підготовки зерна до переробки, підвищувати безпечність та якість хліба та хлібобулочних виробів.

Мета дослідження полягала в розробленні наукових та практичних рекомендацій щодо ведення технологічного процесу виготовлення хліба з пророслого зерна пшениці.

Дослідження по розробленню технології виготовлення хліба з пророслого зерна пшениці проводили в умовах науково-дослідної лабораторії кафедри харчових технологій Уманського НУС.

Перший етап роботи було присвячено теоретичному обґрунтуванню направленості досліджень, на другому етапі займались розробленням новітньої технології хліба з пророслого зерна пшениці з використанням густої зернової закваски.

Визначення тривалості проростання зерна пшениці залежно від умов зволоження і температурного режиму води під час замочування здійснювали в два етапи: під час проведення першого етапу дослідження замочування зерна здійснювали за температури 20°C (умови кімнатної температури), співвідношення води і зерна по варіантам дослідження становило 1:0,6; 1:0,8; 1:1; 1:1,2; 1:1,4; під час проведення другого етапу дослідження замочували зерно у воді різної температури (15, 20, 30 і 40°C). Для визначення оптимального дозування густої зернової закваски (20, 30, 40, 50%) проводили пробні лабораторні випічки хліба.

Методи дослідження якості сировини проводили за загальноприйнятими методиками: відбір проб зерна – по ГОСТ 13586.3–83; визначення сміттєвої і зернової домішок – по ГОСТ 30483–97; визначення зараженості і пошкодженості зерна шкідниками – по ГОСТ 13586.4–83; запах і колір зерна – по ГОСТ 10967–90; вологість зерна – по ГОСТ 13586.5–93; натура зерна – по ГОСТ 10840–64; маса 1000 зерен – по ГОСТ 10842–89; склоподібність зерна – по ГОСТ 10987–76; кількість і якість клейковини – по ГОСТ 13586.1–68; число падіння – по ГОСТ 27676–83.

Властивості тіста досліджували за такими показниками: титрована кислотність – по ГОСТ 5670; вологість – по ГОСТ 21094; пористість – по ГОСТ 5669; питомий об'єм – за загальноприйнятою методикою.

Аналізування готових пробних хлібних виробів проводили не раніше чотирьох годин та не пізніше 24 годин після їх випікання за наступними якісними показниками: органолептичні – по ГОСТ 5667–65; вміст вологи – за ГОСТ 21094–75; титрована кислотність – по ГОСТ 5670–96; пористість – по ГОСТ 5669–96; питомий об'єм – за загальноприйнятою методикою.

Обраний сорт озимої пшениці сорту Подолянка для проведення досліджень за технологічними і борошномельними властивостями відповідав вимогам до хлібобулочних виробів та може бути рекомендований до використання для виготовлення цільозернового хліба.

Було встановлено оптимальне співвідношення води та зерна (1:1) за мінімальної тривалості процесу (24 год) його пророщування до довжини паростків 1 мм. Оптимальна температура води для пророщування зерна пшениці озимої становила 20 °C. Зазначені параметри процесу пророщування зерна (співвідношення води та зерна, температурний режим і тривалість процесу пророщування) забезпечують оптимальний процес поглинання та розподілення вологи в зернівці, а також підвищення ферментної активності і прискорення розвитку проростка.

Зростання дозування густої зернової закваски із 20 до 50% під час виготовлення тіста із пророслого зерна пшениці сприяло зростанню вологості та

кислотності тіста, що в свою чергу сприяє покращенню фізико-хімічних та неістотному зниженню структурно механічних характеристик тіста.

Внесення густої зернової закваски в кількості 40 % від маси зерна пшениці під час виготовлення тіста сприяло одержанню хліба з більшим питомим об'ємом (на 11 %) та пористістю (на 15 %), а також кращою органолептичною оцінкою (68,5 балів проти 46,1 в контролі).

Список використаних джерел

1. Кравченко М. Ф., Криворучко М. Ю., Антоненко А. В. Структурно-механічні властивості прісного тіста з борошна пророщеного зерна пшениці. *Товари і ринки* : міжнар. наук.-практ. журнал, 2012, № 1, 82–88.

2. Турченко Л.О., Шевченко О.І., Шовгун О.О. Хлібопекарські властивості борошна і роль зовнішнього температурного чинника в їхній оцінці. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 2006, № 3, 22–33.

ВПЛИВ ПРОЦЕСІВ ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ БОРОШНА НА ЗМІНУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПІД ЧАС ЗАМІШУВАННЯ ТІСТА

**О. А. Єремєєва, к. т. н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій
Уманський національний університет, м. Умань**

Основною технологічною операцією, що визначає процеси інтенсифікації виробництва хлібобулочних виробів, є змішування тіста. Розуміння технологічних процесів змішування компонентів важливо враховувати, адже вони складаються з численних етапів і мають декілька особливостей.

На сьогоднішній день процеси змішування компонентів стали важливою галуззю, що базуються на вивченні механічних процесів. Основною метою є забезпечення максимального рівня взаємодії компонентів у кінцевій суміші, яка є тістом. Головними критеріями ефективності змішувача залишаються контрольовані взаємодії технологічних та конструктивних факторів на досягнення встановленого рівня однорідності суміші.

Адже удосконалення технологічного процесу змішування борошна і рідини є соціальним запитом, оскільки щоденне вживання хліба дієтичного та функціонального призначення впливає на здоров'я населення України.

Зазвичай для поліпшення якості продукції у праці автора [1], оптимальний рівень структуроутворення та гомогенізації може бути досягнутий за допомогою дискретно імпульсного введення компонентів та сприянні різної конструкції лопатевих змішувачів. У праці авторів [2] ефект зміни сили тертя між частинками компонентів може бути пояснений дифузійними процесами, які виникають на поверхні контакту компонентів. В своїх роботах вони намагаються мінімізувати ці явища, враховуючи переміщення частинок одного компонента між частинками іншого компонента. Тому мінімізація цих явищ є важливою задачею для підвищення ефективності роботи машини на процес якісного змішування.

Аналіз різноманітних джерел, таких як роботи авторів [3-5] дозволяє виділити деякі особливості зміни концентрації середовища при змішуванні та розглянути шляхи їх удосконалення. На їх погляд удосконалення управління процесом змішування включає в себе розробку та застосування нових методів та технологій, які дозволять ефективніше управляти його аспектами.

У своїх працях автори [6, 7] розглядають шляхи удосконалення стабільності змішування для подальшого можливого проектування нового покоління машин або модернізації робочих органів. Вони розглядають процес впливу конструкції машини на взаємодію компонентів з утворенням механічної суміші та насиченням її киснем. Отже, процес утворення суміші можна розглядати як поєднання дозування компонентів та їх переміщення під час дискретного процесу. Характер взаємодії цих двох етапів визначає всю суть процесу утворення суміші.

