

УДК 664.8.03:634.1/.7

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.2.28>

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ФРУКТІВ У КОНСЕРВНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Божок О. С. – кандидат технічних наук, доцент кафедри туризму та готельно-ресторанної справи Вінницького торговельно-економічного інституту Державного торговельно-економічного університету
ORCID ID: 0009-0004-5127-2775

Консервне виробництво відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, дозволяючи продовжити термін зберігання фруктів без значної втрати їхніх поживних властивостей. Впровадження інноваційних технологій переробки фруктів сприяє покращенню якості продукції, оптимізації виробничих процесів і зниженню харчових відходів. Дослідження спрямоване на розкриття традиційних і інноваційних технологій переробки фруктів у консервному виробництві. В статті використано різноманітні методи дослідження – метод алгоритмізації для розкриття етапів консервування фруктів; метод систематизації – для узагальнення інноваційних технологій в консервації фруктів, а також було застосовано метод логічного узагальнення для формування висновків дослідження. У ході дослідження встановлено, що foodtech (харчові технології) набувають все більшого розповсюдження в усьому світі, тож консервування фруктів не стало винятком. Автором наведено традиційну технологічну схему для консервування фруктів, яка складається з 14 певних етапів. У ході подальшого дослідження систематизовано основні інноваційні технології в консервному виробництві фруктів, такі як: обробка під високим тиском (hpp), імпульсні електричні поля (pef), ультразвукова обробка, ультрафіолетове світло (uv-c). Також було виділено їх основні переваги і конкретні сфери застосування. Визначено, що згадані технології стають все більш актуальними завдяки здатності зберігати харчові й органолептичні властивості продуктів, мінімізуючи зміни кольору, запаху і смаку. Висновки дослідження підтверджують, що інноваційні методи переробки фруктів значно покращують ефективність консервного виробництва, знижують витрати та сприяють збереженню харчових і органолептичних властивостей продуктів. Додаткову увагу приділено перспективам застосування блокчейн-технологій для моніторингу якості сировини у консервному виробництві. Окремо охарактеризовано властивості інноваційної упаковки, зокрема асептичних пакетів, скляної тари та багатоварштових полімерних матеріалів, що сприяють продовженню терміну зберігання. Проаналізовано ефективність нетеплових методів у збереженні чутливих до температури сполук. Зроблено акцент на потреби подальших досліджень для масштабування сучасних технологій та зниження їх вартості. Матеріал може бути корисним для науковців, інженерів харчової галузі та фахівців із технологій зберігання, які шукають способи поліпшення якості продукції та підвищення конкурентоспроможності на ринку.

Ключові слова: foodtech, інновації, зберігання, обробка, блокчейн, нетеплові методи, короткочасні імпульси високої напруги, ультразвукова обробка.

Bozhok O. S. Modern fruit processing technologies in canning production

Canning production plays an important role in ensuring food security by extending the shelf life of fruits without significant loss of their nutritional properties. The introduction of innovative fruit processing technologies helps to improve product quality, optimize production processes and reduce food waste. The study is aimed at revealing traditional and innovative technologies for fruit processing in canning. The article uses a variety of research methods: the algorithmization method to reveal the stages of fruit preservation; the systematization method to summarize innovative technologies in fruit preservation; and the method of logical generalization to formulate the conclusions of the study. The study found that foodtech is becoming increasingly widespread around the world, and fruit preservation is no exception. The author presents a traditional technological scheme for fruit preservation, which consists of 14 specific stages. In the course of further research, the main innovative technologies in fruit preservation production are systematized, such as: high pressure processing (hpp), pulsed electric fields (pef), ultrasonic processing, ultraviolet light (uv-c). Their main advantages and specific areas of application were also highlighted. It has been determined that these technologies are

becoming increasingly relevant due to the ability to preserve the nutritional and organoleptic properties of products, minimizing changes in color, smell and taste. The conclusions of the study confirm that innovative methods of fruit processing significantly improve the efficiency of canning production, reduce costs and contribute to the preservation of nutritional and organoleptic properties of products. Further attention is given to the potential of blockchain technologies in monitoring raw material quality within canning production. The properties of innovative packaging, such as aseptic laminated bags, glass containers, and multilayer polymeric materials, are characterized for their role in extending shelf life. The effectiveness of non-thermal methods in preserving temperature-sensitive compounds is analyzed. Emphasis is placed on the need for additional research to scale modern technologies and reduce their cost. The article provides practical insights for scientists, food engineers, and storage technology specialists seeking to enhance product quality and improve competitiveness in the global food processing industry.

