

**МОН УКРАЇНИ**  
**УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**  
**(УНУС)**

**Інженерно-технологічний факультет**  
**Кафедра харчових технологій**

**Допущено до захисту**  
” \_\_\_\_ ” \_\_\_\_ 2024 р.  
Зав. кафедри, к. с.-г. н., доцент  
\_\_\_\_\_ Андрій ЧЕРНЕГА

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

ступінь вищої освіти магістр

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ**  
**ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ГРУШЕВИХ**

Виконав – студент II курсу, групи 21 м-з-тх  
освітньої програми «Технології харчування»  
спеціальності 181 «Харчові технології»

**ВОЙТКО Віталій Віталійович**

Керівник – д. т. н., професор Заморська І.Л.

Умань – 2024

## ЗМІСТ

|                                                                                                                              | Стор.     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Вступ                                                                                                                        | 4         |
| <b>Розділ 1. ВПЛИВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ХАРЧОВУ І БІОЛОГІЧНУ ЦІННІСТЬ ПЛОДІВ І ЯГІД (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)</b>                       | <b>7</b>  |
| 1.1. Значення плодоовочевої продукції в харчуванні населення та збереження їхньої якості заморожуванням                      | 7         |
| 1.2.. Особливості попередньої обробки сировини перед заморожуванням                                                          | 11        |
| 1.3. Біохімічний склад, біологічна цінність плодів груші та особливості їхнього консервування заморожуванням                 | 14        |
| <b>Розділ 2. МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>                                                                                | <b>18</b> |
| 2.1. Умови проведення досліджень                                                                                             | 18        |
| 2.2. Об'єкт дослідження                                                                                                      | 19        |
| 2.3. Схема досліду                                                                                                           | 20        |
| 2.4. Методика проведення досліджень                                                                                          | 20        |
| <b>Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>                                                                                       | <b>21</b> |
| 3.1. Біохімічний склад плодів груші                                                                                          | 21        |
| 3.2. Значення кріорезистентності та втрат маси заморожених напівфабрикатів грушевих в результаті заморожування та зберігання | 22        |
| 3.3. Вміст сухих розчинних речовин заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання                                  | 24        |
| 3.4. Вміст цукрів заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання                                                   | 26        |
| 3.5. Вміст титрованих кислот заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання                                        | 28        |
| 3.6. Вміст аскорбінової кислоти заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання                                     | 28        |

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|                                                                                                        | 3  |
| 3.7. Зміна органолептичних показників якості заморожених напівфабрикатів грушевих в процесі зберігання | 30 |
| <b>Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>                                                                  | 32 |
| <b>Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ</b>                                        | 36 |
| <b>Розділ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ</b>                                                                         | 38 |
| Висновки і пропозиції виробництву                                                                      | 40 |
| Список використаних джерел                                                                             | 42 |
| Додатки                                                                                                | 49 |

## ВСТУП

Збереження здоров'я та збільшення тривалості повноцінного життя є пріоритетним завданням як у масштабах країни, так і для кожної людини зокрема. Харчування населення належить до найважливіших чинників, що визначають здоров'я нації, її потенціал та перспективи розвитку. Здорове харчування є запорукою активного довголіття, підвищення стійкості організму до несприятливих впливів довкілля, забезпечує нормальний ріст та розвиток дітей, є ключовою умовою прогресу і якості життя. Сьогодні продукти здорового харчування називають "їжею XXI століття": із 40 прогнозів розвитку профілактичної медичної науки до 2000 року 22 було пов'язано зі здоровим харчуванням [1]. В раціоні людини повинні бути всі необхідні організму речовини. Щоденно треба отримувати з харчами біля 60 різних інгредієнтів. Не можна забувати про вітаміни і мікроелементи, без яких порушується синтезування життєво важливих речовин [2].

Джерелом біологічно-активних речовин, що необхідні для раціону людини є свіжі плоди та ягоди. Швидкозаморожена плодоовочева продукція здатна задовольнити потребу в основних нутрієнтах і уникнути сезонності їх споживання.

Фрукти та овочі багаті на воду та поживні речовини, і під час зберігання є ідеальними субстратами для розвитку патогенних мікроорганізмів, таких як *Penicillium* spp, Крім економічних втрат, деякі патогенні післязбиральницькі гриби, такі як *Aspergillus* spp. та *Penicillium* spp. становлять серйозну загрозу для здоров'я людини через токсини, що виробляються (охратоксин А, патулін, цитринін та ін.) [3]. Тому використання відповідних технологій є важливим для зменшення втрат, які підвищуються під час дозрівання та зберігання плодів [4].

**Актуальність теми.** Груша – цінна плодова культура, плоди якої мають високі смакові властивості, завдяки великій кількості біологічно-активних речовин, та користуються стабільним попитом серед споживачів. Плоди груші багаті на вуглеводи, органічні кислоти, дубильні, азотисті, барвні, ароматичні та пектинові речовини, вітаміни [5].

Плоди груші використовують для споживання у свіжому вигляді, виготовлення консервів, сушіння та заморожування. Для заморожування груш використовують зрілі плоди, з характерним слабко-кислим смаком, соковитою та щільною м'якоттю. Проте, під час заморожування, тривалого зберігання та послідувочої дефростації можливі зміни органолептичних показників продукції. Актуальним є виробництво напівфабрикатів грушевих з частковою попередньою осмотичною дегідrataцією, що дасть можливість запобігти небажаним змінам якості продукції та розширенню асортименту продукції ресторанного господарства.

**Мета та завдання дослідження.** Метою нашої роботи було удосконалення технології і розширення асортименту заморожених напівфабрикатів грушевих за попередньої часткової осмотичної дегідrataції.

**Завдання роботи:**

- дослідити хімічний склад свіжих плодів груші та після попередньої часткової осмотичної дегідrataції;
- дослідити втрати маси та хімічний склад частково осмотично-дегідратованих напівфабрикатів грушевих після заморожування та впродовж тривалого зберігання за покриття в розчині пектину;
- визначити органолептичну оцінку заморожених напівфабрикатів грушевих;
- розрахувати економічну ефективність виробництва заморожених напівфабрикатів грушевих.

**Предметом дослідження** зміни показників якості заморожених напівфабрикатів грушевих внаслідок часткової осмотичної дегідратації, заморожування та зберігання.

**Об'єктами досліджень** були частково осмотично-зневоднені заморожені нарізані плоди груші сорту Дюшес.

**Методи дослідження:** загальнонаукові - експерименту, спостереження, аналізу та синтезу, узагальнення; спеціальні - лабораторний, математично-статистичний.

**Наукова новизна** роботи полягає у в обґрунтуванні удосконалення технології виробництва заморожених напівфабрикатів грушевих за рахунок часткової осмотичної дегідратації в розчині сахарози з концентрацією 30% за покриття в розчині пектину.

**Практичне значення одержаних результатів.** Виробництву рекомендовано удосконалити технологію виробництва заморожених напівфабрикатів грушевих

**Особистий внесок здобувача** За темою роботи опрацьовані вітчизняні та зарубіжні джерела літератури, обґрунтовано напрям досліджень, проведені експериментальні дослідження та узагальнені їх результати, зроблено висновки та сформульовані рекомендації виробництву автором самостійно та при допомозі дипломного керівника.

**Структура магістерської роботи.** Кваліфікаційну роботу викладено на 49 сторінках комп'ютерного тексту. Робота включає вступ, шість розділів, висновки, рекомендації виробництву, 6 таблиць, 8 рисунків. У списку використаної літератури 63 найменування.

## **РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА ХАРЧОВУ І БІОЛОГОГІЧНУ ЦІННІСТЬ ПЛОДІВ І ЯГІД (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)**

### **1.1. Значення плодоовочевої продукції в харчуванні населення та збереження їхньої якості заморожуванням**

За останні 30 років споживання продуктів харчування зросло на 15 % (з 9940 кДж на душу населення до 11380 кдж). Поступово знижується частка людей, що мають недостатнє харчування: з 25 % в середині минулого сторіччя до 15 % на сьогодні і очікувано до 5 % у 2015 році [6].

Правильне харчування сприяє профілактиці захворювань, продовженню життя, створенню умов для підвищення здатності організму протидіяти несприятливому впливу навколишнього середовища. Харчування – це головний керований чинник, що забезпечує нормальний ріст та розвиток населення його працездатність, довголіття, творчий потенціал нації. Правильно організоване харчування відіграє важливу роль у зниженні ризику розвитку хронічних неінфекційних захворювань, особливо так званих хвороб століття: серцево-судинні, онкологічні, діабет, ожиріння, остеопороз, карієсу тощо [7].

У даний момент в Україні спостерігається погіршення здоров'я населення, яке набуває загрозливого значення. Це обумовлено збіднінням значної частини населення, погіршенням екологічної ситуації, поширенням руйнівних шаблонів поведінки, зниженням доступності до якісного медичного обслуговування, витратністю сучасної системи освіти [8].

Доведено, що раціон населення України залишається незбалансованим із переважанням продуктів рослинного походження. Найбільш критичним є стан споживання повноцінних білкових харчових продуктів (м'яса, молока, риби) та вітамінної продукції (фруктів). Риби, рибопрокдктів та фруктів українці споживають менше мінімальної норми [9].

У доповіді ФАО за 2022 р. «Стан справ в галузі продовольчої безпеки і харчування у світі» зазначалося, що людство віддаляється від досягнення ЦСР 2 — ліквідації голоду, все частіше стикається з відсутністю продовольчої безпеки та повноцінного харчування в усіх його формах [10]. Сучасний стан продовольчої безпеки в Україні спричинили пандемія і період постпандемійного відновлення, а насамперед — збройна агресія російської федерації, порушивши ланцюги виробництва та постачання продовольства [11].

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) рекомендує вживати мінімум 400 г або п'ять порцій фруктів і овочів на день для профілактики деяких хронічних захворювань, таких як діабет 2 типу, серцево-судинні захворювання або різні види раку. У 2009 році ця ж організація включила низьке споживання фруктів і овочів до десятки основних факторів ризику глобальної смертності, навіть після тютюнопаління. Однак, незважаючи на рекомендації, споживання фруктів і овочів залишається дуже низьким у переважній більшості країн [12].

Фрукти та овочі є важливим джерелом забезпечення людини необхідними поживними речовинами та біологічно активними сполуками, включаючи вітаміни, органічні кислоти, каротиноїди, мінерали, клітковину та поліфеноли [13].

Фрукти та овочі є продуктами з низькою енергетичною щільністю через високий вміст води та харчових волокон і низький вміст енергії. Крім того, вони є хорошими джерелами фолатів, калію, магнію, вітамінів А, С, Е і К, а також фітохімічних речовин, особливо флавоноїдів, які можуть бути відповідальними за ряд їхніх переваг для здоров'я [14].

Споживання фруктів та овочів пов'язане із загальною якістю харчування, способом життя та здоров'ям людини. Доведено, що збільшення споживання фруктів і овочів призводить до збільшення споживання вуглеводів, клітковини і мікроелементів, що означає поліпшення загального профілю дієти [15].

Сільськогосподарської продукції, що вирощується в Україні цілком достатньо, щоб забезпечити населення продуктами харчування. Однак значна частка вирощеного врожаю втрачається через застарілу або неправильну технологію зберігання і переробки [16].

Виробник змушений виходити на ринок з продукцією, яка швидко псується, в період її масового визрівання, коли пропозиція значно перевищує попит на неї. Забезпечення високої рентабельності плодоягідного садівництва і конкурентоспроможності продукції цих галузей на внутрішніх і зовнішніх ринках можливе завдяки використанню штучного холоду.

Заморожування фруктів і овочів могло б слугувати способом вирішення проблем псування та/або деградації, а також забезпечити споживачам більший доступ до поживних фруктів і овочів. Однак, його застосування обмежується через стійку громадську думку про те, що консервування або переробка фруктів і овочів суттєво знижує їхню поживну якість [17]. Ці уявлення продовжують впливати на вибір споживачів.

Доведено, що фрукти та овочі у замороженому або консервованому вигляді є економічно вигідними та поживними варіантами для задоволення щоденних рекомендацій щодо споживання овочів та фруктів у контексті здорового харчування [18].