Мета дослідження – визначення механізму конструктивно-технологічного забезпечення процесу змішування.

Об'єкт дослідження – процес змішування компонентів борошна та рідкої фази у змішувачі з урахуванням впливу конструктивних та технологічних параметрів.

Предмет дослідження – закономірності формування рівномірної концентрації компонентів у середовищі та математичне моделювання цих процесів методом скінченних різниць із урахуванням параметрів.

Основна задача підходу першої стадії змішування, як моделі, це удосконалене розкриття поєднання цілого ряду ефективних процесів з додержанням параметрів. Суть цих процесів полягає у постійній зміні характеристик суміші при регулярному утворенні шарових зон контакту. Такий передбачуваний підхід призводить до планомірного перебігу процесу перемішування, який досягає стабільних параметрів структуроутворення.

У реальних умовах обертання робочого органу створює турбулентні потоки, що забезпечують перемішування компонентів, але ці потоки не є однорідними, і це може призвести до нерівномірного розподілу компонентів у просторі камери. Щоб врахувати ці ефекти, додано до рівняння параметр, що залежить від конструкції машини та умов роботи:

$$C_i^{n+1} = C_i^n - v \frac{\Delta t}{\Delta x} (C_i^n - C_{i-1}^n) + D(x, t) \frac{\Delta t}{\Delta x^2} (C_{i-1}^n - 2C_i^n + C_{i+1}^n) + \alpha \left(\frac{v}{R}\right) C_i^n \quad (1)$$

де α – коефіцієнт, що враховує гідродинамічні ефекти (наприклад, турбулентність), а v і R – швидкість потоку і радіус обертання робочого органу.

На основі рівняння (1) та даних побудовано графік (рис. 1). 3D-графік (рис. 1), показує еволюцію концентрації у просторі та часі на перших секундах дозування компонентів. Пік на графіку концентрації означає область та момент, де значення концентрації є найбільшим, тобто при початковій дозуванні. Концентрація різко зростає в місці подачі компонентів, що ще не встигла рівномірно розподілитися в системі. Завдяки перенесенню потоком і дифузії (розсіюванню), концентрація починає поступово перетворюється на плавну хвилю, яка рухається і рівномірно розподіляється у просторі.

Загальний аналіз математичного моделювання та уточнених розрахунків показали вплив часу на зміну концентрації. Важливу роль відзначає об'єм камери, що можна змінювати в процесі дослідження, а це створення більшого контакту захопленого потоком рідких компонентів.

Врахування дисипації у робочій камері змішувача, досягнуто зв'язок швидкості рідинного потоку і діаметра частинок борошна, як відзначили автори [4] в своїх дослідженнях.

Для досягнення цієї мети передбачено конструкцію робочого органу, що може створювати інтенсивний відносний рух шарів змішуваних компонентів. Адже із досліджень видно, що на початковому етапі, коли рідкі компоненти починають поглинатися, білки тільки починають активно реагувати.

Висновки: Швидкість утворення консистенції визначається площею контакту при взаємодії компонентів та конструктивно-технологічними параметрами процесу, оскільки вони є основними складовими. Незначні відмінності в часі дозування компонентів сприяють рівномірному і швидкому досягненню оптимальних параметрів процесу змішування. Використання характеристики системи оператора перетворення А, дозволив встановити період зміни концентрації першої стадії змішування, що становить 60 секунд.

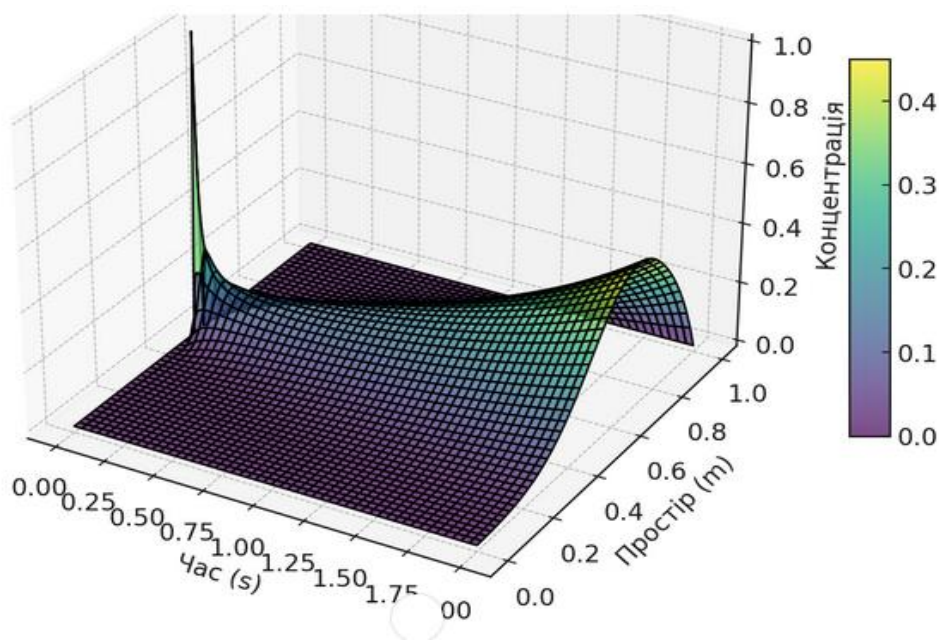


Рис. 1. Графік залежності концентрації у просторі та часі

Список використаних джерел

1. Stadnyk I.Ya. (2013) Scientific and technical backgrounds of processes and development of equipment for high efficient vaneless dough kneading. *Thesis for the Doctor of Engineering Degree...*, 40.
2. Volkov M.V. (2014) A method of calculating the process of mixing bulk materials in a new apparatus with an open working chamber. thesis Ph.D. technical Sciences: 05.17.08 / Maksym Vitalyevich Volkov. 138.

3. V. Poddubny, Yu. IN. Pankiv, I. I. Stadnyk, E., Petrychenko, (2021) Integrated solutions and hardware design of transient processes of mixing components in the pseudo-layer. Food production equipment and technology. ISSN 2079-4827. 82-90.

4. Draguzya O.V., Zubriy O. G. (2018) Choosing the type of mixer for the production of liquid detergents // International scientific journal "Internauka". No. 19, Volume 1. 24-27.

5. STADNYK Igor, PIDDUBNYI Volodymyr, CHAHADA Andrii, FEDORIV Viktor, HUSHTAN Tetiana, KRAIEVSKA Svitlana, KAHANETS-HAVRYLKO Lesia, OKIPNYI Ihor (2023). ENERGY SAVING THERMAL SYSTEMS ON THE MOBILE PLATFORM OF THE MINI-BAKERY. (2023) Contents of Journal of Mechanical Engineering - Strojnicky časopis, Volume 73, No. 1:169 - 186.

6. Dolomakin, Y. (2016.) Determination of the main stages of mixing wheat sourdough relative method // *Journal of food and packaging science, Technique and Tech-nologies*. — Year V, № 9, 49-54.