Key words: foodtech, innovation, storage, processing, blockchain, non-thermal methods, short-term high voltage pulses, ultrasonic processing.

Постановка проблеми. Свіжі фрукти вважаються важливими компонентами здорового харчування людини завдяки їх приємному смаку і багатим поживним речовинам. Проте фрукти характеризуються сезонністю виробництва, регіональністю й швидко псуються, що значною мірою впливає на сприйняття споживачами і підвищує складність їх післязбирального зберігання й збереження.

В останні роки для підтримки якості зберігання й продовження терміну зберігання свіжих фруктів застосовувалося безліч різноманітних технологій консервування, включаючи хімічну обробку (хлорид кальцію, 1-метилциклопропен, саліцилову кислоту тощо), фізичні методи (кондиціонування при низькій температурі, зберігання в контрольованій атмосфері, ультрафіолетове опромінення, тощо) та біотехнології (такі як технологія генної інженерії). Розробка передових методів консервування для продовження терміну зберігання фруктів і овочів є важливою для покращення соціальних та економічних переваг.

Отже, актуальність дослідження обумовлена постійним зростанням харчових інновацій та поступовим впровадженням інноваційних підходів до консервування фруктів, які б забезпечували їх тривалий термін зберігання без втрати поживної цінності та органолептичних властивостей.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню сучасних технологій переробки фруктів у консервному виробництві присвячена достатньо велика кількість наукових досліджень. Зокрема, в роботі Г. В. Дейниченка та ін. [1] детально розглядаються прогресивні техніки й технології, що сприяють збереженню максимальної кількості корисних властивостей плодів шляхом безвідходного виробництва. Це дозволяє не тільки зберігати якість продуктів, але й мінімізувати відходи, що є актуальним в умовах сучасної переробної промисловості.

Одним із ключових аспектів для збереження якості плодів є технологія їх переробки, зокрема для кісточкових культур. М. Кепін і В. Кирилов [2] в своїй роботі теоретично обґрунтовують процес переробки плодів кісточкових культур, що включає застосування різних методів, таких як термічна обробка, консервування, а також комбіновані методи для покращення якості та терміну зберігання.

Враховуючи великі обсяги фруктів, що підлягають переробці, важливим є також розвиток технологій, які дозволяють забезпечити високу ефективність цього процесу. Т. Локванець [3] в своєму електронному підручнику наводить сучасні технології переробки, що застосовуються для збереження якості плодів і овочів на всіх етапах обробки. Окреслені методи виступають основою для подальшого розвитку консервного виробництва, де ключову роль відіграє оптимізація процесів зберігання та переробки.

В збірнику досліджень під редакцією Р. Jin [4] надається огляд останніх досягнень у галузі, зокрема, збереження продуктів за допомогою ультрафіолетового та іонізуючого опромінення, що дозволяє значно подовжити термін зберігання при збереженні їхніх корисних властивостей.

У науковій роботі М. Premi та К. А. Khan [5] автори надають огляд технології консервування як одного з основних методів збереження фруктів і овочів. Автори описують основні етапи процесу консервування.

Сучасні наукові розробки також звертаються до інноваційних методів, таких як використання ультрафіолетового випромінювання і ультразвукових хвиль для покращення фізико-хімічних, сенсорних та мікробіологічних характеристик продуктів. Z. Manev та N. Petkova [6] вивчають вплив ультрафіолетового світла та ультразвукової обробки на характеристики джемів з груш, збагачених клітковиною. Це відкриває нові можливості для збереження та покращення якості фруктових продуктів. Нарешті, робота В. Bisht та ін. [7] розглядає вплив іонізуючих і неіонізуючих радіацій на збереження фруктів і овочів. Відзначено, що використання іонізуючого випромінювання, зокрема, іонізуючого і ультрафіолетового випромінювання, є перспективним методом зберігання фруктів, який дає змогу знижувати рівень мікробіологічних забруднень і продовжувати термін зберігання без погіршення харчових властивостей.