Заморожування - це ефективний спосіб консервації, який зберігає якість продуктів майже як у свіжого продукту. Хоча заморожування - один з найпростіших і найменш трудомістких методів, він не такий економічний, як консервування, але за умови правильної обробки зберігає більше поживних речовин у продуктах [19].

Низькі температури викликають уповільнення процесів життєдіяльності, які в живому організмі призводять до втрат поживних речовин, а зниження швидкості мікробіологічних і біохімічних процесів в плодах і овочах після заморожування супроводжується зниженням кількісних і якісних втрат продукції [20].

Встановлено, що хоча деякі важливі біохімічні властивості більш-менш погіршуються і втрата якості є неминучою, значна частина якісних характеристик овочів залишається стабільною під час тривалого зберігання у глибокому заморожуванні, особливо фізичні параметри [21].

Доведено, що вміст поживних речовин заморожених гороху та броколі був аналогічним до типових овочів, придбаних на ринку. Вміст поживних речовин заморожених цілих стручкових бобів і замороженої моркви, без втрат при заморожуванні, був подібним до свіжих овочів під час збору врожаю. Заморожений шпинат також досить добре порівнювався із зібраним свіжим овочем і явно перевершував усі ринкові продукти [22].

Існує кілька типів хімічних змін, які можуть відбуватися протягом періоду зберігання в замороженому стані, наприклад, ферментативне побуріння, окислення ліпідів, деградація хлорофілу, нерозчинення білків та інших пігментів і вітамінів [23]. Ферментативна активність відповідає за погіршення якості більшості заморожених фруктів. Активність ферментів знижується зі зниженням температури, проте в результаті заморожування хімічні реакції, що каталізуються ферментами, відбуваються через збільшення концентрації солей [24].

Збереженню поживної цінності заморожених продуктів харчування приділяють значну увагу як споживачі, так і виробники, оскільки вона може добре зберігатися протягом періоду заморожування. Виходячи з вищезазначених факторів, температура і тривалість зберігання продуктів у замороженому стані спричиняють значний вплив на їхню поживну цінність.

Таким чином, заморожування є найбільш сучасним методом консервування плодово-ягідної сировини завдяки зниженим втратам її харчової і біологічної цінності, інгібуючій дії на мікроорганізми та збереженню органолептичних властивостей.

## **1.2. Особливості попередньої обробки сировини перед заморожуванням**

Якість готової продукції значною мірою залежить від застосування різних технологічних схем заморожування. Продукція вітчизняного виробництва, головним чином, виробляється шляхом контактного або повітряного заморожування без будь-якої попередньої обробки, що негативно впливає на збереженість її біологічної цінності та органолептичних властивостей [25].

Різка зміна температури призводить до різної реакції плодів, ягід та овочів на заморожування. Відбуваються зміни органолептичних властивостей і хімічного складу продукції, за якими роблять висновок про їх придатність до заморожування [26].

Мета замороженого продукту - зберегти якомога більше цього тургору і наблизитися до «живих» характеристик фруктів таким чином, щоб споживач міг порівняти його зі свіжими продуктами. Гіршої якості є будь-який заморожений продукт, який вигідно відрізняється від інших збережених, але не свіжих матеріалів. Ефективнішим процесом заморожування є той, який зберігає осмотичну цілісність максимальної кількості клітинних компонентів у плодах [27].

При спробі зберегти життєздатність клітин шляхом заморожування (кріоконсервування) важливо, щоб процеси були розроблені з належним урахуванням цілісності клітинних компонентів. Метою повинно бути збереження їхнього осмотичного статусу, напівпроникності і дискретного хімічного складу разом із загальною функцією. Досвід, набутий у критичних аспектах розробки технологічного процесу, може бути цінним при спробі покращити заморожування більш делікатних видів фруктів і овочів [28].

Повільне заморожування може призвести до пошкодження мікроструктури через утворення великих позаклітинних кристалів льоду, тоді

як швидке заморожування зазвичай індукує високу швидкість тепло- і масообміну, мінімальну міграцію води і низький осмотичний тиск, що призводить до утворення внутрішньоклітинних і позаклітинних дрібних кристалів льоду, а отже, меншого пошкодження мікроструктури. Крім того, компоненти клітини (клітинна стінка і середня ламела) і морфологія клітини, включаючи розміри клітин і пори, також можуть суттєво впливати на якість заморожених продуктів, оскільки вони відрізняються від рослинних харчових матеріалів [29].

Об'єктивним показником кріорезистентності соковитої рослинної сировини є її волого утримуюча здатність. Так, під час заморожування винограду вона знижується на 6,7-27,4 %, тоді як при послідовному зберіганні – на 7,0-29,6 %, залежно від сорту. Встановлена тісна пряма залежність між вологоутримуючою здатністю і масовою концентрацією протопектину в ягодах (коефіцієнт кореляції  $r=0,941$ ). Зміна вологоутримуючої здатності прямопропорційно, на 88,6 % залежить від змін концентрації протопектину в ягодах [30].

Дослідниками на основі узагальнення світового і вітчизняного досвіду у галузі заморожування плодово-ягідної сировини розробляються нові та постійно вдосконалюються існуючі заходи щодо формування асортименту швидкозаморожених продуктів, стабілізації їх органолептичних властивостей та підвищення їх харчової та біологічної цінності [31].

Застосування потужного ультразвуку для полегшення заморожування фруктів і овочів є відносно новою концепцією. Звукові хвилі викликають кавітацію та ефект губки, що впливає на швидкість заморожування та властивості заморожених продуктів. Застосування ультразвуку в процесі заморожування допомагає інактивувати ферменти та мікроби та покращує процес зародження кристалів льоду. Переваги заморожування за допомогою ультразвуку перед звичайним заморожуванням включають високу швидкість

заморожування, швидшу кристалізацію, рівномірний розподіл кристалів льоду, кращу мікроструктуру та хорошу якість продукту [32].

Останнім часом активно досліджуються різні види їстівного покриття фруктів та овочів перед заморожуванням. Так, їстівне покриття на основі концентрату сироваткового білка та бджолиного воску (0%, 20% і 40%) перед заморожуванням зменшує втрати маси ягід суниці після розморожування (55%), зберігає щільність ягід, яскравість за неістотного покращення змін мікроструктури клітин, викликаних процесом заморожування [33].

Застосування покриття з пектину до замороженої суниці зменшило популяцію *S. enterica*, *E. coli* O157:H7 і *L. monocytogenes* для всіх мікроорганізмів на восьмому тижні зберігання в замороженому стані. У замороженій чорниці популяція *S. enterica* та *E. coli* O157:H7 знизилася після одного тижня зберігання [34].

Частково дегідратовані нарізані нарізані плоди ананаса покривали альгінатом натрію і заморожували, зберігаючи при -20 °C протягом 10 і 50 днів. Доведено, що заморожені нарізані фрукти з покриттям мали значне зменшення втрат вологи і покращений зовнішній вигляд, колір і текстура [35].

Відомо, що часткова дегідратація сировини перед заморожуванням дозволяє одержати продукти з проміжною вологістю, що здатні після розморожування зберігати консистенцію свіжих плодів і овочів. Видалення вологи здійснюють або висушуванням у спеціальних шафах або осмотичним шляхом.

Встановлено, що щільність частково осмотично дегідратованих плодів абрикоса була найвищою, яка становила 11,3 Н. Порівняно з традиційним заморожуванням, швидкість втрати соку фруктів, осмотично дегідратованих зменшилася на 6,53 %. Вміст аскорбінової кислоти та фенольних сполук за осмотичної дегідратації зберігався вищим. Осмотична дегідратація сприяє збереженню цілісності клітин шляхом зменшення втрати фруктового соку та ефективно інгібує появу ферментативного потемніння [36].

Зразки осмотично дегідратованих у розчинах на основі гліцерину (50, 60, 70% w/w) томатів черрі зберегли колір, мали підвищену щільність, низьку втрати воли і високий рівень збереження аскорбінової кислоти під час зберігання в замороженому стані. Осмотична дегідrataція сприяла збільшенню термінів зберігання заморожених помідорів черрі (до 3,5 разів на основі сенсорної втрати якості) [37].

Отже, застосування попередньої обробки сировини перед заморожуванням позитивно впливає на її органолептичні показники після дефростації та сприяє значному зниженню втрат основних біологічно-активних речовин.

### **1.3. Біохімічний склад, біологічна цінність плодів груші та особливості їхнього консервування заморожуванням**

Груша – цінна плодова культура. Після яблуні вона займає друге місце в структурі плодово-ягідних насаджень України. Наявність великої кількості сортів різних строків досягання дозволяє мати свіжі плоди протягом 8-10 місяців, а при зберіганні їх у холодильниках – протягом року [38].

На світовому ринку відмічають поступове збільшення площ її насаджень зі світовим виробництвом впродовж останніх п'яти років на рівні 22 млн т/рік. Основною зоною вирощування груші є Азія, зі щорічним виробництвом плодів на рівні 18,4 млн тонн. У країнах Європейського союзу виробництво груш складає 2,8 млн т/рік, у Північній та Південній Америці (2 млн т/рік), Африці (780 тис. т/рік), країнах Океанії (115,4 тис. т/рік) [39]. Найбільш рентабельним вважається вирощування плодів груші сорту Конференція (Conferencia) [40]. В Україні ж площі під грушевими насадженнями поступово скорочуються і за підсумками 2022 року не перевищували 1 тис. га зі щорічним валовим збором на рівні 50–170 тис. тонн [41].

Особливо високо цінуються плоди десертних сортів за їх ніжний, маслянистий, соковитий м'якуш, приємне гармонійне співвідношення цукрів і кислот, неперевершений витончений смак. У плодах груші цукрів менше, ніж у яблуках, але завдяки низькому вмісту кислот вони солодші на смак. Плоди груші багаті на мікроелементи, особливо йод. Сік плодів містить багато дубильних речовин і сорбіту. Для збалансованого і повноцінного харчування річна норма споживання плодів груші однією людиною становить 7,5 кг, але поки що фактичний рівень споживання їх не перевищує половини норми [42].

Вміст розчинних цукрів у фруктах є важливим фактором, що впливає на внутрішню якість. Вони не тільки впливають на смак плодів, але й слугують основною сировиною для синтезу кислот, пігментів, ароматичних речовин тощо. Основними розчинними цукрами в плодах груші є сахароза, гексоза (глюкоза і фруктоза) і сорбіт. Фотосинтез транспортується від джерела до поглинача через флоему у вигляді сахарози. Сахароза, що надходить у плід, може зберігатися безпосередньо або гідролізуватися до гексози (глюкози і фруктози) чи фруктози і UDP-глюкози (UDPG), відповідно, під дією сахарозосинтази або інвертази [43].

Плоди груші містять у своєму складі від 6 до 12 % цукрів, 0,12-0,4 % органічних кислот, 0,18-0,74 % пектинів, а також 11-65 мг/100 г дубильних речовин, 30-49 мг/100 г Р-активних речовин та 5-12 мг/100 г вітаміну С [44].

Найважливішими компонентами плодів груші є цукри, фенольні сполуки (ФК) та органічні кислоти. Їх склад і концентрація сильно впливають на смак і аромат, а також на сенсорне враження в цілому. Останнім часом все більше уваги приділяється ПК плодів груші, і в деяких дослідженнях повідомляється, що ці сполуки можуть мати значний вплив на антиоксидантну здатність плодів груші [45]. Фенольні кислоти та глікозильований гідрохінон (арбутин) є двома основними групами фенольних сполук у плодах груші [46].

Хімічний склад плодів груші та продуктів їх переробки варіює в широких межах і залежить від ряду факторів, таких як сорт, агроекологічні умови, вегетаційний період, стадія зрілості, спосіб збирання та умови зберігання [47].

Відомо, що плоди груші накопичують – 6-16 % цукрів (переважно моноцукри), – 0,1-0,3 органічних кислот (в основному яблучна і лимонна), дубильні, пектинові речовини і клітковини – до 0,4, азотисті речовини, каротин, вітаміни А, В<sub>1</sub>, Р, РР і С – 0,4. Вміст цукру у плодах груші менший, ніж у яблуні, але вони також менше містять кислоти, тому й здаються солодшими. Деякі сорти груші багаті на мікроелементи, особливо йод – близько 20 мг/100 г [48].