7. I. Stadnyk, V. Poddubny, L. Khareba, V. Fedorov, V. Pidgorny (2021) Modern technologies and energy flows in the formation of flour semi-finished products. Monograph, Ivan Pulyuy TNTU Publishing House, 392.

ПЕРЕДУМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ТЕПЛОПЕРЕНОСУ ПІД ЧАС ДВОСТОРОННЬОГО ЖАРЕННЯ М'ЯСНИХ ПОСІЧЕНИХ ВИРОБІВ В УМОВАХ СТИСНЕННЯ

***В. О. Скрипник**, д.т.н., професор, професор кафедри
механічної та електричної інженерії*

***А. О. Семенов**, к. ф. м. н., доцент, професор кафедри
механічної та електричної інженерії*

***О. О. Бобушко**, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Термічна обробка є одним з основних етапів виробництва м'ясних посічених виробів, таких як котлети, битки, січеники тощо. Жарення, зокрема двостороннє жарення на контактних поверхнях, є поширеним методом, що забезпечує швидке нагрівання та утворення апетитної підсмаженої кірочки. Однак, ефективність та якість цього процесу значною мірою залежать від інтенсивності та характеру теплопереносу.

Застосування стиснення під час жарення має ряд потенційних переваг, включаючи покращений контакт між виробом та нагрівальною поверхнею, більш рівномірне нагрівання за товщиною, скорочення тривалості обробки та можливість контролю форми готового виробу. Незважаючи на це, механізми теплопереносу в умовах стиснення залишаються недостатньо вивченими, що ускладнює оптимізацію технологічних процесів.

Вивчення закономірностей теплопереносу під час двостороннього жарення м'ясних посічених виробів в умовах стиснення є актуальним з наукової та практичної точок зору. Розуміння фундаментальних процесів дозволить розробити науково обґрунтовані підходи до інтенсифікації теплообміну, підвищення енергоефективності виробництва, покращення якісних характеристик готової продукції та розширення асортименту м'ясних напівфабрикатів.

Метою дослідження може бути встановлення закономірності теплопереносу під час двостороннього жарення м'ясних посічених виробів в умовах стиснення та визначення впливу основних технологічних параметрів на кінетику нагрівання, розподіл температури та якість готового продукту.

Виходячи з мети дослідження основними завданнями дослідження можуть бути:

- проведення теоретичного аналізу основних механізмів теплопереносу, що діють під час двостороннього жарення м'ясних посічених виробів в умовах стиснення;
- розробка і створення експериментальної установки та методики проведення досліджень процесу жарення з контролем температури нагрівальних поверхонь, тиску стиснення та тривалості теплової обробки;
- дослідження впливу температури нагрівальних поверхонь на кінетику нагрівання, інтенсивність теплового потоку та тривалість досягнення заданої температури в центрі виробу;
- вивчення впливу стиснення на ефективність теплопереносу та рівномірність прогрівання виробу під час жарення;
- оцінка впливу товщини виробу та складу фаршу на кінетику нагрівання та розподіл температури;
- дослідження змін маси, ступеня прожарювання та органолептичних властивостей м'ясних посічених виробів залежно від параметрів процесу жарення;
- розробка математичної моделі процесу теплопереносу, що враховує основні технологічні параметри та властивості матеріалу;
- розробка практичних рекомендацій щодо оптимізації процесу двостороннього жарення м'ясних посічених виробів в умовах стиснення для підвищення його ефективності та підвищення якості продукції.

Аналіз наукових джерел показав, що дослідження процесів теплопереносу під час жарення м'ясних продуктів є досить широким. Розглядаються різні методи жарення (смаження на сковороді, у фритюрі, на грилі), вплив температури, часу обробки, складу продукту на кінетику нагрівання та якість готових виробів. Однак, дослідження, присвячені саме двосторонньому жаренню м'ясних посічених виробів в умовах контрольованого стиснення, є обмеженими [1].

Існуючі роботи в основному зосереджені на вивченні впливу контактного тиску на теплопровідність харчових матеріалів та на моделюванні процесів теплопереносу при контактному нагріванні. Проте, комплексної оцінки впливу різних технологічних параметрів на кінетику нагрівання, розподіл температури та якість м'ясних посічених виробів в умовах стиснення недостатньо.

Об'єкти дослідження: м'ясні посічені вироби (котлети) різного складу (яловичина, свинина, змішаний фарш) та різної товщини.

Експериментальна установка: спеціально розроблена установка, що забезпечує контрольоване двостороннє нагрівання з можливістю регулювання температури верхньої та нижньої нагрівальних поверхонь, тиску стиснення та часу обробки. Установка оснащена датчиками температури для вимірювання температури на поверхнях нагріву та всередині досліджуваних зразків. Зазначена

установка розроблена в Полтавському державному аграрному університеті на кафедрі механічної та електричної інженерії.

Вимірювання температури в різних точках виробу буде здійснюватися за допомогою термопар, підключених до багатоканального термометра.

Визначення маси зразків до та після жарення буде здійснюватися за допомогою електронних ваг.

Вимірювання товщини зразків до та після стиснення буде здійснюватися за допомогою штангенциркуля.

Оцінка ступеня прожарювання буде здійснюватися шляхом досягнення температури в центрі виробу 95°C.

Оцінка смаку, запаху, кольору, текстури та соковитості готових виробів буде здійснюватися за допомогою сенсорного аналізу.

Для обробки даних експерименту буде використаний статистичний аналіз з використанням методів дисперсійного аналізу та регресійного аналізу для встановлення залежностей між технологічними параметрами та досліджуваними характеристиками.

Розробка математичної моделі процесу теплопереносу буде здійснюватися на основі рівнянь теплопровідності з урахуванням контактного теплообміну та змін теплофізичних властивостей матеріалу в процесі нагрівання.

Очікується отримати нові наукові дані щодо закономірностей теплопереносу під час двостороннього жарення м'ясних посічених виробів в умовах стиснення. Зокрема, будуть встановлені кількісні залежності між температурою нагрівальних поверхонь, тиском стиснення, часом жарення, товщиною виробу, складом фаршу та кінетикою нагрівання, розподілом температури, інтенсивністю теплового потоку та якісними характеристиками готового продукту.

Наукова новизна дослідження полягає у комплексному вивченні впливу стиснення на процеси теплопереносу при двосторонньому жаренні м'ясних посічених виробів, що дозволить розширити теоретичні уявлення про механізми термічної обробки харчових продуктів. Розроблена математична модель процесу може бути використана для прогнозування та оптимізації технологічних режимів жарення.

Проведення комплексного дослідження теплопереносу під час двостороннього жарення м'ясних посічених виробів в умовах стиснення є важливим для поглиблення наукових знань у галузі харчових технологій та розробки ефективних і якісних методів термічної обробки. Очікувані результати матимуть значне наукове та практичне значення, сприяючи підвищенню ефективності виробництва та покращенню якості м'ясних посічених виробів.