Отже, незважаючи на існування різних поглядів на сучасні технології переробки фруктів у консервному виробництві, все ж таки існує необхідність їх осучаснення, адже сфера foodtech (харчових технологій) не стоїть на місці і постійно розвивається. Про це свідчать нещодавні статистичні дані – у 2024 році обсяг світового ринку харчових технологій становив приблизно 293,54 мільярда доларів США і, за прогнозами, зросте до 467,99 мільярда доларів США до 2033 року, що відповідає середньорічному темпу приросту на рівні 5,32 % протягом прогнозованого періоду [8]. Foodtech – застосування передових технологій для переробки й пакування продуктів харчування з метою збереження їхньої якості й постачання споживачам.

Формування цілей статті. Метою дослідження є висвітлення та огляд існуючих і інноваційних технологій переробки фруктів у консервному виробництві.

Виклад основного матеріалу. Консервна промисловість залишається однією з провідних галузей харчової промисловості багатьох країн світу. Це також відбувається завдяки використанню все більш складних і високопродуктивних технологій, які стосуються як зниження витрат та енергоефективності, так і якості продукції, простоти використання й екологічності, що все більше відчувається споживачами. Як відомо, метою процесу консервування є знищення мікроорганізмів у продуктах харчування й запобігання повторному зараженню [1]. Найпоширенішим засобом знищення мікроорганізмів є термічна обробка [2; 4]. Крім того, видалення кисню може використовуватися в поєднанні з іншими методами для запобігання росту мікроорганізмів, які потребують кисню.

У традиційному консервуванні фруктів і овочів основні етапи технологічного процесу є схожими для обох видів продукції. Проте існує значна різноманітність як серед підприємств загалом, так і серед тих, що займаються переробкою однієї й тієї ж сировини. Відмінності можуть включати певні додаткові операції для окремих фруктів або овочів, зміну послідовності технологічних етапів, а також особливості термічної обробки (варіння або бланшування). Виробництво фруктових або овочевих соків здійснюється за іншими технологічними схемами, що також відрізняються між собою.

Традиційні технологічні схеми консервування фруктів представлено на рисунку 1.

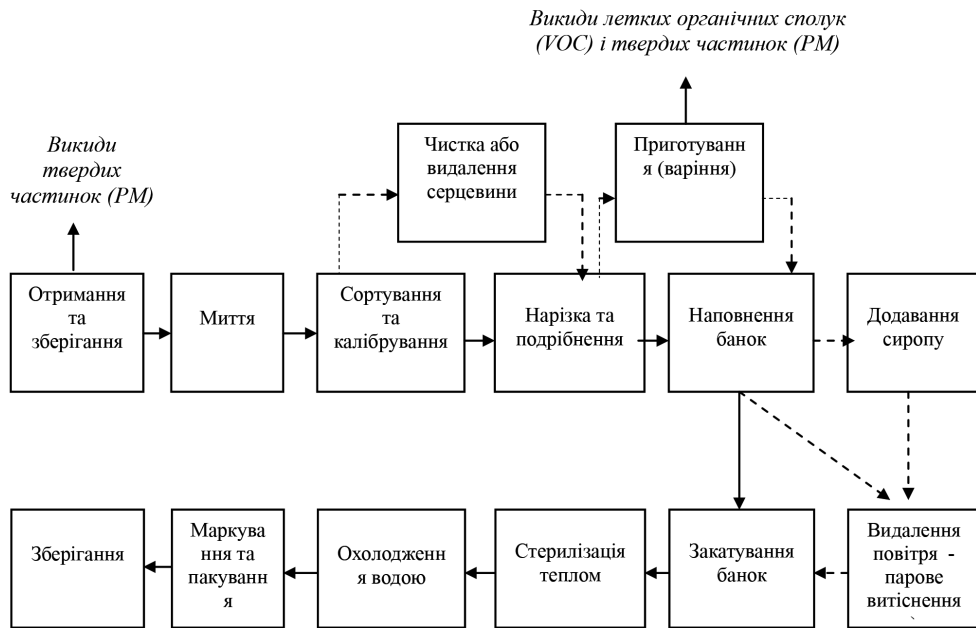


Рис. 1. Загальна технологічна схема для консервування фруктів

Джерело: побудовано на основі [9]