Дослідження 18 сортів груші вирощених в Китаї показав, що вміст в плодах загального цукру в Айганшуй був найвищим (11,42%), за ним слідував сорт Куйю (10,17%); вміст загальної кислоти в Ганлізао 8 (0,39%) був найвищим, а в Айганшуй і Куйю - низьким; цукрово-кислотне співвідношення Айганшуй (81,27) було значно вищим, ніж у інших досліджуваних сортів ( $P < 0,05$ , те ж саме нижче) [49].

Відомо, що органічні кислоти в плодах груші в основному включають яблучну, лимонну, хінну, щавлеву та шикімову кислоти. Порівнюючи вміст органічних кислот серед різних видів груш, ми показали, що *Pyrus ussuriensis* має найвищий загальний вміст кислот, за ним слідує китайська піщана груша (*Pyrus pyrifolia*), *Pyrus sinkiangensis*, група сортів гібридної селекції (НВ), *Pyrus bretschneideri*, японська і корейська піщані груші (*Pyrus pyrifolia*) і *Pyrus communis* [50].

Мінеральний склад плодів груші представлений фосфором – 0,77-1,56 мг/г, калієм – 4,4-11,5 мг/г, кальцієм – 0,5-1,05 мг/г, залізом – 16,5-51,3 мкг/г, міддю – 2,2-8,9 мкг/г, цинком – 4,9-13,9 мкг/г, марганцем – 4,5-7 мкг/г [44].

Плоди груші багаті на поліфеноли та тритерпеноїди, серед яких хлорогенова кислота, хінна кислота та арбутин були основними поліфенолами,

а урсолова кислота була переважаючим тритерпеноїдом. Вміст більшості цих сполук у стиглих грушах значно зменшився порівняно з молодими грушами. Загалом, 12 сполук фенольних кислот, таких як хінна кислота і хлорогенова кислота, вісім фенольних глікозидів, таких як арбутин, п'ять флавоноїдних сполук, таких як рутин і ізорамнетин-3-О-рутинозид, п'ять флаван-3-олів, таких як катехін і епікатехін, і 10 тритерпенових кислот, таких як бетулінова, олеанолова і урсолова кислоти, були виявлені в усіх сортах і попередньо ідентифіковані як характерні поліфенольні і тритерпеноїдні складові [51].

В зв'язку з високою харчовою та дієтичною цінністю плодів актуальною є переробка плодів груші на соки та пюре. Для швидкого заморожування необхідно використовувати зрілі плоди, оскільки тільки таким чином можна забезпечити характерний приємний смак продукту. Сорти груш, призначені для швидкого заморожування, повинні відповідати таким вимогам: рівномірне забарвлення, соковита м'якоть, виражений характерний смак. Непридатні плоди з терпким смаком і зернистою м'якоттю [52].

Отже, найбільш перспективним методом консервування є заморожування, що сприяє значному збереженню харчової та дієтичної цінності плодово-ягідної сировини та її органолептичних властивостей.

## **2. МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **2.1. Умови проведення досліджень**

Експериментальні дослідження виконували у 2023-2024 рр. на кафедрі технології зберігання і переробки плодів та овочів Уманського національного університету садівництва з плодами груш сорту Дюшес зимовий згідно методичних вказівок по проведенню досліджень із замороженими плодами, ягодами та овочами [53].

Підготовку груш сорту Дюшес до заморожування виконували згідно чинної технологічної інструкції [54]. На нарізані скибками товщиною 1 см плоди груші наносили покриття з розчину пектину з концентрацією 1, 2, 3, 4, 5 % шляхом занурювання на 1 хв, з наступним підсушуванням. Контролем досліди були напівфабрикати грушеві без покриття.

Заморожування груш здійснювали за температури мінус 24 °С. Заморожені груші фасували в пакети з поліетиленової плівки масою до 0,5 кг та зберігали протягом 3 місяців за температури мінус 18°С.

### **2.2. Об'єкти досліджень**

**Груша "Дюшес зимовий"** - сорт груші зимового терміну дозрівання. Сорт виведений у Бельгії.

Дерево високоросле, з широкою, пірамідальною кроною. Плодоносить починає на 4 - 5 рік після посадки.

Плоди великі, середньою масою до 400 г, максимальною масою до 600 г, з горбистою поверхнею. Шкірочка гладенька, щільна, ароматна, лимонно-жовта або бурштинового відтінку і невеликим рум'янцем збоку. М'якоть біла, соковита, тане, в міру солодка з легкою кислинкою. Використовуються для вживання у свіжому вигляді та для всіх видів переробки.

Термін дозрівання пізній, знімальна стиглість плодів настає в жовтні, споживча стиглість - у грудні. Лежкість плодів висока, плоди зберігаються в

умовах підвалу до травня, в умовах холодильника - до 12 місяців. Урожайність висока, становить близько 100 кг плодів з одного дорослого дерева. Сорт самобезплідний. Для запилення використовуються груші "Вільямс", "Олів'є де Серр", "Бере Арданпон". Морозостійкість висока. Стійкість до грибкових захворювань висока.

## 2.2.Схема досліду

Схему проведення досліджень представлена на рисунку 2.1.

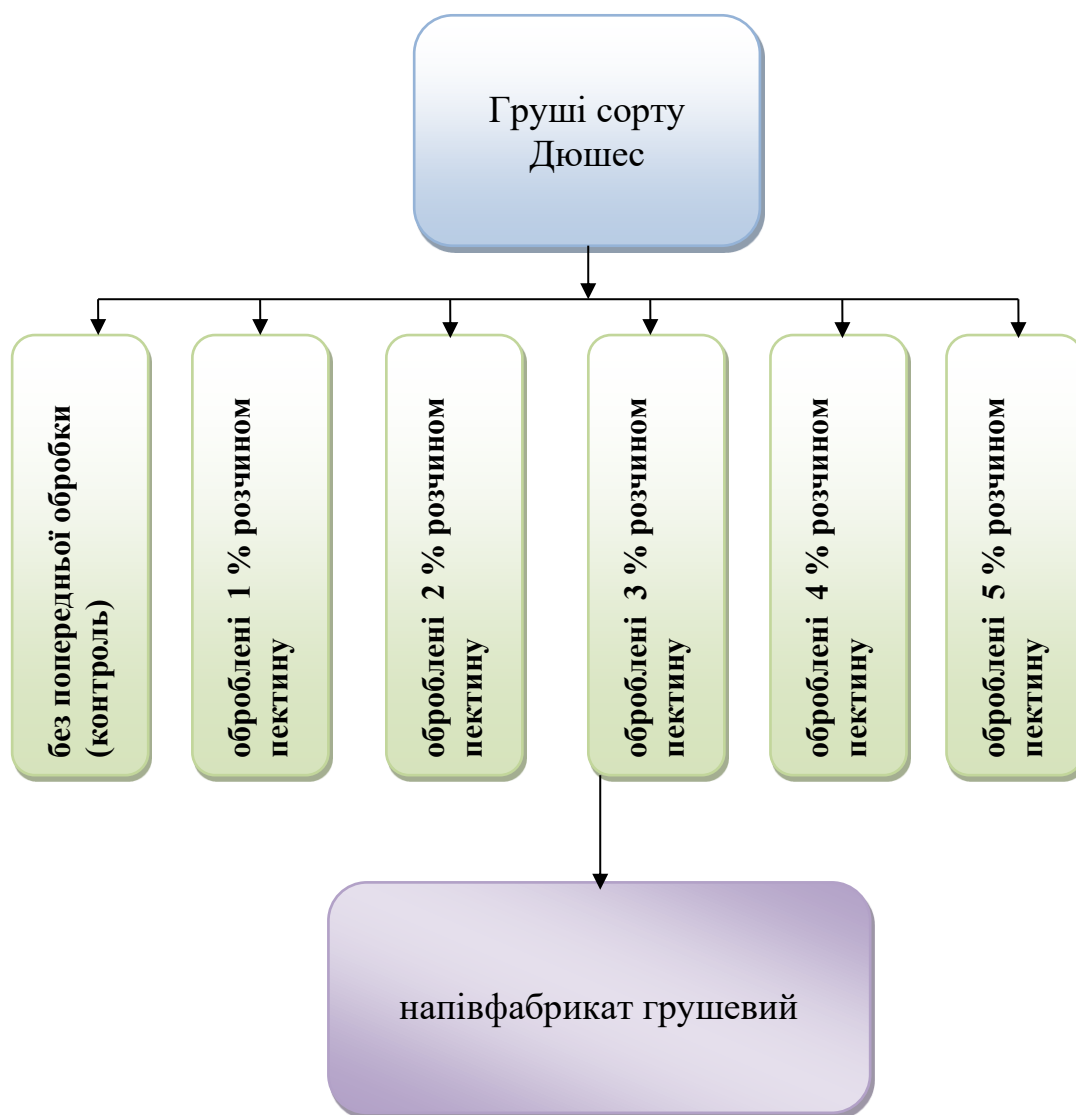


Рис. 2.1. Схема досліду

### 2.3. Методика проведення досліджень

Якість заморожених груш оцінювали за змінами фізико-хімічних та органолептичних показників.

Показник кріорезистентності визначали як різницю заморожених і дефростованих плодів та виражали у відсотках.

Фізико-хімічні показники якості заморожених напівфабрикатів з яблук визначали:

- кріорезистентність – за різницею маси заморожених і дефростованих плодів,
- масову частку сухих розчинних речовин – за ДСТУ 8402:2015 [55],
- масову частку цукрів – за ДСТУ 4954:2008 [56];
- масову частку титрованих кислот – за ДСТУ 4957:2008 [57],
- вміст аскорбінової кислоти – йодометричним методом [53],
- втрати маси – зважуванням фіксованих проб [53],
- органолептичну оцінку – за 5 баловою шкалою.

Статистична обробка отриманих даних виконана в програмі StatSoft STATISTICA 6.1.478, Enterprise Single User (2007).

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Біохімічний склад плодів груші

Хімічний склад плодів груші залежить як від сортових особливостей, так і від умов вирощування, що визначаються, головним чином, ґрунтово-кліматичними умовами регіону і року вирощування. В той же час одні і ті ж сорти, незважаючи на певні розбіжності в абсолютних показниках хімічного складу, зберігають свої сортові особливості в різних кліматичних зонах.

Вміст сухих розчинних речовин – важливий технологічний показник. До сухих розчинних речовин відносять моно і олігосахариди, органічні кислоти, розчинний пектин, дубильні, барвні та інші речовини фенольної природи, вітаміни, ферменти, азотисті речовини, макро- і мікроелементи.

В процесі досліджень нами вивчено хімічний склад свіжих груш. Згідно з отриманими результатами, груші сорту Дюшес зимовий у 2024 році накопичили 13,8% сухих розчинних речовин, що є дещо менше про ти середніх даних. Плоди груші здатні накопичувати до 18,1 % сухих розчинних речовин. Такий результат пояснюється надмірною кількістю опадів під час формування плодів та нестачею їх під час досягання.

Цукри формують смак плодів і є основним джерелом енергії. На частку цукрів в плодах груші приходить більша частина сухих розчинних речовин. Відомо, що між вмістом цукрів та сухих розчинних речовин існує прямий кореляційний зв'язок. Тому, сорти з високим вмістом сухих розчинних речовин, як правило, мають високу цукристість. Цукри плодів груші представлені, головним чином, глюкозою і фруктозою та сахарозою. В 2024 році плоди груші сорту Дюшес зимовий накопичили у своєму складі 8,2 % цукрів, що складає 59,4% від загального вмісту сухих розчинних речовин.

Органічні кислоти надають плодам своєрідного смаку і приймають участь в збереженні організмом людини кислотно-лужного балансу, сприяють

кращому засвоєнню їжі. Органічні кислоти плодів груші представлені, в основному, яблучною та лимонною кислотами, причому переважна кількість їх саме яблучна. В 2024 році вміст органічних кислот складає 0,38 %.

Аскорбінова кислота є одним із вітамінів з високою антиоксидантною здатністю. Груша – це культура з невисоким вмістом аскорбінової кислоти – в середньому від 5 до 10 мг/100г. Її вміст в плодах залежить від багатьох факторів, головними з яких є погодні умови. Так, відомо, що в роки з помірними температурами повітря та достатньою кількістю опадів накопичується вища кількість вітаміну С, тоді як теплий вегетаційний період характеризується протилежним чином. В 2024 році плодами груші сорту Дюшес зимовий накопичено 6,8 мг/100г аскорбінової кислоти.