Перелік використаних джерел

1. Підвищення енергетичної і ресурсної ефективності процесів і апаратів кондуктивного жарення м'яса : монографія / Скрипник В. О., Молчанова Н. Ю., Фарісеєв А. Г., Тарасенко Д. С. Полтава : ПП «Астроя», 2024. 274 с. URL : <http://dspace.puet.edu.ua/handle/123456789/13830> (дата звернення - 23.05.2024 р.).

2. Скрипник, В., Бичков, Я., Молчанова, Н., & Пономаренко, Б. (2025). Розробка системи автоматичного регулювання температури нагрівальних поверхонь апарата для кондуктивного сушіння м'яса. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences, 347(1), 40-46. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-347-5>.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОРСЛУЖБОВЦІВ

*О. В. Василюшина, д. с.-г. н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій*

*Ю. А. Подковко, здобувач вищої освіти ступеня бакалавр
Уманський національний університет, м. Умань*

Основним завданням забезпечення харчуванням військовослужбовців є задоволення витрат енергії, основними компонентами і контамінантами та їх рівномірному співвідношенні. При цьому необхідно врахувати збереження якості і безпечності харчових продуктів, подовження тривалості зберігання та надійних захисних пакувальних матеріалів.

Нині раціони харчування для військових в різних країнах світу ґрунтуються на національних традиціях та смакових вподобаннях. Наприклад, до складу американських пайків входять енергетичні батончики, горіхово-фруктові суміші та десерти (мюслі). Тоді як до основних страв входять натуральні. Сухий американський пайок Meals, Ready-to-Eat має 24 види та передбачає вживання за один прийом і не вимагає температурної обробки.

Пайки канадської армії Individual Meal Pack включають 3 прийоми і мають 21 видів меню. В складі їхніх страв супи, другі страви, консервовані фрукти та десерти, напої та хліб [1, 2].

У Великобританії пайки передбачені для щодобового споживання складаються із 2 основних страв. До їх складу входять сухофрукти, горіхи, мюслі, солодкі цукерки, печиво, шоколад, джем та напої.

Нині в Україні є два види польових наборів: старий (норма №10) як щоденний набір сухих продуктів і новий набір №15 – починаючи із 2017 року, які включають три прийоми. До набору №10 входить асортимент із м'ясних і м'ясо-рослинних консервів і розрахований на три доби. Його енергетична цінність складає 3800 ккал на добу [1].

Нормований набір №15 в своєму складі містить готові страви (перші та другі) в реторт-упаковках, сухарі, мед, джем. Набір №15 має два види: звичайний – 3500 ккал і посилений – 4100 ккал для військових які беруть участь у спеціальних бойових діях. Укомплектовані набори потребують безполуменового нагрівача, за винятком посиленого набору.

Порівняно із забезпеченістю харчуванням військових зарубіжних армій, українські сухі пайки складають перші і другі страви. При цьому майже відсутні у їхньому складі напої, батончики, солодощі, сухі горіхові та фруктові суміші. В цілому за енергетичною цінністю вітчизняні набори не відрізняються від зарубіжних.

Крім того, для повного забезпечення харчуванням українських військовослужбовців існує багато невирішених завдань. Зокрема, збалансування

щодобових енергетичних витрат при бойовій підготовці та польових виходах за харчуванням щоденним набором (за нормою №15) [1] .

Нині науковцями розроблено харчові рослинні композиції які забезпечують енергетичну та біологічну цінність організму і навіть попереджають захворювання. Розроблено 45 видів порошкоподібних страв із вагою одного пайка 477-650 г калорійністю 3700-4200 ккал. В процесі приготування передбачається змішування суміші із окропом, її відновлення (3-5 хв) та збільшення її об'єму [3, 4].

Отже, для повного збалансованого харчування військовослужбовців Збройних Сил України необхідно постійно удосконалювати раціон харчування враховуючи енергетичні витрати та інноваційні розробки зарубіжних країн.

Список використаних джерел

1. Савицький В. Л., Депутат Ю. М., Іванько О. М., Горішна О. В. Досвід застосування індивідуальних раціонів харчування: реалії та перспективи. URL: file:///D:/Загрузки/42-Article%20Text-62-1-10-20210424.

2. Раціони добового польового набору продуктів – ДПНП-Р. Технічні умови ТУ У 10.8-00034022-201:2018. Чинний від 04.10.18. Міністерство оборони України, 2018. 45 с. URL: https://www.mil.gov.ua/content/ddz/TY_2018/tu_sp.PDF.

3. Петрова Ж. О., Пазюк В. М. Розробка складу комплексного пайку для гарячого харчування спецпризначенців. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2017, № 2 (97), 76–80.

4. Харчування військовослужбовців: навчальний посібник / [У.Б. Лотоцька-Дудик, Н.О. Крупка, О.А. Брейдак та ін.]. Львів-Вінниця. 2023. 76 с.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ СОУСІВ

А. Б. Бородай, к. в. н., доцент, доцент кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного господарства
О. М. Горобець, к. т. н., доцент, завідувач кафедри технологій харчових виробництв і ресторанного господарства
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава
Ю. В. Левченко, к. т. н., доцент, доцент кафедри механічної та електричної інженерії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава

Роль соусної продукції в харчуванні людей з кожним роком зростає. Більшість споживачів вже не уявляють як можна готувати м'ясо, не поєднуючи його із соусом, або замовляючи чизкейк, обов'язково доповнюють його соусом або топінгом. Тому актуальним є розширення асортименту соусів. Для підвищення їх харчової цінності можна поєднувати різну рослинну сировину.

Ягоди, плоди та фрукти характеризуються різноманітною біологічною активністю. Вони беруть участь у процесах окислення та відновлення, виконуючи роль антиоксидантів. Також для них притаманні Р-вітамінна дія, жовчогінний, спазмолітичний, сечогінний, гіпоглікемічний і заспокійливий

ефекти. Крім того, ця група рослинної сировини сприяє зниженню рівня сечовини та креатиніну в крові, виявляючи гіпоазотемічну дію [3].

Тому метою вивчення є дослідження впливу біологічно активних речовин рослинної сировини на збагачення харчової цінності готових соусів.

Для проведення дослідження в якості сировини для приготування соусів використовували жимолість та амарантове борошно.

Так, до складу жимолості входять необхідні для життєдіяльності органічні кислоти та мінеральні елементи, зокрема сполуки заліза, калію, марганцю, міді, сірки, фосфору, хрому та цинку, які сприяють підтриманню функціонального стану організму людини.

Плоди жимолості мають складний хімічний склад, що включає легкозасвоювані вуглеводи — глюкозу та фруктозу; органічні кислоти, такі як яблучна, галова, саліцилова та винна; а також мінеральні компоненти — калій, сірку, кальцій і фосфор, які справляють позитивний вплив на фізіологічні процеси в організмі. [2].