Кроки, описані в цих схемах, спрямовані на основні процеси виробництва. Типова комерційна консервна операція може включати наступні загальні процеси: миття, сортування/калібрування, підготовка, заповнення контейнерів, видалення повітря, герметизація контейнерів, теплове стерилізування, охолодження, маркування/упакування та зберігання для відправки. Однією з основних відмінностей у послідовності операцій між консервуванням фруктів і овочів є бланшування. Більшість фруктів не піддаються бланшуванню перед заповненням банок, в той час як багато овочів проходять цей етап. Консервовані овочі зазвичай вимагають більш жорсткої обробки, ніж фрукти, оскільки овочі мають значно нижчу кислотність і містять більше термостійких ґрунтових організмів. Багато овочів також вимагають більш тривалого готування, ніж фрукти, щоб розвинути їх найбільш бажаний смак і текстуру. Методи, що використовуються на етапі приготування, значно варіюються між підприємствами. Для багатьох фруктів попередні етапи обробки (наприклад, очищення, видалення серцевини, поділ на половинки, видалення кісточок) проводяться до будь-якого етапу нагрівання або приготування, але для овочів ці етапи обробки часто проводяться після бланшування овочів. Для фруктів і овочів очищення проводиться за допомогою механічного очищувача, парового очищення або очищення лугом.

З огляду на традиційні підходи до консервування, сучасні дослідження зосереджені на розробці інноваційних технологій, які дозволяють зберегти натуральний смак, текстуру та поживну цінність фруктів і овочів.

Наприклад, застосування блокчейн-технології дозволяє консервним підприємствам здійснювати повний моніторинг сировини, що гарантує прозорість ланцюга

постачання, підвищує якість кінцевої продукції та сприяє поліпшенню екологічної стійкості. Блокчейн (від англ. «blockchain», що перекладається як «ланцюг блоків») використовує дистрибуційну мережу комп'ютерних вузлів для зберігання та обробки даних, таких як транзакції, переходи та інша документація, що оновлюються в безпечному й унікальному форматі без необхідності централізованого контролю чи перевірки [10].

Як відомо, консервовані продукти харчування мають тривалий термін зберігання, тому для їх упаковки необхідні матеріали, які не знижують ефективність бактерицидної дії теплової обробки. Тому часто використовуються герметичні контейнери. Найпоширенішими матеріалами є жерсть, скло й полірований картон. Жерсть, що є тонким шаром олова на м'якій сталі, легка, непроникна для світла і кисню, має низку переваг, таких як економічність, легкість обробки та повна перероблюваність. Цей матеріал, наприклад, застосовують для упаковки фруктів. Скло, яке виготовляється шляхом плавлення суміші кремнезему, карбонату натрію та карбонату кальцію при високих температурах, відрізняється прозорістю, компактністю та структурною однорідністю. Воно є хімічно та біологічно інертним, не пропускає рідину, гази, пари та мікроорганізми, залишається незмінним з часом, піддається стерилізації та має екологічність завдяки можливості нескінченної переробки. Скло також дає змогу споживачам бачити продукт, коли важливий естетичний вигляд, але воно є важким і крихким.

Картонні упаковки з полімерним покриттям є комбінацією кількох матеріалів, що надає їм специфічні властивості, такі як захист від зовнішніх агентів, світла і знижена проникність для кисню. Зазвичай вони складаються з чергування шарів паперу (75 %), поліетиленової плівки (21 %) і алюмінію (4 %). За роки ці упаковки зазнали змін у дизайні, що зробило їх зручнішими для споживачів, наприклад, додаванням кришок, форм, схожих на пляшки, прозорих вікон та мірних ложок. Вони легкі, добре переробляються і мають довгий термін служби. Така упаковка використовується для молока, соків та томатного пюре.

Інноваційні пакувальні рішення для фруктових консервів включають асептичні пакети з багатошарового ламінату – плівки з високим бар'єрним ефектом, призначені для транспортування та зберігання рідких або пастоподібних продуктів, таких як томатні концентрати та фруктові заготовки, які ще не пройшли обробку. Ці пакети відзначаються високою механічною міцністю та здатністю витримувати різкі температурні зміни, що дозволяє зберігати органолептичні властивості продуктів.

Потреба споживачів у високоякісній продукції стимулює розробку альтернативних методів зберігання консервів, оскільки традиційні методи, засновані на високих температурах, можуть негативно впливати на якість продукту. Термічні (теплові) методи консервування харчових продуктів – це тривалий процес, який використовується для видалення патогенних мікробів, що спричиняють псування, та для інактивації ферментів [4]. Ці методи споживають багато енергії, тим самим збільшуючи витрати на збереження. Найперспективнішими є нетермічні технології, що дозволяють зберегти поживні властивості продуктів, зокрема термолабільні компоненти, а також мінімізувати зміни в кольорі, смаку та ароматі, які часто виникають під час звичайних термічних обробок, таких як стерилізація [6].