Отже, під час досягання плоди груші сорту Дюшес зимовий у 2024 році накопичили 13,8% сухих розчинних речовин, 8,2 % цукрів, 0,38 % органічних кислот та 6,8 мг/100г аскорбінової кислоти.

### **3.2. Значення кріорезистентності та втрат маси заморожених напівфабрикатів грушевих в результаті заморожування та зберігання**

Застосування попередньої обробки сировини перед заморожуванням істотно впливає на зміни її маси.

Дослідженнями встановлено, що значення кріорезистентності заморожених напівфабрикатів грушевих суттєво різнилися залежно від варіанту досліду (рис. 3.1). Кріорезистентність заморожених напівфабрикатів з груш коливалася в межах від 93,5 % (на контролі) до 95,7 % - за максимальної концентрації пектинового розчину. Внаслідок покриття грушевих напівфабрикатів їхня кріорезистентність зберігалася на 0,5-2,5 % вищою.

В ході тривалого зберігання заморожених напівфабрикатів грушевих кріорезистентність поступово знижувалася і через три місяці складала 91,7-95,2 %, а через шість – 91,0-94,9.

Найменші втрати кріорезистентності спостерігалися у варіанті з покриттям 5 %-ним розчином пектину – 0,8 %, за максимальних збережених значень цього показника у цьому ж варіанті досліджу.

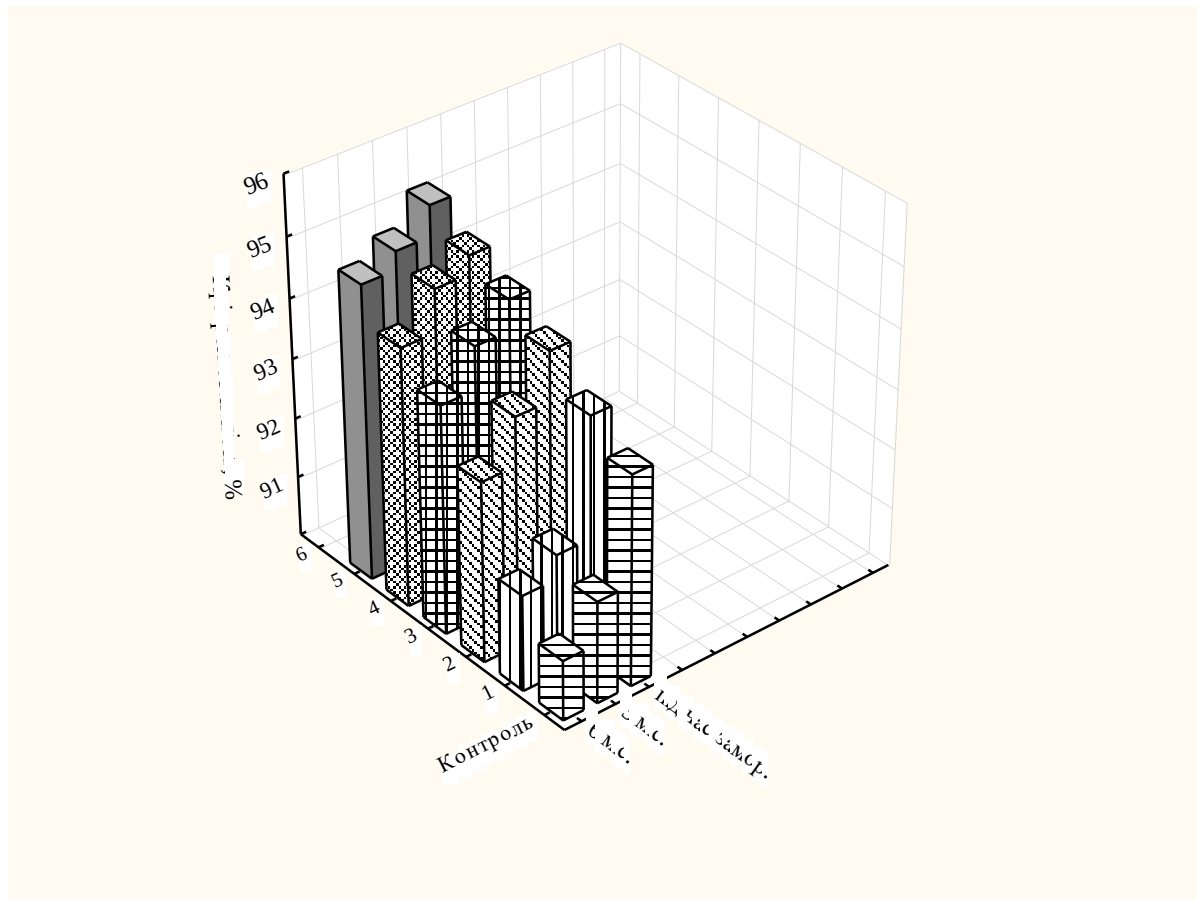


Рис. 3.1. Кріорезистентність заморожених напівфабрикатів грушевих, %

Дослідження втрат маси заморожених напівфабрикатів грушевих показало суттєві відмінності між варіантами пересічно по досліді (рис. 3.2). Так, під час заморожування продукції втрати були високими і коливалися від 1,5 до 2,1 %, за максимальних втрат у напівфабрикатів грушевих без покриття. Нанесення покриття сприяло зниженню втрат на 0,1-0,6 % відносно контролю.

Впродовж зберігання втрати маси суттєво знизилися за рахунок пакування продукції в поліетиленові пакети та істотно не різнилися залежно від варіанту досліді. Втрати складали 0,5-0,6 % і були стабільними впродовж зберігання.

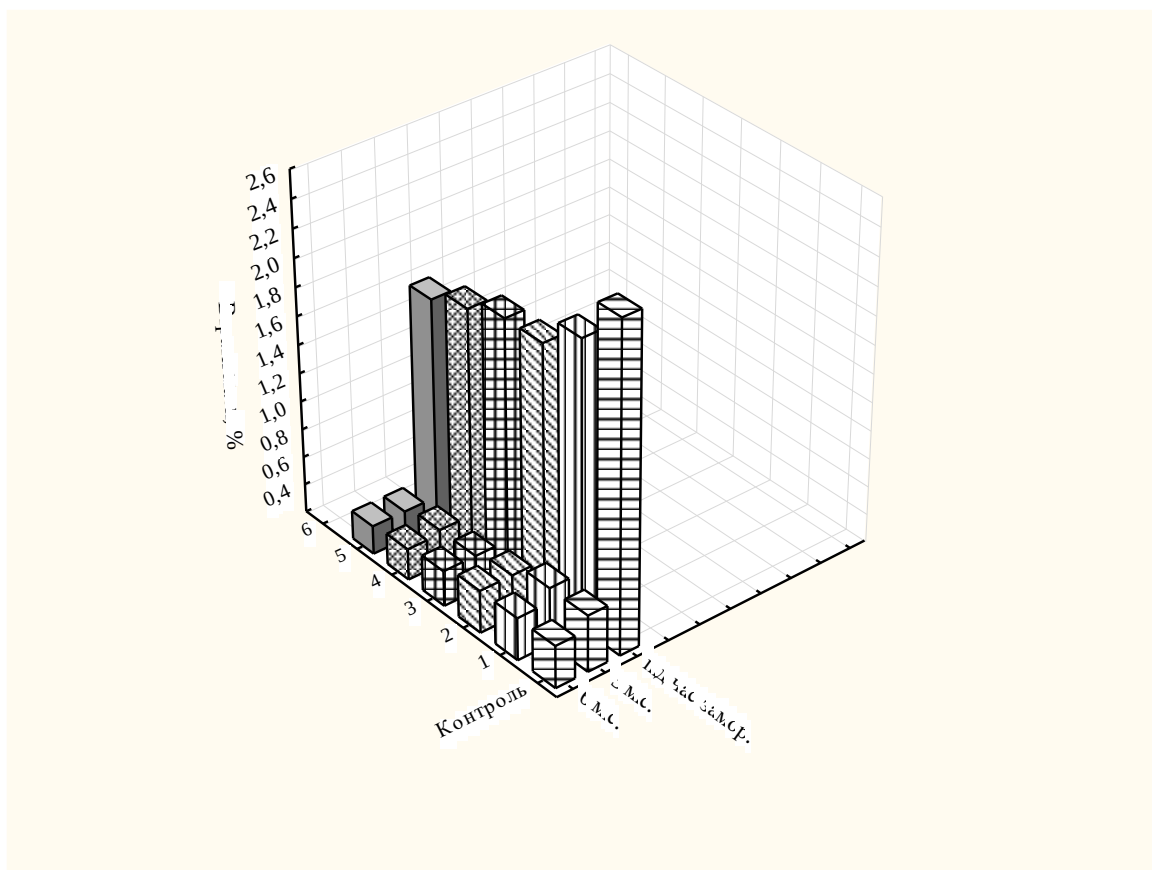


Рис. 3.2. Втрати маси заморожених напівфабрикатів грушевих, %

Таким чином, під час заморожування напівфабрикатів грушевих втрати маси склали 1,5-2,1 %, за максимальних втрат на контролі, а під час тривалого зберігання в замороженому стані – 0,5-0,6% та суттєво не різнилися залежно від варіанту досліджу.

### 3.3. Вміст сухих розчинних речовин заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання

В результаті заморожування та зберігання, крім зменшення маси плодів відбуваються і значні зміни її хімічного складу. На характер цих змін значний вплив здійснює розчин, що застосовується для попередньої обробки сировини.

Хімічний склад груш заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання представлено на рисунку 3.3.

Нанесення покриття з розчину пектину спричинило деяке збільшення вмісту сухих розчинних речовин в напівфабрикатах. Однак, внаслідок заморожування їхній вміст знизися і склав 11,6-13,8 %. Максимальний вміст сухих розчинних речовин виявлено у зразку напівфабрикатів грушевих з покриттям у 5 %-ному розчині пектину – 13,8 %.

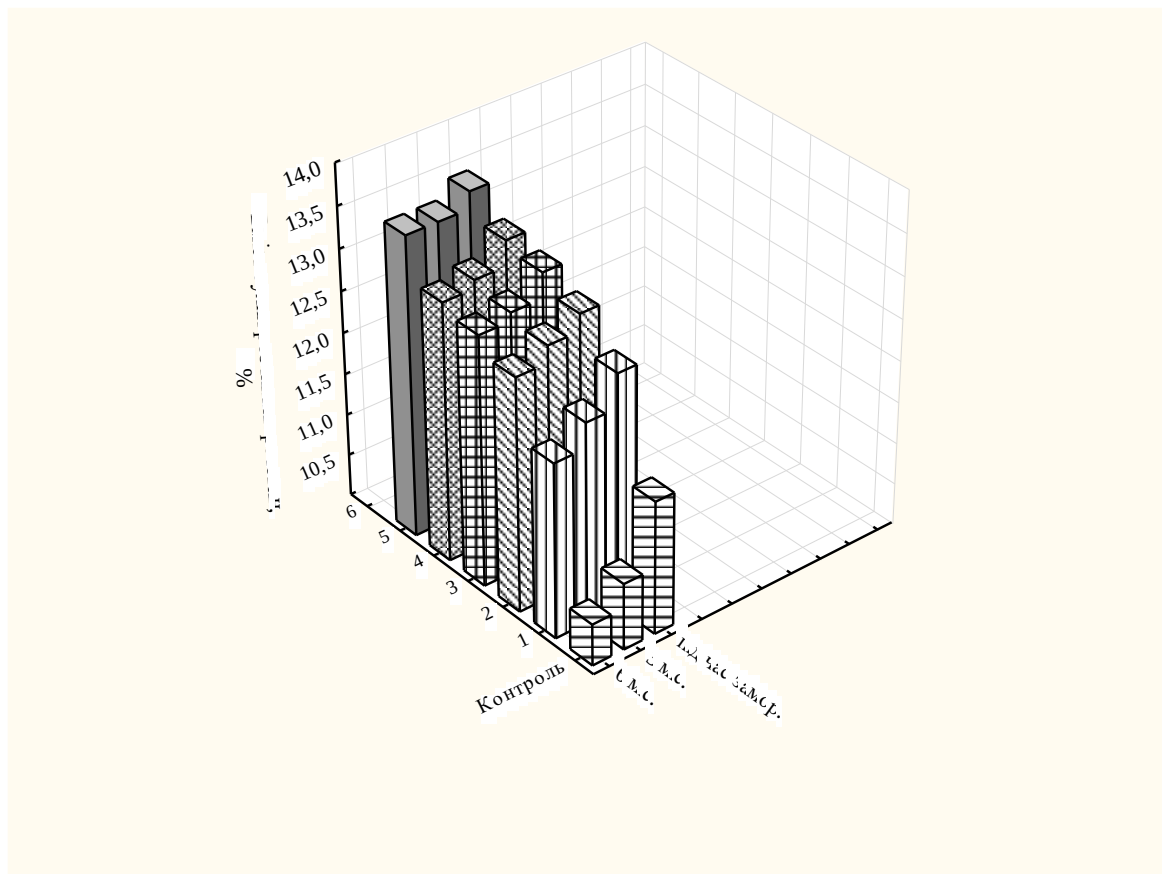


Рис. 3.3. Вміст сухих розчинних речовин заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання

З рисунку видно, що з урахуванням розміру втрат маси, масова частка сухих розчинних речовин в напівфабрикатах грушевих знизилася на 0,2-0,8 % від їх кількості одразу після заморожування. Найбільші втрати сухих розчинних речовин супроводжували зберігання контрольного зразка плодів – 0,8 %. Найвищий вміст сухих розчинних речовин після трьох місяців зберігання виявлено в напівфабрикатах грушевих, за обробки в розчині пектину максимальної концентрації.