Крім того, у складі жимолості наявні рідкісні біологічно активні сполуки, серед яких слід виокремити аскорбінову кислоту та Р-вітамінні речовини (антоціани, катехіни, флавоноли), що виявляють гіпотензивну та капіляростабілізуючу дію.

Амарант відноситься до нетрадиційної сировини і на частіше використовується як функціональна сировина. Харчова цінність насіння амаранту визначається вмістом білків до 20%, ліпідів 7-10%, вітамінів, мінеральних речовин. За сумою незамінних амінокислот білок амаранту наближається до ідеального білку, а за змістом лізину і метіоніну перевищує всі злакові. З мінеральних речовин він містить Р, Fe, Mg, Ca - до 46 % добової норми. Із жирних кислот наявні ліолева, олеїнова і пальмітинова. Особливу цінність амаранту має сквален, який міститься в олії, і є проміжною речовиною стероїдного біосинтезу людини. Поліфеноли амаранту обумовлюють його антибактеріальні, протівірусні, антиоксидантні властивості. Сапоніни, які мають антиоксидантні та імунномодулюючі властивості підсилюють його лікувальний вплив [1].

Тому для розробки рецептур соусів підвищеної харчової цінності доцільно було б дослідити можливість введення таких інгредієнтів, як пюре з жимолості та амарантове борошно.

Відомо, що для приготування соусів сировина використовується переважно у вигляді пюре, тому досліджували способи отримання пюре із ягід жимолості.

Використовували кілька способів для отримання пюре з ягід жимолості, які відрізняються за ступенем механічної та термічної обробки, а також за умовами подальшого зберігання продукту.

Перший спосіб передбачав виготовлення свіжого пюре без термічної обробки. Для цього відсортовані та промиті ягоди подрібнювали механічним способом: на блендері або м'ясорубці. Для покращення органолептичних властивостей та збільшення терміну

зберігання до пюре додавали цукор у співвідношенні 1:1. Отриманий продукт може зберігатися у свіжому вигляді в холодильнику або піддаватися заморожуванню.

Другий спосіб базується на термічній обробці ягідного пюре. Після подрібнення сировини її прогрівають на повільному вогні впродовж 5–10 хвилин. Гаряче пюре розфасовували у стерилізовані скляні ємності з подальшою герметизацією, що забезпечує можливість тривалого зберігання.

Третій спосіб передбачає використання пресового або шнекового обладнання (наприклад, соковижималки), що дозволяє відокремити м'якоть від шкірки та насіння. За такого методу отримували більш однорідну консистенцію пюре, придатну для виробництва концентратів, нектарів або желейних виробів.

Четвертий метод полягає у заморожуванні цілих ягід з подальшим подрібненням їх у напівзамороженому або розмороженому стані. Такий підхід дозволить зберегти максимальну кількість корисних речовин та здійснювати переробку у зручний для виробника час.

У пюре, отриманих різними способами досліджували показники якості: фізико-хімічні та органолептичні. Результати аналізу показників якості наведені в таблиці 1.

Таблиця 2

Порівняльна характеристика пюре із жимолості, отриманих різними способами

Спосіб отримання	Сухі речовини, %	Цукри, %	Титровані кислоти, %	pH	Вміст L-аскорбінової кислоти, мг/100 г
Свіже (без термообробки)	14,5-16,0	7,0-8,5	2,5-3,5	2,9-3,3	30-50
Термічно оброблене	15,0-17,5	8,0-10,0	2,0-3,0	3,1-3,5	20-35
Отримане пресуванням/соковичавлювальною	13,0-15,0	6,5-8,0	2,5-3,2	3,0-3,4	25-45
Після заморожування	14,0-16,0	7,0-8,5	2,3-3,0	3,0-3,3	25-40

Аналіз різних способів отримання пюре показав, що для збереження вмісту L-аскорбінової кислоти, найкраще використовувати методи без теплової обробки, але такий спосіб не забезпечує тривале зберігання напівфабрикату, тому може використовуватися тільки в сезон. Якщо передбачати включення соусу у постійне меню закладу ресторанного господарства, то для збереження БАР, ягоди жимолості найкраще попередньо заморожувати. Такий спосіб є найбільш ефективним.

Для отримання стабільної консистенції без розшарувань та забезпечення параметрів текучості у технології соусів часто використовують крохмаль. Але сьогодні існує значна кількість природніх структуроутворювачів, які крім підвищення реологічних властивостей можуть впливати і на харчову цінність готових соусів.

З метою вивчення використання амарантового борошна у складі соусів досліджували його фізико-хімічні властивості порівняно з крохмалем (табл. 1). Результати випробувань свідчать про вищий вміст мінеральних речовин, білка та наявності клітковини в амарантовому борошні порівняно з кукурудзяним крохмалем.

Аналіз водопоглинальних і водоутримуючих властивостей показав, що амарантове борошно має вищий показник ВПЗ на 8% та ВУЗ на 25%, порівняно з крохмалем завдяки більшому вмісту білка та клітковини, які здатні більшою мірою поглинати й утримувати вологу, ніж крохмальні зерна.

Таблиця 2

Фізико-хімічні властивості досліджуваної сировини

Показник	Характеристика структуроутворювача	
	Крохмаль кукурудзяний	Амарантове борошно
Масова частка води, %	12,0	8,0
Кислотність, град.	6,0	1,2
Білки, %	0,6	6,8
Жири, %	0,5	0,8
Вуглеводи, %	87,0	81,0
Клітковина, %	-	0,4
Зола, %	0,35	1,4

Для подальших досліджень використовували зразки пюре із різним вмістом пюре жимолості та яблук, також вивчали вплив різного співвідношення амарантового борошна на структурно-механічні властивості готових соусів.

Таким чином, на початкових етапах досліджень обґрунтовано доцільність використання пюре із жимолості та амарантового борошна в рецептурах соусів органічними кислотами, що містяться в пюре жимолості та можливість заміни.

Список використаних джерел

1. Дочинець І.В., Сильчук Т.А., Кирпиченкова О.М. Перспективи використання амарантового борошна в закладах ресторанного господарства. URL: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/359a400b-7936-4612-8cf4-f3324d69870d/content> (дата звернення 30.03.2025).
2. Білик І. П., Мельниченко П. П. Переробка плодів та овочів : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 376 с.
3. Жимолость їстівна. Хімічний склад. URL: <https://www.factosvit.com.ua> (дата звернення 30.03.2025).
4. Ляшенко, О. В. Біохімічний склад ягід жимолості та перспективи її використання / О. В. Ляшенко, С. Ю. Карпенко // Наукові праці ОНАХТ. – 2018. – № 2(64). С. 132–137.
5. Codex Alimentarius. General Standard for Fruit Puree [Electronic resource]. – FAO/WHO, 2018. – Access mode: <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>.