Серед технологій, які можуть замінити пастеризацію та стерилізацію, виділяються: обробка під високим тиском (ННР), імпульсні електричні поля (PEF), ультразвук (США), імпульсне світло (PL), ультрафіолетове світло (UV) і холодна плазма (CP). Опромінення харчових продуктів – це один із видів нетеплових методів, у яких їжа піддається певній дозі неіонізуючого випромінювання, такого як

ультрафіолет, видиме світло, інфрачервоне випромінювання, радіохвилі або іонізуюче випромінювання, як-от гамма-промені, рентгенівське випромінювання та прискорені електронні промені, для знищення мікробів, таких як віруси, бактерії тощо, у продуктах харчування чи сільськогосподарських товарах [7]. Проте, ці методи ще не отримали широкого застосування, і для їх масштабування необхідні подальші дослідження та вдосконалення з точки зору економічної ефективності.

Особливо варто відзначити технологію обробки під високим тиском (HPP), яка дозволяє зберігати сенсорні й поживні характеристики продукту при холодному зберіганні. Для цього використовують високі ізостатичні тиски в гідростатичному автоклаві, де продукт попередньо упаковується у матеріал, що витримує холодне пресування, зазвичай це пластик. В автоклав додають воду, створюючи тиск, і таким чином продукт разом з водою стискаються приблизно на 15 % від свого об'єму [6].

Тиск у системі розподіляється рівномірно по всій ємності, що дозволяє обробляти продукти різного розміру та об'єму. Сучасні технології здатні забезпечувати тиск до 600 МПа, що дозволяє ефективно інактивувати мікроорганізми, зокрема такі як *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *S. aureus* та інші, руйнуючи їх клітинні стінки, хоча спори залишаються непошкодженими. У деяких випадках метод HPP комбінується з помірно термічною обробкою для інактивації термостійких спор і цвілі [7].

Основними напрямками використання цієї технології є обробка фруктових та овочевих соків, готових до вживання продуктів, а також продуктів з морепродуктів для інактивації паразитів, таких як *Anisakis*. Як і в інших нетеплових технологіях, найбільшими обмеженнями є висока вартість обладнання та те, що ці процеси ще не стали безперервними і серійними [10].

Іншою перспективною нетепловою технологією є обробка імпульсними електричними полями (PEF), яка може бути використана як попередній етап обробки.

Однією з найбільш перспективних технологій для інактивації мікроорганізмів є застосування короткочасних імпульсів високої напруги (зазвичай 20–80 кВ/см) електричних полів, які можуть тривати мікро- або наносекунди [10]. Цей метод застосовують між двома електродами, дозволяючи ефективно дезактивувати мікроорганізми, не змінюючи значною мірою поживні властивості продукту. Застосування електричних полів (PEF) є важливою альтернативою традиційним методам обробки, що використовують механічне руйнування або тепло, що зазвичай впливає на якість продуктів і спричиняє високі енергетичні витрати. Також обробка PEF може використовуватися для зневоднення харчових продуктів або віджимання соку.

Іншими перспективними технологіями є ультрафіолетове (UV-C) та ультразвукове випромінювання, які привертають увагу харчових компаній завдяки своїм властивостям збереження якості консервів [7]. Ультразвук заснований на кавітації – механічній вібрації акустичних хвиль високої частоти, при якій вакуумні бульбашки вибухають, створюючи тиск усередині продукту. Цей процес може використовуватися для заморожування, сушіння, стерилізації та сублімаційного сушіння, виступаючи альтернативою традиційній термічній обробці. Зокрема, ультразвукова обробка при низьких температурах застосовується для чутливих до тепла продуктів, а термозвук, який поєднує ультразвук і тепло, робить обробку більш ефективною.

Отже, згадані технології стають все більш актуальними завдяки здатності зберігати харчові та органолептичні властивості продуктів, мінімізуючи зміни

кольору, запаху та смаку. Одним із прикладів таких досліджень є робота болгарських вчених [6], які вивчали вплив ультрафіолетового та ультразвукового опромінення на фізико-хімічні, сенсорні та мікробіологічні характеристики грушевого варення, збагаченого клітковиною. Результати показали, що обробка ультрафіолетовим світлом і ультразвуком спричинила мінімальні зміни в рН, кислотності, вмісті сухої речовини та сахарози, а також не вплинула на колір, запах і смак варення. При цьому варення, оброблене ультразвуковим опроміненням, отримало кращу оцінку за характеристиками зернистості, пружності та соковитості.