Результати визначення хімічного складу заморожених напівфабрикатів грушевих показали подальше зниження вмісту сухих розчинних речовин. Найвищі втрати, проти інших варіантів, спостерігалися на контролі – 0,3%, тоді як у інших варіантах досліді вони були суттєво нижчими.

Отже, вміст сухих розчинних речовин заморожених напівфабрикатів грушевих складав 11,6-13,8 %. Нанесення покриття з розчину пектину загальмувало розмір втрат, які на кінець зберігання складали 0,2-1,1 %.

### 3.4. Вміст цукрів заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання

Вміст цукрів під час заморожування також складав 7,5-8,1 %. Істотно вищі втрати встановлені на контролі – 0,7 %, тоді як у інших варіантах досліді

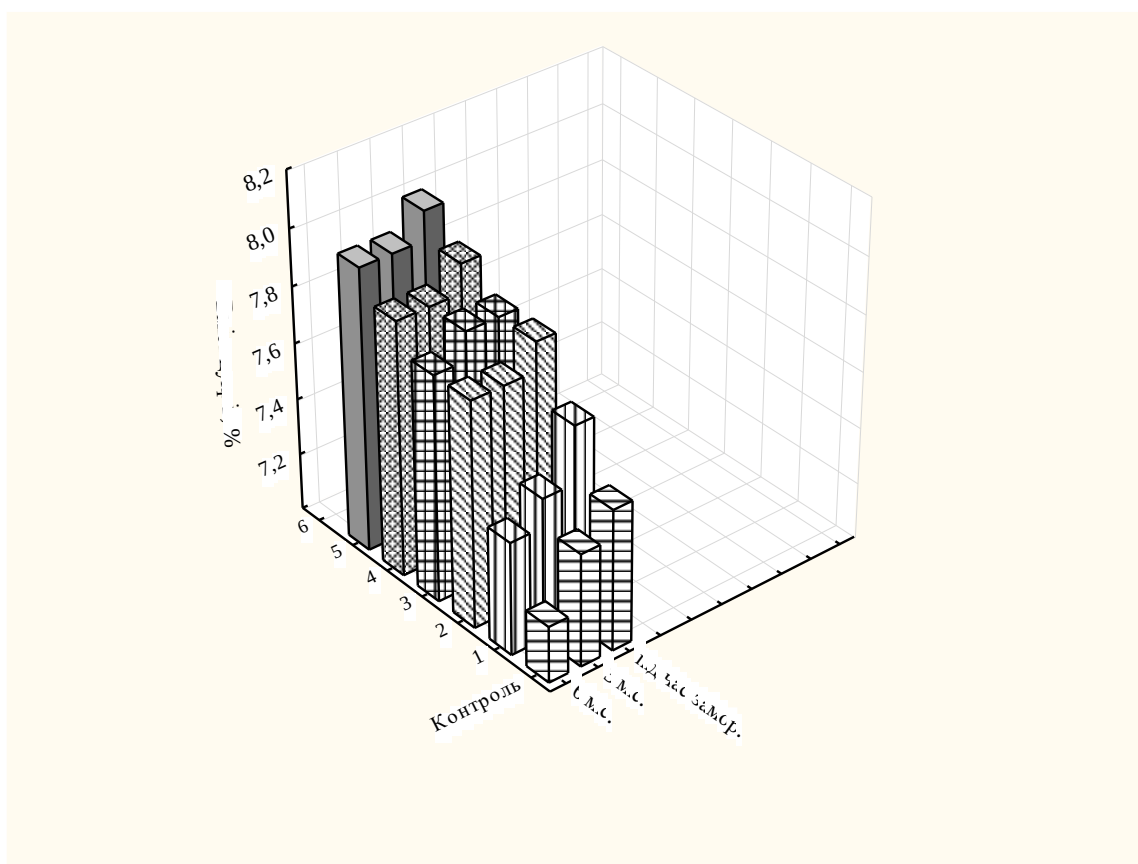


Рис. 3.4. Вміст цукрів заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання

втрати не перевищили значення 0,5 %, що, очевидно, зумовлено захисною дією покриття.

Втрати цукрів в результаті трьох місяців зберігання за усередненими даними не перевищили 0,1 % від їх вмісту після заморожування. Натомість через наступні три місяці втрати склали 0,1-0,2 % за максимуму втрат на контролі.

В кінці періоду зберігання вміст цукрів в заморожених напівфабрикатах грушевих складав 7,2-8,0 %, за максимальних значень показника у зразку продукції з покриттям у 5 %-ному розчині пектину. Дослідженнями не встановлено істотної різниці у розмірах втрат цукрів між різними варіантами досліду.

Отже, вміст цукрів у заморожених напівфабрикатах грушевих складав 7,5-8,1 %, а наприкінці зберігання – 7,2-8,0 %. Найнижчі втрати та спостерігалися у варіанті досліду за максимальної концентрації розчину пектин. В цьому ж варіанті зафіксований і найвищий вміст цукрів.

### **3.5. Вміст титрованих кислот заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання**

Дослідженнями доведено, що в процесі заморожування відбулося зниження рівня титрованих кислот на 0,01-0,05%, залежно від варіанту. Найбільше зниження рівня титрованих кислот встановлено на контролі, тоді як у варіанті з покриттям з максимальною концентрацією розчину пектину суттєві зміни не відбулися.

Вміст титрованих кислот в плодах під час зберігання в замороженому стані знизився на 0,01-0,03 % залежно від варіанту досліду. найнижчий рівень втрат виявлено на контролі. У інших варіантах досліду кислотність плодів не зазнала істотних змін.

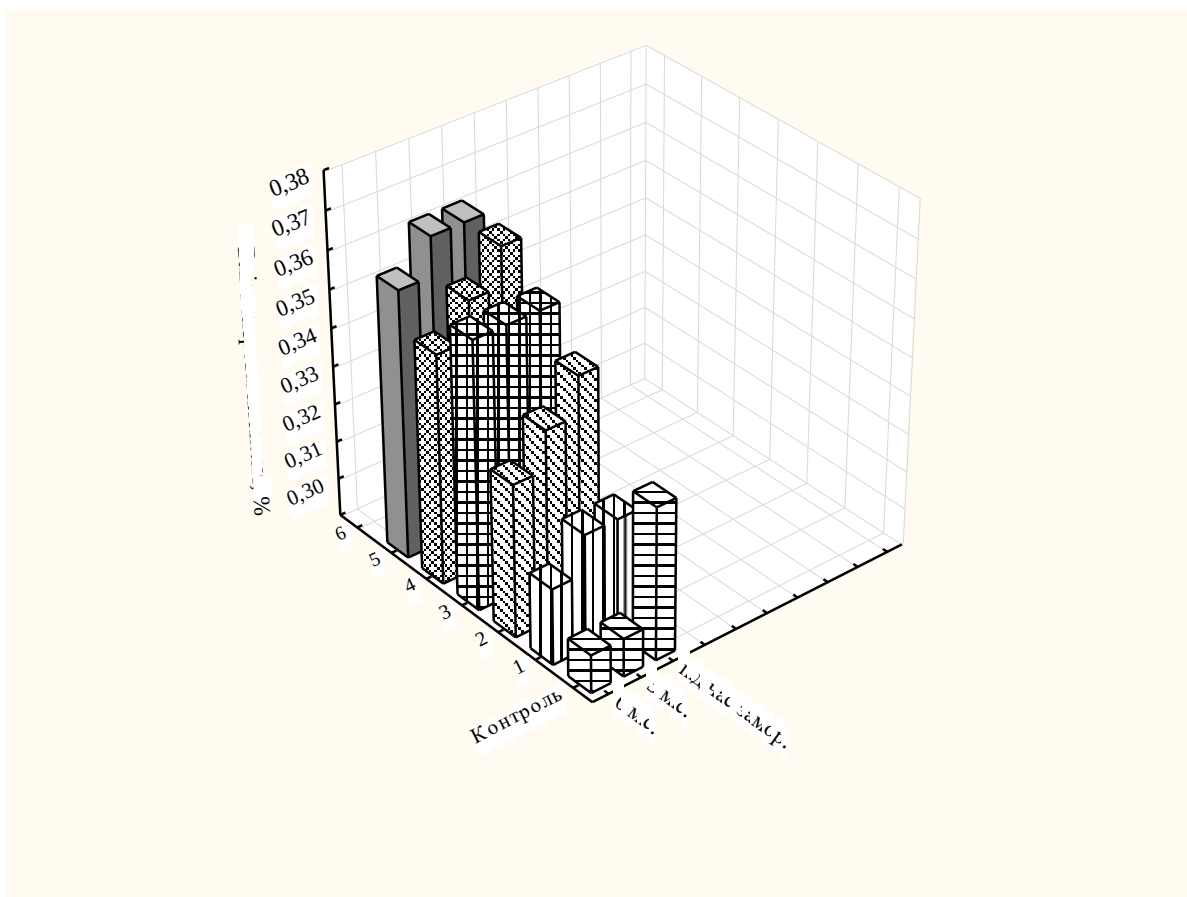


Рис. 3.5. Вміст титрованих кислот заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання

Масова частка титрованих кислот в грушах зазнала неістотних змін протягом послідовного зберігання заморожених напівфабрикатів грушевих. Втрати не перевищували 0,01 %. Сумарні втрати титрованих кислот протягом шести місяців зберігання виявлені на рівні 0,02-0,10 %.

Таким чином, в результаті заморожування та зберігання заморожених напівфабрикатів грушевих протягом шести місяців сумарні втрати титрованих кислот склали 0,02-0,10 %, за практично незмінної кислотності у варіанті з покриттям напівфабрикатів грушевих у 5 %-ному розчині пектину. Найвищі втрати титрованих речовин під час зберігання встановлені на контролі.

### 3.6. Вміст аскорбінової кислоти заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання

Під час заморожування спостерігалось зниження вмісту аскорбінової кислоти на 13,2-29,4 %. Значно вищі втрати аскорбінової кислоти супроводжували заморожування напівфабрикатів грушевих без покриття – 29,4%. Висока вітамінна цінність напівфабрикатів грушевих після заморожування встановлена у варіанті з використанням 5-% % розчину пектину.