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОЛІЗУ КОЛАГЕНУ ПРИ ДВОСТОРОННЬОМУ ЖАРІННІ М'ЯСА ІЗ ВИСОКИМ ВМІСТОМ СПОЛУЧНОЇ ТКАНИНИ ПІД ТИСКОМ У ФУНКЦІОНАЛЬНО ЗАМКНЕНИХ ЄМКОСТЯХ

***В. О. Скрипник**, д. т. н., професор, професор кафедри
механічної та електричної інженерії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава
Н. Ю. Молчанова, доцент, доцент кафедри технологій
харчових виробництв і ресторанного господарства
Полтавський університет економіки і торгівлі, м. Полтава*

Кулінарні тенденції щодо споживання м'яса населенням України за останніми роками складається наступний розподіл за видами м'яса: свинина – 37...40 %, м'ясо птиці (переважно курятина) – 45...48 %, яловичина – 10...12 %, інші види (баранина, кролятина тощо) – не більше 2...3 %. В ресторанному господарстві України ситуація подібна, хоча яловичина має дещо вищу частку: у сегменті преміум (стейки, ростбіфи, медальйони), у стравах європейської, американської та української кухні (біфстроганов, гуляш, язик, тушкована яловичина тощо), у банкетному меню. Отже, частка яловичини серед м'ясних страв у ресторанному господарстві України, за орієнтовними оцінками, складає близько 10–15%.

Водночас основною проблемою використання цієї сировини є високий вміст сполучної тканини, що обмежує її кулінарне застосування та звужує асортимент страв. Зокрема, для приготування натуральних смажених виробів придатними є лише близько 10% м'яса яловичої туші, серед яких – вирізка, товстий і тонкий край, верхній та внутрішній шматки тазостегнової частини. Це, у свою чергу, не дозволяє повною мірою задовольнити попит на страви з високими органолептичними показниками. Додатково, якість готової продукції значною мірою залежить від особливостей термічної обробки м'яса. Існуючі режими теплової обробки, що застосовуються на підприємствах ресторанного господарства, не завжди забезпечують високу якість готових виробів і супроводжуються істотними втратами маси. Крім того, тривале нагрівання негативно впливає на харчову цінність продукту – спричиняє руйнування вітамінів, амінокислот, що призводить до зниження поживності та надмірної сухості готових м'ясних виробів.

Важливим фактором при розробці процесів жаріння є якість м'яса, що визначається не лише його харчовою цінністю, але й залежить також від органолептичних показників, таких як ніжність (жорсткість), соковитість, смак, запах, колір та ін.

Частини та м'язи туші яловичини, що мають невелику кількість сполучної тканини, відносяться до більш високого сорту (наприклад, товстий край), з якого

можливо приготувати натуральні напівфабрикати високої якості (лангет, біфштекс, антрекоти, ростбіф), тоді як нижчі сорти з високим вмістом сполучної тканини (тазостегнова та лопатева частини) для цього не придатні. Останні використовують для приготування мілкошматкових і порційних напівфабрикатів. Це можна пояснити тим, що для переходу колагену в глютин необхідна певна кількість вологи у процесі теплової обробки. При традиційному жарінні основним способом вологи, що міститься у м'ясі, недостатньо, а значить якісно провести процес теплової обробки неможливо.

Розм'якшення з'єднувальної тканини при тепловій обробці є одним із важливих факторів, що обумовлює кулінарну готовність продуктів із м'яса. Два з трьох з'єднувальних білків, еластин та ретикулін, при звичайних способах обробки м'ясопродуктів практично не зазнають значних змін. Розм'якшення з'єднувальної тканини тісно пов'язане із змінами, що відбуваються із третім білком – колагеном. Останній під дією тепла і вологи переходить у водорозчинний глютин. Це викликає різке зниження механічної міцності з'єднувальної тканини, ослаблення зв'язку між м'язовими волокнами і пучками, в результаті чого м'ясо набуває ту чи іншу ступінь кулінарної готовності.

Швидкість гідролізу колагену залежить від не від його хімічної природи, що нібито різна в тих чи інших частинах туші, а від інших факторів і передусім, можливо від морфологічної будови сполучної тканини м'яса. Сполучна тканина в м'язах кінцівок складається із крупних та грубих утворень, в яких колагенові волокна переплітаються із більшою кількістю еластичних і почасти ретикулінових волокон. Навпаки, у м'яких сортах м'яса (поперекові та інші м'язи) сполучна тканина уявляє з себе тонку і ніжну сітку, що складається переважно із колагенових волокон.

Тому розробка технологій і процесів, що дозволить використання для виробництва натуральних смажених кулінарних виробів м'яса яловичини з високим вмістом сполучної тканини, наприклад, лопатеву і тазостегнову частини туші, з урахуванням яких, об'єми м'яса для смаження можна збільшити до 25 % від маси туші, є актуальною. Крім того, використання низькосортного м'яса дозволить суттєво знизити собівартість смажених кулінарних виробів.

Метою дослідження є визначення ступеня гідролізу колагену при двосторонньому жарінні м'яса із високим вмістом сполучної тканини під тиском із використанням функціонально замкнених ємкостей (ФЗЄ). Дослідження проводили на апараті для двостороннього жаріння м'яса із високим вмістом сполучної тканини із ФЗЄ [1].

Одним із методів, придатних для серійних лабораторних аналізів, є визначення вмісту сполучної тканини за рівнем оксипроліну, який досліджується у гідролізатах зразків м'яса. Цей метод базується на тому, що колаген – основний білок сполучної тканини – містить високу концентрацію оксипроліну, тоді як інші

м'язові білки практично його не містять. Найбільшого поширення метод набув у модифікації Вербицького та Детерейджа, які адаптували під свої дослідження методику, розроблену Нейманом і Логаном, для визначення оксипроліну у м'язовій тканині. Визначення гідроксипроліну здійснювали відповідно до затвердженої методики [2].

Кількість гідролізованого колагену визначали як різницю між його вмістом у сирому м'ясі та у термічно оброблених зразках натуральних порційних виробів із лопатевої частини яловичини.

Встановлено, що вміст гідролізованого колагену становив $30 \pm 1,52$ % у зразках без ФЗЄ та $34 \pm 1,66$ % - із його використанням (рис. 1). Збільшення кількості гідролізованого колагену можна пояснити дією пари, яка затримується у ФЗЄ й посилює гідроліз колагену. Загалом показники гідролізованого колагену варіювали в межах 25–40 %. Кількість вологи в процесі обробки прямо впливала на інтенсивність гідролізу колагену.