Загалом, ці технології мають значний потенціал для вдосконалення і подальшого застосування на промисловому рівні, що дозволить виробляти більш натуральні продукти з високими органолептичними властивостями, одночасно зберігаючи їх безпеку.

На основі неведеної інформації в таблиці 1 автором узагальнено згадані технології та виокремлено їх основні переваги.

Таблиця 1

Сучасні технології зберігання фруктів у консервуванні

Технологія	Опис	Застосування	Переваги
Обробка під високим тиском (HPP)	Використання високих ізостатичних тисків для стабілізації продуктів при низьких температурах	Фрукти, овочі, соки, морепродукти	Зберігає поживні та сенсорні властивості, мінімізує вплив тепла
Імпульсні електричні поля (PEF)	Короткочасні імпульси електричних полів для інактивації мікроорганізмів	Соки, зневоднення продуктів, віджимання соку	Знижує вплив тепла, зберігає органолептичні властивості
Ультразвукова обробка	Використання акустичних хвиль високої частоти для обробки продуктів	Заморожування, сушіння, стерилізація, сублімаційне сушіння	Ефективна для чутливих до температури продуктів
Ультрафіолетове світло (UV-C)	Застосування ультрафіолетового випромінювання для знищення мікроорганізмів	Обробка поверхні продуктів, дезінфекція пакувальних ліній	Високий бактерицидний ефект, зберігає поживні властивості

Джерело: систематизовано на основі [7; 8; 11].

Отже, зазначені інноваційні технології, такі як HPP, PEF, ультразвукова обробка та UV-C, стають важливими інструментами для покращення якості консервованих фруктів, зберігаючи їхні природні властивості та забезпечуючи довший термін зберігання.

Висновки. Фрукти містять велику кількість поживних речовин, а також корисні для харчування та здоров'я, а також економічну цінність, але страждають від коротшого терміну зберігання, погіршення якості та швидкого псування після збору врожаю. Було з'ясовано, що для свіжих продуктів використовують декілька технологій консервування, наприклад хімічну обробку, фізичне застосування та інші підходи. Але сьогодні на перший план виходять інноваційні технології в переробці фруктів, таких як – обробка під високим тиском (hpp), імпульсні електричні

поля (ref), ультразвукова обробка, ультрафіолетове світло (uv-c). Протягом останнього десятиліття основна увага приділялася інноваціям для зменшення відходів і підвищення стійкості в процесі трансформації. Утилізація побічних продуктів і екологічні методи обробки також розвинулися, як-от використання фруктових відходів і перетворення їх на продукти з доданою вартістю, такі як харчові волокна, антиоксиданти та біопаливо. Оскільки інновації у сфері переробки фруктів все ще зростають, теоретики і практики харчової промисловості чекають впровадження нових способів покращення якості й безпеки оброблених фруктів і задоволення попиту споживачів на натуральні продукти з мінімальною обробкою з подовженим терміном зберігання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Дейниченко Г. В. та ін. Аналітична характеристика безвідходної переробки плодово-ягідної сировини. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2019. Вип. 1. С. 85–95. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2019_1_10
2. Кепін М., Кирилов В. Теоретичне обґрунтування процесу переробки плодів кісточкових культур. *Food Science and Technology*. 2016. Вип. 10(3). URL: <https://journals.ontu.edu.ua/index.php/foodtech/article/view/185>
3. Локванець Т. Технологія переробки плодів та овочів: електрон. підруч. Київ : НМЦ, 2020. URL: http://192.162.132.48:5000/MyWeb/manual/agronomija/tecn_pererob_plodiv_i_ovochiv/Zmist/Zmist.htm
4. Jin, P. (Ed.). *Latest advances in preservation technology for fresh fruit and vegetables*. MDPI. 2023. <https://www.mdpi.com/books/reprint/6814-latest-advances-in-preservation-technology-for-fresh-fruit-and-vegetables>
5. Premi M., Khan K. A. Role of canning technology in preservation of fruits and vegetables. In *Technological interventions in the processing of fruits and vegetables*. 2018. Apple Academic Press. https://www.researchgate.net/publication/340038126_Role_of_Canning_Technology_in_Preservation_of_Fruits_and_Vegetables
6. Manev Z., Petkova N. Influence of ultraviolet light and ultrasound irradiation on the physicochemical, sensory and microbiological characteristics of pear jam enriched with fibers. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 2021. № 11(6), URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Influence-of-Ultraviolet-Light-and-Ultrasound-on-of-Manev-Petkova/d9eacbe66a25e2ac81f55a3e760d4c0bd749b036>
7. Bisht, B., Bhatnagar, P., Gururani, P., Kumar, V., Tomar, M. S., Sinhmar, R., Rathi, N., & Kumar, S. (2021). Food irradiation: Effect of ionizing and non-ionizing radiations on preservation of fruits and vegetables— a review. *Trends in Food Science & Technology*, 114. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421003678>
8. Business research insights. Foodtech Market Report Overview. 2025. URL: <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/foodtech-market-102917>
9. Environmental Protection Agency. Canned Fruits And Vegetables. 1985. URL: https://gaftp.epa.gov/ap42/ch09/s081/final/c9s081_aug1985.pdf
10. Italian foodtech. Canned food sector, all-round innovation. 2023. <https://www.italianfoodtech.com/canned-food-sector-all-round-innovation/>