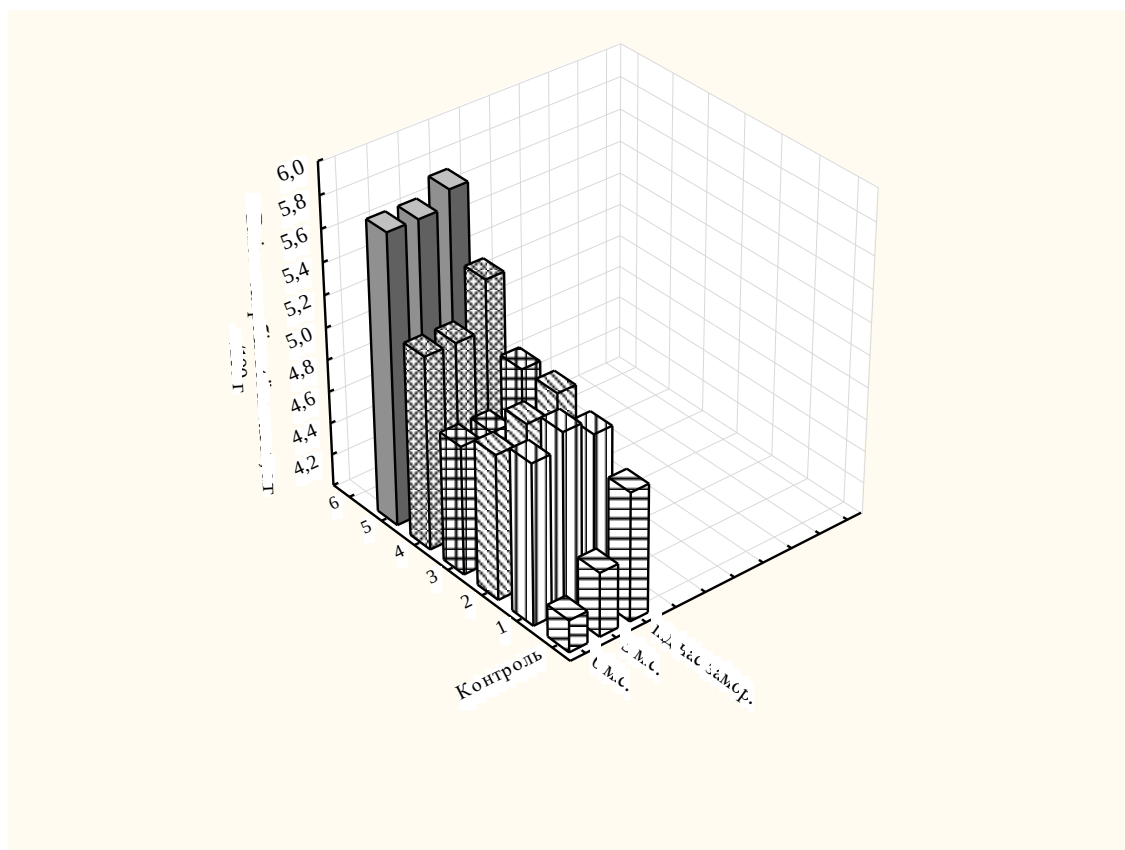


Рис. 3.6. Вміст аскорбінової кислоти заморожених напівфабрикатів грушевих впродовж зберігання

Вітамінна цінність заморожених напівфабрикатів грушевих в процесі зберігання також зазнала втрат на 17,2 -29,4%. Найбільші втрати спостерігалися в контрольному варіанті дослідів – 29,4 %.

Високий вміст аскорбінової кислоти встановлено у напівфабрикатів грушевих, покритих плівкою з розчину пектину 5 %-ної концентрації – 5,8 мг/100г.

Більш тривале зберігання заморожених напівфабрикатів грушевих призвело до прогресуючої втрати вітамінної цінності продукції. Сумарні втрати аскорбінової кислоти протягом тривалого зберігання напівфабрикатів грушевих склали 14,7-28,2%. Найвищі вони були на контролі – 38,2%.

Отже, внаслідок заморожування напівфабрикати грушеві втратили 13,2-29,4 % аскорбінової кислоти, а сумарні втрати склали 14,7-28,2 % від вмісту у сировині. Застосування харчового покриття сприяло зниженню розміру втрат за рахунок бар'єрних властивостей плівки, що сформувалася на поверхні напівфабрикатів.

### **3.7. Зміна органолептичних показників якості заморожених напівфабрикатів грушевих в процесі зберігання**

Відомо, що під час заморожування та холодильного зберігання мають місце зміни не лише фізико-хімічних показників якості продукції, а і небажані зміни її кольору, консистенції, смаку та аромату. Для нарізаних плодів груші характерним є потемніння кольору після дефростації. З метою запобігання небажаним змінам органолептичних показників нами застосовано бланшування нарізаних частинок груші в гарячій воді, та нанесення харчового покриття з розчину пектину. Результати досліджень органолептичних показників заморожених напівфабрикатів грушевих після дефростації представлено в таблиці 3.1.

Згідно з отриманими даними зовнішній вигляд заморожених напівфабрикатів грушевих після дефростації оцінювався дегустаторами в 3,5-4,5 бали. Високу оцінку отримали плоди, що з покриттям у 5 %-ному розчині пектину – 4,5 бали. Зовнішній вигляд контрольного зразка напівфабрикатів – 3,5.

Консистенція заморожених напівфабрикатів грушевих після дефростації оцінена в 3,4-3,7 бала. Низькі оцінки отримали зразки напівфабрикатів без

покриття – 5 бала, що зумовлено їх розм'якшеною консистенцією. Консистенція інших зразків продукції залишалася більш пружною і оцінена в 3,6-4,2 бала.

Таблиця 3.6

Органолептична оцінка заморожених напівфабрикатів грушевих, бал

| Варіант досліджу                   | Показники        |              |       |      |        | Загальна оцінка |
|------------------------------------|------------------|--------------|-------|------|--------|-----------------|
|                                    | зовнішній вигляд | консистенція | колір | смак | аромат |                 |
| Без попередньої обробки (контроль) | 3,5              | 3,5          | 3,2   | 3,3  | 3,5    | 3,4             |
| Оброблені 1 % розчином пектину     | 3,8              | 3,6          | 3,6   | 3,9  | 3,6    | 3,7             |
| Оброблені 2 % розчином пектину     | 3,8              | 3,7          | 3,7   | 3,9  | 4,1    | 3,8             |
| Оброблені 3 % розчином пектину     | 4,0              | 4,0          | 3,8   | 3,9  | 4,1    | 3,9             |
| Оброблені 4 % розчином пектину     | 3,9              | 4,0          | 3,9   | 4,0  | 4,3    | 4,0             |
| Оброблені 5 % розчином пектину     | 4,5              | 4,2          | 4,2   | 4,1  | 4,6    | 4,3             |
| НІР <sub>05</sub>                  | 0,2              | 0,2          | 0,2   | 0,1  | 0,2    | 0,2             |

Органолептична оцінка кольору заморожених напівфабрикатів грушевих після дефростації була 3,2-4,2 бала з істотною перевагою зразку плодів з покриттям у 5 %-ному розчині пектину. Смак та аромат заморожених напівфабрикатів грушевих оцінений дегустаторами в 3,3-4,1 та 3,5-4,6 бала відповідно.

В цілому якість заморожених напівфабрикатів грушевих оцінена в 3,4-4,3 бали. Найнижчу кількість балів отримав контрольний зразок продукції.

Отже, найвища органолептична оцінки зафіксована для заморожених напівфабрикатів грушевих з покриттям у 5 %-ному розчині пектину – 4,3 бала.

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1. Технологічна схема виробництва

Технологічну схему заморожених напівфабрикатів грушевих наведено на рисунку 4.1.

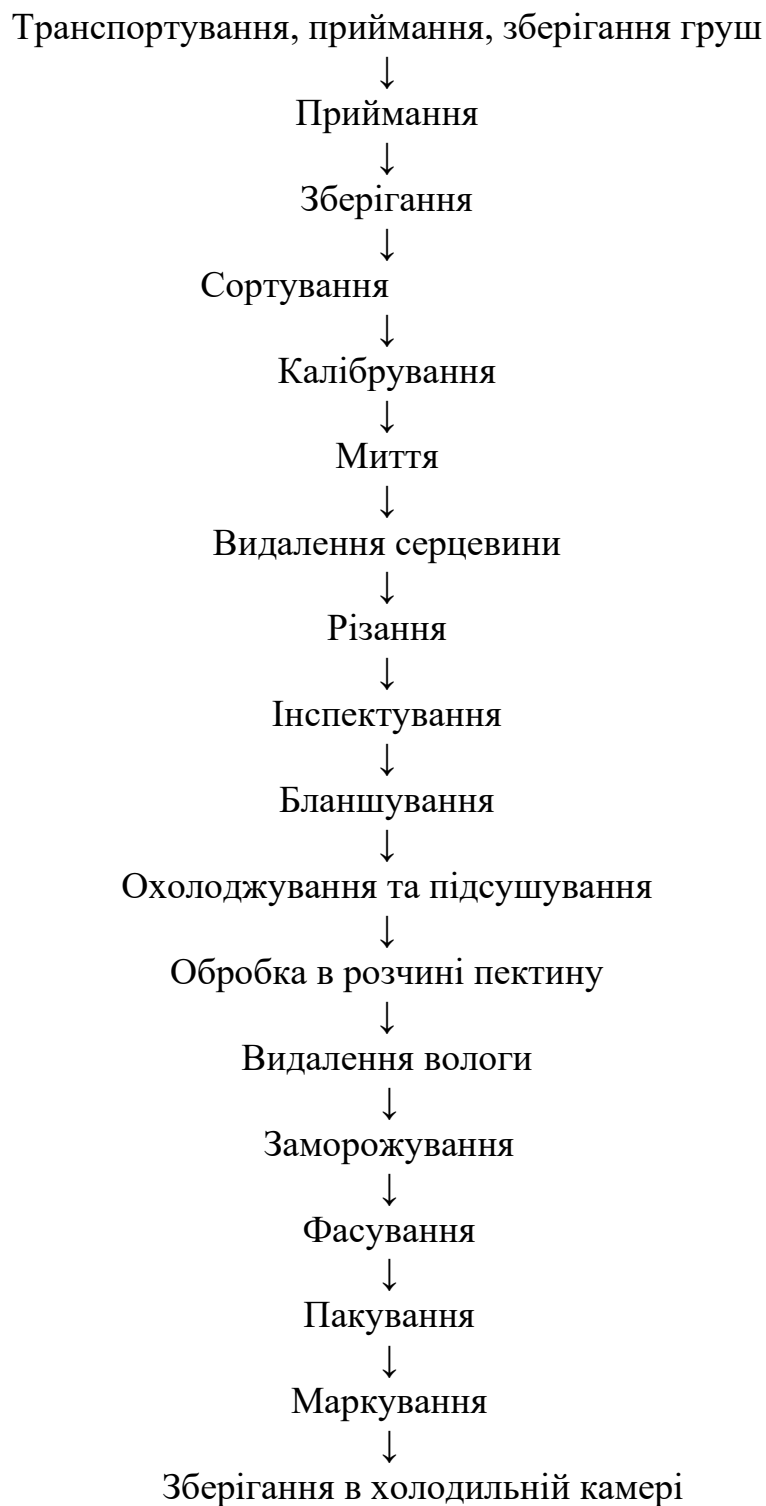


Рис. 4.1. Технологічна схема виробництва заморожених напівфабрикатів грушевих

## 4.2. Опис технологічної схеми виробництва

Плоди груші підготовлювали до заморожування відповідно чинної технологічної інструкції, яка передбачала сортування плодів груші, їхнє калібрування, миття до видалення забруднень, видалення серцевини та різання на частинки розміром 10x10 мм, бланшування для попередження потемніння напівфабрикатів у в гарячій воді (85 °С, тривалістю 2-5 хв.), охолодження, підсушування та нанесення на частинки груш покриття з розчину пектину з концентрацією 5 %. Після чого частинки груш підсушували для формування стійкої плівки на поверхні та заморожували за температури мінус 24 °С. Заморожені напівфабрикати грушеві фасували у пакети з поліетиленової плівки, що призначення для пакування харчових продуктів масою до 0,5 кг. Заморожені напівфабрикати грушеві зберігали за температури мінус 18 ± 1°С шість місяців.