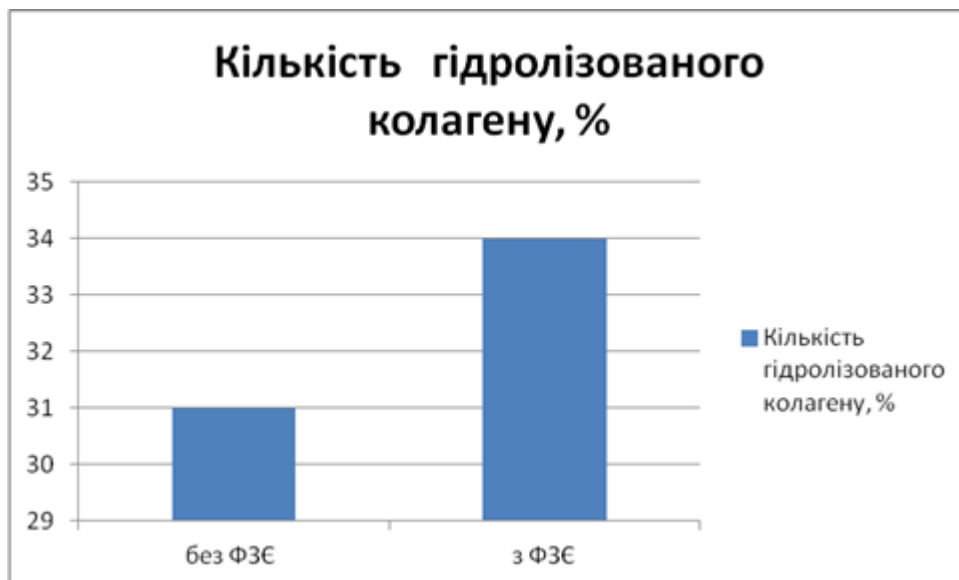


Рис. 1. Результати дослідження гідролізу колагену м'яса за оксипроліном

Отже, під час двостороннього жаріння під тиском у ФЗЄ порційних натуральних виробів із яловичини з високим вмістом сполучної тканини відбувається достатній рівень гідролізу колагену, необхідний для досягнення кулінарної готовності продукту.

Перелік використаних джерел

1. Пат. 21171 Україна, МПК А 47 J 37/06. Пристрій для двостороннього жаріння харчових продуктів під тиском у функціонально замкнених ємкостях : / Дорохін В.О., Скрипник В.О., Молчанова Н.Ю. ; заявник та власник патенту Полт. ун-т спожив. кооп-ції України. - № а200608292 ; заявл. 24.07.06 ; опубл. 15.03.07 , Бюл. № 3.

2. ДСТУ ISO 3496:2014 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначання масової частки гідроксипроліну (ISO 3496:1994, IDT).

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СУХИХ МОЛОЧНИХ СУМІШЕЙ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ, ЗБАГАЧЕНИХ ОМЕГА ЖИРНИМИ КИСЛОТАМИ

***Н. В. Будник**, к. т. н., доцент,
завідувач кафедри харчових технологій*

***А. П. Кайнаш**, к. т. н., доцент,
доцент кафедри харчових технологій
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава*

Останнім часом досить гостро постає проблема дитячого харчування. Безперечно найкращим для вигодовування немовлят є грудне молоко, але серед дітей віком від 6 місяців до одного року прослідковується значний відсоток зі спадковою непереносимістю лактози не лише тваринного молока, а й грудного. За даними Центру громадського здоров'я МОЗ України [2], лише 19,6% дітей, віком до 6 місяців перебувають виключно на грудному вигодовуванні. У таких умовах проблему забезпечення дітей якісними і біологічно повноцінними продуктами можна вирішити лише шляхом виробництва спеціалізованих молочних сумішей в тому числі і безлактозних.

Як альтернатива грудному вигодовуванню є використання сухих молочних сумішей (СМС) українських та закордонних виробників. Без сумнівів, СМС для дитячого харчування повинні містити достатню кількість основних поживних речовин і бути максимально наближеними до материнського молока. Розроблення збалансованих сумішей для дитячого харчування та розширення їх асортименту є актуальним напрямком вирішення окресленої проблеми.

Згідно з Вимогами до безпечності та окремих показників якості дитячого харчування, затверджених Наказом МОН України № 1084 від 23.06.2022 року, обмежується вміст трансжирних кислот та акцентується увага на обов'язковій наявності у складі сумішей лінолевої, α -ліноленової кислоти, а також докозагексаєнової та арахідонової кислот [3]. Ці вимоги поширюються на: дитячі суміші початкові та дитячі суміші для подальшого годування; дитяче харчування на основі зернових; продукти прикорму, крім дитячого харчування на основі зернових.

Метою наших досліджень було удосконалення технології СМС для дитячого харчування, збагачених есенціальними жирними кислотами за удосконаленою технологією. Для досягнення поставленої мети потрібно виконати низку завдань, а саме:

- здійснити аналіз літературних джерел щодо впливу есенціальних жирних кислот на здоров'я новонароджених;
- провести дослідження органолептичних та фізико-хімічних показників якості розроблених СМС та оцінити їх відповідність нормативним документам.

Аналіз літературних джерел свідчить про те, що жирні кислоти сприяють ранньому розвитку мозку та регулюють поведінкові та нейрохімічні аспекти,

пов'язані з розладами настрою (реакції на стрес, агресію та ріст, пам'ять і когнітивні функції).

У зв'язку з цим на базі Хорольського молочного комбінату, який багато років поспіль випускає суміші для дитячого харчування, було розроблено нові види СМС, збагачених АРА та ДНА жирними кислотами, рецептури яких (А і В відповідно) подані у таблиці 1.

Таблиця 1

Рецептури сухих молочних сумішей, % в 100 г сухої суміші

Назва компонентів рецептури	Рецептура		
	класична	А	В
Високоякісне коров'яче молоко, нормалізоване (жирність 3,5 %)	56,44	21,5	10,1
Молоко знежирене	-	-	11,4
Демінералізована молочна сироватка	-	44,6	44,6
Молочний цукор	16,5	15,6	15,6
Низькоцукрова патока (мальтодекстрин)	15,5	-	-
Галактоолігоцукри з молока	-	3,2	3,2
Олія кукурудзяна	9,1	10,8	10,8
Вітаміни	0,2	0,2	0,2
Мінеральні речовини	2,26	2,26	2,26
Докозагексаєнова кислота з водоростей		0,9	0,9
Арахідонова кислота з мікрогрибів	-	0,9	0,9

Дослідження основних фізико – хімічних та органолептичних показників проводились у науково-дослідному центрі харчової продукції Державного підприємства «Полтавастандартметрологія».

У роботі був використаний широкий спектр сучасних органолептичних та фізико-хімічних методів дослідження. Технологічний процес виробництва сумішей здійснювали відповідно до схеми технологічного процесу, що складається з наступних операцій: приймання, зважування, очищення та охолодження молочної сировини; пастеризація та сепарування молока; приймання та підготовка компонентів, матеріалів; нормалізація та збагачення суміші; фільтрування, пастеризація, згущення; підігрів та приготування молочно-жирової емульсії; гомогенізація, пастеризація; сушка, досушування та охолодження, просіювання сухої молочної основи; дозування та змішування сухих компонентів; просіювання, фасування, пакування та маркування сумішей.