REFERENCES:

1. Deinichenko H. V. et al. (2019). Analitichna kharakterystyka bezvidkhodnoi pererobky plodovo-yahidnoi syrovyny [Analytical characteristics of zero-waste processing of fruit and berry raw materials]. *Prohresywni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv, restorannoho hospodarstva i torhivli*, (1), 85–95. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2019_1_10 [in Ukrainian].

2. Kepin M. & Kyrylov V. (2016). Teoretychne obhruntuvannia protsesu pererobky plodiv kistochkovykh kultur [Theoretical justification of the processing of stone fruit crops]. *Food Science and Technology*, 10(3). Available at: <https://journals.ontu.edu.ua/index.php/foodtech/article/view/185> [in Ukrainian].
 3. Lokvanets T. (2020). Tekhnolohiia pererobky plodiv ta ovochiv [Technology of fruit and vegetable processing] (electronic textbook). Kyiv: NMTs. Retrieved from http://192.162.132.48:5000/MyWeb/manual/agronomija/txn_pererob_plodiv_i_ovochoiv/Zmist/Zmist.htm [in Ukrainian].
 4. Jin P. (Ed.). (2023). Latest advances in preservation technology for fresh fruit and vegetables. MDPI. Available at: <https://www.mdpi.com/books/reprint/6814-latest-advances-in-preservation-technology-for-fresh-fruit-and-vegetables> [in English].
 5. Premi M. & Khan K. A. (2018). Role of canning technology in preservation of fruits and vegetables. In *Technological interventions in the processing of fruits and vegetables*. Apple Academic Press. Available at: https://www.researchgate.net/publication/340038126_Role_of_Canning_Technology_in_Preservation_of_Fruits_and_Vegetables [in English].
 6. Manev Z. & Petkova N. (2021). Influence of ultraviolet light and ultrasound irradiation on the physicochemical, sensory and microbiological characteristics of pear jam enriched with fibers. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 11(6). Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Influence-of-Ultraviolet-Light-and-Ultrasound-on-of-Manev-Petkova/d9eacbe66a25e2ac81f55a3e760d4c0bd749b036> [in English].
 7. Bisht B., Bhatnagar P., Gururani P., Kumar V., Tomar M. S., Sinhmar R., Rathi N. & Kumar S. (2021). Food irradiation: Effect of ionizing and non-ionizing radiations on preservation of fruits and vegetables – a review. *Trends in Food Science & Technology*, 114. Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421003678> [in English].
 8. Business Research Insights. (2025). Foodtech market report overview. Available at: <https://www.businessresearchinsights.com/market-reports/foodtech-market-102917> [in English].
 9. Environmental Protection Agency. (1985). Canned fruits and vegetables. Available at: https://gaftp.epa.gov/ap42/ch09/s081/final/c9s081_aug1985.pdf [in English].
 10. Italian Foodtech. (2023). Canned food sector, all-round innovation. Available at: <https://www.italianfoodtech.com/canned-food-sector-all-round-innovation/> [in English].
-