## 4.3. Вимоги до якості готової продукції

Таблиця 4.1

Органолептичні показники якості готової продукції

| Назва показника                       | Характеристика і норма для сорту                                                                                             |                                                                           |                           |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
|                                       | вищого                                                                                                                       | першого                                                                   | столового                 |
| Зовнішній вигляд у замороженому стані | Фрукти, частини фруктів і ягоди одного помологічного сорту, стиглі, чисті, без пошкоджень сільськогосподарськими шкідниками. |                                                                           |                           |
|                                       | Дозволено                                                                                                                    |                                                                           |                           |
|                                       |                                                                                                                              | наявність фруктів інших помологічних сортів, % за масою, не більше ніж 20 | Суміш помологічних сортів |
|                                       | Наявність фруктів, що змерзлися, % за масою, не більше ніж                                                                   |                                                                           |                           |
|                                       | 10                                                                                                                           | 20                                                                        | 30                        |

|                                     |                                                                       |    |    |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----|----|
|                                     | Наявність ягід інших помологічних сортів, % за масою, не більше       |    |    |
|                                     | 5                                                                     | 10 | 20 |
| Колір у замороженому стані          | Однорідний, властивий цьому виду свіжих фруктів спожиткової стиглості |    |    |
| Смак та запах у розмороженому стані | Властиві цьому виду фруктів. Не дозволено сторонні смак та запах.     |    |    |
| Консистенція у розмороженому стані  | Близька до консистенції свіжих фруктів. Дозволена злегка пом'якшена.  |    |    |
| Колір у розмороженому стані         | Однорідний, властивий цьому виду фруктів.                             |    |    |

Заморожені напівфабрикати грушеві за фізико-хімічними показниками повинні відповідати вимогам ДСТУ 4837 (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

## Фізико-хімічні показники готової продукції

| Назва показника                                                            | Норма для сорту |         |           | Метод контролювання |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|-----------|---------------------|
|                                                                            | вищого          | першого | столового |                     |
| Масова частка мінеральних домішок, %, не більше ніж: для фруктів           | 0,01            | 0,02    | 0,03      | Згідно ГОСТ 25555.3 |
| Масова частка домішок рослинного походження, %, не більше ніж: для фруктів | 0,20            | 0,30    | 0,50      | Згідно ГОСТ 26323   |
| Сторонні домішки                                                           | Не дозволено    |         |           | Згідно з 11.6.2     |
| Температура продукту в замороженому стані                                  | -18°C ± 1°C     |         |           | Згідно з 11.6.3     |

#### 4.4. Продуктові розрахунки

Таблиця 4.1

Розрахунок витрат сировини і кулінарних напівфабрикатів

| Назва сировини | Маса готової продукції, кг | Втрати і відходи при підготовці сировини до заморожування, % не більше | Втрати при заморожуванні, % не більше | Втрати при фасуванні, % не більше | Норми витрат сировини на 1000 кг готової продукції, кг |
|----------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Груші          | 1000                       | 20                                                                     | 2                                     | 1                                 | 1299                                                   |

Зведена продуктова відомість представлена в таблиці (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Зведена продуктова відомість

| Назва сировини | Норма витрат   |                | Продуктивність         |                      |                    |
|----------------|----------------|----------------|------------------------|----------------------|--------------------|
|                | за інструкцією | за розрахунком | за годину<br>1333,3 кг | за зміну<br>10000 кг | за сезон<br>3150 т |
|                | кг на 1000 кг  | кг на 1000 кг  | витрати                |                      |                    |
|                |                |                | за годину              | кг за зміну          | т за сезон         |
| Груші          | 1299           | 1298,7         | 1731,6                 | 12987,3              | 4091,0             |

#### 4.5. Підбір холодильного обладнання

Зберігання замороженого напівфабрикату грушевого заплановано в морозильній шафі ІЛ140ТВ. Габаритні розміри шафи складають 1400×780×2050 мм.

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Економічна ефективність виробництва заморожених напівфабрикатів грушевих наведена в таблиці 5.1 та в додатку Б [58].

Собівартість виробництва заморожених напівфабрикатів грушевих була розрахована з урахуванням вартості сировини та допоміжних матеріалів, засобів обробки продукції перед заморожуванням, заробітної плати, вартості утримання будівель та основних засобів, витрат пари, води та електроенергії.

Собівартість одиниці продукції заморожених напівфабрикатів грушевих відрізнялася вартістю витрат на одиницю продукції, тоді як інші витрати були рівнозначними у всіх варіантах досліджу. Максимум собівартості у грошовому виразі зафіксована у варіанті з обробкою частинок груші у 5 %-ному розчині мальтодекстрину – 27014 грн/т. Найнижча собівартість була у варіанті напівфабрикатів без покриття.

Ціна реалізації 1 т продукції складала 25631,6-33767,5 грн/т за максимальної ціни встановленої для реалізації варіанту з покриттям напівфабрикатів грушевих у 5 %-ному розчині пектину.

Прибуток від реалізації заморожених напівфабрикатів грушевих складав від 189,9 до 675,3 тис. грн. Максимум прибутку можна отримати від реалізації зразків напівфабрикатів з покриттям напівфабрикатів грушевих у 5 %-ному розчині пектину, тоді як від контролю – прибуток у 3,6 рази нижчий.

Таким чином, нанесення харчового покриття з пектину 5 %-ї концентрації на частинки груш перед заморожуванням сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва продукції забезпечуючи прибуток в розмірі 675,3 тис. грн за 25 % рівня рентабельності.

Таблиця 5.1.

Економічна ефективність виробництва заморожених напівфабрикатів грушевих

| Показники                                    | Контроль<br>(без обробки) | З попередньою обробкою розчином пектину, % |          |          |          |          |
|----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
|                                              |                           | 1                                          | 2        | 3        | 4        | 5        |
| Кількість продукції, т                       | 100                       | 100                                        | 100      | 100      | 100      | 100      |
| Собівартість 1 т продукції, грн              | 23733,0                   | 24810,9                                    | 24560,03 | 25582,42 | 25543,28 | 27013,98 |
| Собівартість реалізованої продукції, тис грн | 2373,3                    | 2481,1                                     | 2456,0   | 2558,2   | 2554,3   | 2701,4   |
| Ціна реалізації 1 т продукції (без ПДВ), грн | 25631,6                   | 27788,2                                    | 28244,0  | 30698,9  | 31162,8  | 33767,5  |
| Виручка від реалізації продукції, тис грн    | 2563,2                    | 2778,8                                     | 2824,4   | 3069,9   | 3116,3   | 3376,7   |
| Прибуток, тис грн                            | 189,9                     | 297,7                                      | 368,4    | 511,6    | 562,0    | 675,3    |
| Рівень рентабельності, %                     | 8                         | 12                                         | 15       | 20       | 22       | 25       |

## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Правове забезпечення безпеки життєдіяльності в Україні орієнтовано на державну політику щодо забезпечення життєдіяльності населення у техногенно безпечному й екологічному чистому світі. Екологічно чистий світ можливий лише при відсутності загрози з боку природних об'єктів чи при умові недопущення виникнення джерел техногенної небезпеки.

Із зазначених позицій основне місце посідає законодавство у галузі регулювання відносин охорони здоров'я людини та навколишнього середовища, безпеки в надзвичайних та повсякденних ситуаціях, тобто безпеки життєдіяльності. Ці відносини регулюються нормативними актами різної юридичної сили: конституцією, законами, урядовими підзаконними актами, галузевими інструкціями, вимогами й правилами безпеки життєдіяльності та відповідними актами місцевих органів влади [59].

Згідно ст. 153 КЗоТ і ст.7 Закону України «Про охорону праці» у сферу управління безпекою на підприємстві входять наступні питання:

- умови праці на робочому місці;
- безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування й інших засобів виробництва;
- стан засобів колективного й індивідуального захисту;
- санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці [60].

В Україні, на сьогодні, функціонує багаторівнева система управління охороною праці (СУОП), функціональними ланками якої є відповідні структури державної законодавчої та виконавчої влади різних рівнів, управлінські структури підприємств, трудові колективи, професійні спілки, добровільні громадські об'єднання працівників і спеціалістів з охорони праці. [61].

Управління охороною праці на підприємстві – це сукупність дій службових осіб, що здійснюються на підставі постійного аналізу інформації про стан охорони праці на всіх робочих місцях для поліпшення та підтримання його на певному рівні відповідно до законодавчих та нормативних актів [62].

Етапи розробки системи управління безпекою та гігієною праці на переробному підприємстві:

1. Визначення політики та цілей: керівництво підприємства має чітко сформулювати політику з безпеки та гігієни праці, яка буде відповідати специфіці та ризикам конкретного переробного підприємства.

2. Ідентифікація та оцінка ризиків: проводиться ретельний аналіз усіх можливих ризиків, пов'язаних з діяльністю переробного підприємства.

3. Розробка та впровадження заходів контролю: розробляються та впроваджуються відповідні заходи контролю для кожного ідентифікованого ризику, заходи контролю можуть включати: технічні та організаційні заходи; заходи з індивідуального захисту.

4. Моніторинг та оцінка: регулярно проводиться моніторинг та оцінка ефективності системи управління безпекою та гігієною праці.

5. Навчання та підвищення кваліфікації: персонал переробного підприємства проходить регулярне навчання з питань безпеки та гігієни праці.

6. Заохочення та мотивація: на підприємстві створюється система заохочення та мотивації працівників до дотримання правил безпеки та гігієни праці.

7. Консультації та співпраця: при розробці та впровадженні системи управління безпекою та гігієною праці залучаються до співпраці представники профспілок, служби охорони праці та інших зацікавлених сторін [63].

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

На підставі отриманих результатів зроблено наступні висновки:

1. Під час досягання плоди груші сорту Дюшес зимовий у 2024 році накопичили 13,8% сухих розчинних речовин, 8,2 % цукрів, 0,38 % органічних кислот та 6,8 мг/100г аскорбінової кислоти.

2. Кріорезистентність заморожених напівфабрикатів з груш коливалася в межах від 93,5 % (на контролі) до 95,7 % - за максимальної концентрації пектинового розчину. Внаслідок покриття грушевих напівфабрикатів їхня кріорезистентність зберігалася на 0,5-2,5 % вищою.

3. Під час заморожування напівфабрикатів грушевих втрати маси склали 1,5-2,1 %, за максимальних втрат на контролі, а під час тривалого зберігання в замороженому стані – 0,5-0,6% та суттєво не різнилися залежно від варіанту дослідів.

4. Вміст сухих розчинних речовин заморожених напівфабрикатів грушевих складав 11,6-13,8 %. Нанесення покриття з розчину пектину загальмувало розмір втрат, які на кінець зберігання складали 0,2-1,1 %.

5. Вміст цукрів у заморожених напівфабрикатах грушевих складав 7,5-8,1 %, а наприкінці зберігання – 7,2-8,0 %. Найнижчі втрати та спостерігалися у варіанті дослідів за максимальної концентрації розчину пектин. В цьому ж варіанті зафіксований і найвищий вміст цукрів.

6. В результаті заморожування та зберігання заморожених напівфабрикатів грушевих протягом шести місяців сумарні втрати титрованих кислот склали 0,02-0,10 %, за практично незмінної кислотності у варіанті з покриттям напівфабрикатів грушевих у 5 %-ному розчині пектину. Найвищі втрати титрованих речовин під час зберігання встановлені на контролі.

7. Внаслідок заморожування напівфабрикати грушеві втратили 13,2-29,4 % аскорбінової кислоти, а сумарні втрати склали 14,7-28,2 % від вмісту у сировині. Застосування харчового покриття сприяло зниженню розміру втрат за рахунок бар'єрних властивостей плівки, що сформувалася на поверхні напівфабрикатів.

9. Найвища органолептична оцінки зафіксована для заморожених напівфабрикатів грушевих з покриттям у 5 %-ному розчині пектину – 4,3 бала.

10. Нанесення харчового покриття з пектину 5 %-ї концентрації на частинки груш перед заморожуванням сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва продукції забезпечуючи прибуток в розмірі 675,3 тис. грн за 25 % рівня рентабельності.