За результатами виконаної роботи, досліджено хімічний склад та основні показники якості дитячих молочних сумішей. За результатами проведених досліджень встановлена повна відповідність СМС для дитячого харчування, збагачених омега-3 та омега-6 жирними кислотами, діючим вимогам нормативних документів, показано вплив добавок на вміст вітамінів та мінеральних речовин. Розроблено проекти нормативної документації на збагачені сухі молочні суміші, які ТОВ «Хорольський завод продуктів дитячого харчування» планує найближчим часом запровадити у виробництво.

Список використаних джерел

1. Бережний В.В., Козачук В.Г. Вигодовування дітей першого року життя URL: <https://surl.li/уусjsn>. (дата звернення: 12.03.2025).
2. Чому грудне молоко найкраща їжа для малюка? URL: <https://surl.li/irvcef>. (дата звернення: 12.03.2025).
3. Про затвердження Вимог до безпечності та окремих показників якості дитячого харчування: Наказ МОЗ України від 23.06.2022 № 1084 URL : <https://surl.li/mbrjeb>. (дата звернення: 20.03.2025).
4. Birch EE, Hoffman DR, Castañeda YS, Fawcett SL, Birch DG, Uauy RD. A randomized controlled trial of long chain polyunsaturated fatty acid supplementation of formula in term infants after weaning at 6 wk of age. Am J Clin Nutr. 2002;7:570 80.

ЗМІСТ

Програма семінару	3
1. <i>Скрипник В. О., Бичков Я. М., Пономаренко Б. Г.</i>	Дослідно-промисловий зразок апарата для кондуктивного сушіння м'яса 5
2. <i>Галенко О. О., Лініченко А. О.</i>	Перспективи розвитку харчових технологій в ресторанному господарстві 8
3. <i>Пак А. О., Пак А. В., Трипілець В. В.</i>	Дослідження кінетики температури сировини з різною теплопровідністю під час сушіння з індукованим тепломасообміном 10
4. <i>Якушенко Є. М., Семенюк Д. П.</i>	Вибір ідеального циклу для аналізу реальних холодильних машин. Незворотність процесів тертя та теплообміну 13
5. <i>Семенюк Д. П., Якушенко Є. М.</i>	Огляд сучасного стану кліматичної галузі в світі і 16
6. <i>Загорулько О. Є., Загорулько А. М., Громов О. Є.</i>	Скребкові теплообмінники: ефективне рішення для термообробки плодово-ягідної сировини 19
7. <i>Гончаренко І. П., Савченко А. М.</i>	Перспективи використання екстракту гриба чаги в харчових продуктах 21
8. <i>Філіппова О. Ю., Гоманкова С. Ю., Бальвас Д. Г.</i>	Використання ультразвукової обробки для покращення текстури та аромату продуктів. 23
9. <i>Філіппова О. Ю., Деньгуб А. Д., Заводін Д. Ю.</i>	Ферментовані продукти у сучасному ресторанному меню: тренди та користь 25
10. <i>Філіппова О. Ю., Медуниця К. С., Мінакова О. І.</i>	Розробка їстівної упаковки як альтернативи пластику 27
11. <i>Бережнюк А. Л., Паляниця Л. Я.</i>	Вплив складу закваски на процес виробництва хліба високої гідратації 29

12.	<i>Касабова К. Р., Загорулько О. Є., Черкасов В. Ю.</i>	Оптимізація технології виробництва мармеладу на основі плодово-ягідної пасти.	32
13.	<i>Михайлов В. М., Загорулько А. М., Загорулько О. Є., Ляшенко Б. В.</i>	Удосконалений спосіб виробництва смажених м'ясних напівфабрикатів у замкнутому середовищі з додаванням купажованого сушеного компонента	34
14.	<i>Семенов А. О., Скрипник В. О., Харак Р. М., Бондаревський М. В.</i>	Енергоефективність регульованого електроприводу у водопостачанні та водовідведенні	36
15.	<i>Kokhan A., Kryvoplias- Volodina L.</i>	The optimal quantity of individual products in the tanks of packaging machines	37
16.	<i>Потапов В. О., Білий Д. В.</i>	Перспективи використання кріоподрібнювача на етапі підготовки рослинної сировини до комплексної переробки	39
17.	<i>Скрипник В. О., Семенов А. О., Передерій Р. М.</i>	Можливості використання поперемінного стиснення м'яса яловичини під час кондуктивного жарення	42
18.	<i>Заморська І. Л.</i>	Втрати маси заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів	46
19.	<i>Токар А. Ю.</i>	Начинка з айви для випічки	48
20.	<i>Костецька К. В.</i>	Безпека харчових продуктів у закладах ресторанного господарства	50
21.	<i>Герасимчук О. П.</i>	Особливості технології хліба із пророслого зерна пшениці	52
22.	<i>Єремєєва О. А.</i>	Вплив процесів змішування компонентів борошна на зміну концентрації під час замішування тіста	54

23.	<i>Скрипник В. О., Семенов А. О., Бобушко О. О.</i>	Передумови проведення досліджень теплопереносу під час двостороннього жарення м'ясних посічених виробів в умовах стиснення	57
24	<i>Василишина О. В., Подковко Ю. А.</i>	Удосконалення технології виробництва продуктів харчування для військоворслужбовців	60
25	<i>Бородай А. Б., Горобець О. М., Левченко Ю. В.</i>	Ефективність використання рослинної сировини в технології соусів	61
26	<i>Скрипник В. О., Молчанова Н. Ю.</i>	Дослідження гідролізу колагену при двосторонньому жарінні м'яса із високим вмістом сполучної тканини під тиском у функціонально замкнених ємкостях	65
	<i>Будник Н. В., Кайнаш А. П.</i>	Удосконалення технології сухих молочних сумішей для дитячого харчування, збагачених омега жирними кислотами	68
Зміст			73

Наукове видання

**НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ І ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ
ТА ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВ**

**Матеріали Всеукраїнського науково-практичного інтернет-семінару
30 квітня 2024 р., Полтавський державний аграрний університет**

Науковий керівник – д. т. н., професор Скрипник В. О.

Оригінал-макет виготовлено на кафедрі
механічної та електричної інженерії
Полтавського державного аграрного університету

Підписано до друку 30.05.2025 р.
Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. Гарнітура Times.
Друк різнографічний. Умовн. друк. арк. 2,3.
Наклад 40 прим. Замовлення 2024-78

Видавництво ПП «Астрая»
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв.4
Тел.: +38(0532) 509-167, 611-694
E-mail: astraya.pl.ua@gmail.com, веб-сайт: astraya.pl.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №5599 від 19.09.2017 р.

Друк ПП «Астрая»
36014, м. Полтава, вул. Шведська, 20, кв.4
Тел.: +38(0532) 509-167, 611-694
Дата державної реєстрації та номер запису в ЄДР
14.12.1999 р. №1 588 120 0000 010089