### **Пропозиції виробництву**

Рекомендуємо виробляти для заморожені напівфабрикати грушеві з покриттям у 5 %-ному розчині пектину

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Леонов О.З. раціональне харчування студентів – запорука їхнього здоров'я. режим доступу до журн.: [http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc\\_Gum/Vkpnuu\\_fv/2008\\_1/1\\_11\\_Leonoff.pdf/](http://www.nbuu.gov.ua/portal/Soc_Gum/Vkpnuu_fv/2008_1/1_11_Leonoff.pdf/)
2. Антоненко О.Г., Дворніцин А.П., Ольшамовський В.С., Капрельянц Л.В. Стабільність холоду – основна якість продуктів. Холод. 2007. №2. С.44-46.
3. Andersen, B.; Smedsgaard, J.; Frisvad, J.C. *Penicillium expansum*: consistent production of patulin, chaetoglobosins, and other secondary metabolites in culture and their natural occurrence in fruit products. J. Agric. Food. Chem. 2004, 52, 2421–2428.
4. Silva-Espinoza, B.A.; Ortega-Ramírez, L.A.; González-Aguilar, G.A.; Olivas, I.; Ayala-Zavala, J.F. Antifungal protection and antioxidant enrichment of strawberry using cinnamon leaf oil. Rev. Fitotec. Mex. 2013, 36, 217–224.
5. Сердюк, М. Є. (2014). Прогнозування якісних технічних показників плодів груші залежно від стресових абіотичних факторів. Вісник Львівської комерційної академії. Серія товаровознавча, (14), 162-167.
6. Гросул, В. А., Зубков, С. О., & Єсінова, Н. І. (2020). Оцінка стану харчування населення України.
7. Кічура, Д. Б. (2023). Перспективи здорового харчування населення України. Нові технології і обладнання харчових та переробних.
8. Ощипок, І. М. (2021). Аналіз і стратегія покращення харчового статусу населення України. Підприємництво і торгівля, (32), 41-50.
9. Палапа, Н. В., Дем'янюк, О. С., & Нагорнюк, О. М. (2022). Продовольча безпека України: стан та актуальні питання сьогодення. Агроєкологічний журнал, (2), 34-45.

10. The State of Food Security and Nutrition in the World Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. FAO. Rome. 2022. 260 p. URL: <https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0639en>
11. Коваленко, О., & Бокій, О. (2023). Засоби підтримки населення України для забезпечення продовольчої безпеки в умовах сучасних викликів. Вісник аграрної науки, 101(11), 77-86.
12. López-González, L., Becerra-Tomás, N., Babio, N., Martínez-González, M. Á., Díaz-López, A., Corella, D., ... & PREDIMED-Plus Investigators. (2021). Variety in fruits and vegetables, diet quality and lifestyle in an older adult mediterranean population. *Clinical Nutrition*, 40(4), 1510-1518.
13. Khan, M. R., Di Giuseppe, F. A., Torrieri, E., & Sadiq, M. B. (2021). Recent advances in biopolymeric antioxidant films and coatings for preservation of nutritional quality of minimally processed fruits and vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*, 30, 100752.
14. Appleton, K. M., Dinnella, C., Spinelli, S., Morizet, D., Saulais, L., Hemingway, A., ... & Hartwell, H. (2017). Consumption of a high quantity and a wide variety of vegetables are predicted by different food choice motives in older adults from France, Italy and the UK. *Nutrients*, 9(9), 923.
15. Ahuja, J. K. A., Montville, J. B., Omolewa-Tomobi, G., Heendeniya, K. Y., Martin, C. L., Steinfeldt, L. C., ... & Moshfegh, A. J. (2012). USDA food and nutrient database for dietary studies, 5.0—documentation and user guide. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Food Surveys Research Group: Beltsville, MD, USA.
16. Гудкова, К. М. В. (2024). Україна на світовому ринку продовольства в умовах війни (Doctoral dissertation, Національний авіаційний університет).
17. Li, L., Pegg, R. B., Eitenmiller, R. R., Chun, J. Y., & Kerrihard, A. L. (2017). Selected nutrient analyses of fresh, fresh-stored, and frozen fruits and vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 59, 8-17.

18. Miller, S. R., & Knudson, W. A. (2014). Nutrition and cost comparisons of select canned, frozen, and fresh fruits and vegetables. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 8(6), 430-437.
19. Martínez-Romero, D., Castillo, S., & Valero, D. (2003). Quality control in frozen vegetables. In *Handbook of vegetable preservation and processing* (pp. 346-357). CRC Press.
20. Phillips, K. M., Tarrago-Trani, M. T., Gebhardt, S. E., Exler, J., Patterson, K. Y., Haytowitz, D. B., ... & Holden, J. M. (2010). Stability of vitamin C in frozen raw fruit and vegetable homogenates. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(3), 253-259.
21. Zhan, X., Zhu, Z., & Sun, D. W. (2019). Effects of pretreatments on quality attributes of long-term deep frozen storage of vegetables: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(5), 743-757.
22. Favell, D. J. (1998). A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food chemistry*, 62(1), 59-64.
23. Alsailawi, H. A., Mudhafar, M., & Abdulrasool, M. M. (2020). Effect of frozen storage on the quality of frozen foods—A review. *J. Chem*, 14, 86-96.
24. Alhamdan, A., Hassan, B., Alkahtani, H., Abdelkarim, D., & Younis, M. (2018). Cryogenic freezing of fresh date fruits for quality preservation during frozen storage. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 17(1), 9-16.
25. Іванова І.Є. Оцінка сортів черешні української селекції на придатність до заморожування, зберігання та наступної переробки: автореф. десерт. на здобуття наук. ступеня канд.. с.-г. наук. К.: 2005, 22 с.
26. Заморська І.Л. Якість заморожених ягід нових сортів суниці. Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. пр./ Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. Харків, 2008. Вип. 2 (8). С. 532-539.
27. Silva, C. L., Gonçalves, E. M., & Brandao, T. R. (2008). Freezing of fruits and vegetables. *Frozen food science and technology*, 165-183.

28. Maestrelli, A. (2000). Fruit and vegetables: the quality of raw material in relation to freezing. *Managing frozen foods*, 27-55.
29. Alabi, K. P., Zhu, Z., & Sun, D. W. (2020). Transport phenomena and their effect on microstructure of frozen fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 101, 63-72.
30. Модонкаева Г.Е., Ермолина Г.В. Вплив процесу заморожування та подальшого зберігання на збереженість біологічної цінності ягід винограду. режим доступу: [http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/nd/2009\\_4/09maevbg.pdf](http://www.nbuv.gov.ua/e-journals/nd/2009_4/09maevbg.pdf).
31. Орлова Н., Белінська С. Ефективні способи стабілізації харчової та біологічної цінності замороженої плодоовочевої продукції. *Харчова і переробна промисловість*. 2002. №3. С. 20-21.
32. Islam, M. N., Zhang, M., & Adhikari, B. (2017). Ultrasound-assisted freezing of fruits and vegetables: design, development, and applications. *Global food security and wellness*, 457-487.
33. Soazo, M., Pérez, L. M., Rubiolo, A. C., & Verdini, R. A. (2015). Prefreezing application of whey protein-based edible coating to maintain quality attributes of strawberries. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(3), 605-611.
34. Pié-Amill, A., Colás-Medà, P., Viñas, I., Falcó, I., & Alegre, I. (2024). Efficacy of an Edible Coating with Carvacrol and Citral in Frozen Strawberries and Blueberries to Control Foodborne Pathogens. *Foods*, 13(19), 3167.
35. Alharaty, G. (2020). Edible Coating to Extend the Shelf Life and Enhance the Quality of Fresh and Frozen Cut Fruits. McGill University (Canada).
36. Liu, B. D., Feng, X. X., Shu, C., Jiang, W. B., Zhou, X. Q., & Li, X. (2022). Effect of osmotic dehydration pretreatment on quality of frozen apricot fruit.
37. Dermesonlouoglou, E., Pittas, L., Taoukis, P., & Giannakourou, M. (2024). Osmodehydrofreezing of Tomatoes: Optimization of Osmotic Dehydration and Shelf Life Modeling. *Foods*, 13(17), 2689.

38. Гапріндашвілі Н.А. Обґрунтування використання нових антиоксидантних препаратів природного походження для тривалого зберігання плодів груші: автореферат дис.. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.15 «первинна обробка продуктів рослинництва. Київ, 2001. 21 с.

39. Кищук О.-А. Наші перспективи. URL: <https://agrotimes.ua/article/nashi-perspektyvy>.

40. Визначено, який сорт груші в Україні вирощувати найрентабельніше. URL: <https://superagronom.com/news/5649-viznachenoyakiysort-grushi-v-ukrayini-viroschuvati-nayrentabelnishe>.

41. Заморська І., Рибчак О. (2021). Втрати маси та товарна оцінка плодів груші впродовж зберігання залежно від способу пакування. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (4 (10)), 82-87.

42. Сіленко В.О., Трохимчук В.А. Ріст і розвиток надземної частини клонових підщеп для груші. Наук. Доп. НАУ, 2006 3(4).

43. Zhao, B., Yi, X., Liu, S., Qi, K., Zhang, S., & Wu, X. (2024). The PbFRK1 gene from pear fruit affects sugar accumulation. *Scientia Horticulturae*, 323, 112536.

44. Спрягайло О.А. Біологічні особливості та продуктивність груші залежно від сорто-підщепних комбінувань в умовах правобережного Лісостепу України: автореферат дис.. на здобуття наук. ступ. канд. с.-г. наук: спец. 06.01.7 «Плодівництво». Умань, 2003. 22 с.

45. Manzoor, M.; Anwar, F.; Bhatti, I.A.; Jamil, A. Variation of phenolics and antioxidant activity between peel and pulp parts of pear (*Pyrus communis* L.) fruit. *Pak. J. Bot.* 2013, 45, 1521–1525.

46. Kiran, V.G.; Dhiman, A.; Dutt, R.; Ranga, S. The genus *Pyrus*: An update. *Pharma Innov. J.* 2018, 7, 143–145.

47. Kolniak-Ostek, J. Identification and quantification of polyphenolic compounds in ten pear cultivars by UPLC-PDA-Q/TOF-MS. *J. Food Compos. Anal.* 2016, 49, 65–77.
48. Матвієнко М.В., Бабіна Р.Д., Кондратенко П.В. Груша в Україні. К.: Аграрна наука, 2006. 320 с.
49. Duan M. J., Yi H. W., Yang L., Wu Z., & Wang J. (2020). Sugar and acid compositions and their contents in different *Pyrus pyrifolia* varieties.
50. Sha, S., Li, J., Wu, J., & Zhang, S. (2011). Characteristics of organic acids in the fruit of different pear species. *African Journal of Agricultural Research*, 6(10), 2403-2410.
51. Sun, L. Q., Hao, W. J., Tang, X. Q., Wang, K. C., Zhang, S. L. (2020). Analysis of characteristic polyphenols and triterpenic acids in ripe pears of 36 cultivars by UPLC-MS/MS.
52. Bai, G., Wang, Y., Zheng, J., Zhang, X., Zhuang, Z., Zhu, D., & Cao, X. (2024). Effects of Freeze-Thaw Cycles on the Flavor of Nanguo Pear. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 74(1), 41-48.
53. Найченко В. М., Заморська І.Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів: навч. посіб. Умань: Сочінський, 2010. 327 с.
54. Технологічна інструкція з виробництва швидкозаморожених плодів і ягід. Затверджена заст. начальника Головоксерву Мінплодоовочівгоспу 2.11.1982 р.
55. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин: ДСТУ 8402:2015 Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 12 с.
56. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначання цукрів. Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 8756.13-87) ДСТУ 4954:2008: [Чинний від 2009-01-01]. К: ДП «УкрНДНЦ», 2010. 22 с.
57. Продукти перероблення фруктів та овочів. Методи визначення титрованої кислотності. Вперше (зі скасуванням в Україні ГОСТ 25555.0-82)

ДСТУ 4957:2008: [Чинний від 2009-01-07] К: ДСТУ 4957:2008. К: ДП «УкрНДНЦ», 2008. 12 с.

58. Методичні вказівки з техніко-економічного обґрунтування будівництва консервного підприємства / Укл.: Рибчак О.С. Умань: УНУС, 2020. 16 с.

59. Жигулін, О. А. (2020). Безпека виробничих процесів в агроінженерії й харчовій промисловості.

60. Зима, О. Є., & Левкова, І. М. (2023). Капітальні вкладення в охорону праці на промислових підприємствах України (Doctoral dissertation, Національний університет" Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка").

61. Лебідь, С. В. (2022). Основні чинники поліпшення стану охорони праці на сучасних підприємствах.

62. Москальова В. Основи охорони праці: Підручник. Київ: ВД «Професіонал», 2011. 672 с.

63. Аверкіна, К. К., & Наumenко, Т. В. Розроблення системи управління безпекою та гігієною праці в умовах переробного підприємства. Національний університет біоресурсів і природокористування України Факультет харчових технологій та управління якістю продукції АПК, 276.