

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

РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ЗАМОРОЖЕНИХ ФРУКТОВИХ
НАПІВФАБРИКАТІВ З ЯБЛУК ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ КУЛІНАРНИХ
ВИРОБІВ

Виконала – студентка II курсу, групи 21 м-тх
освітньої програми «Технології харчування»
спеціальності 181 «Харчові технології»

ХЛІВНА Ганна Юріївна

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

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	4
Розділ 1. РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ЗАМОРОЖЕНИХ ФРУКТОВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ЯБЛУК ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	7
1.1. Вплив низьких температур на якість замороженої продукції	7
1.2. Особливості попередньої обробки сировини перед заморожуванням	11
1.3. Використання харчового покриття у виробництві замороженої продукції	15
Розділ 2. МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1. Умови та об'єкти досліджень	19
2.2. Схема досліду	20
2.3. Методика проведення досліджень	21
Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	22
3.1. Хімічний склад яблук сорту Джонаголд (Вілмута)	22
3.2. Кріорезистентність та втрати маси частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання	22
3.3. Зміна сухих розчинних речовин частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання	25
3.4. Вміст цукрів частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання	27
3.5. Зміни титрованих кислот частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації	28

розчину пектину та тривалості зберігання	
3.6. Зміни вмісту аскорбінової кислоти частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання	30
3.7. Органолептична оцінка заморожених напівфабрикатів з яблук	31
Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	34
Розділ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	39
Розділ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	41
Висновки і пропозиції виробництву	43
Список використаних джерел	45
Додатки	52

ВСТУП

Найбільш прогресивним та перспективним способом обробки швидкопсувних продуктів, що сприяє якомога кращому збереженню біологічно активних речовин та натуральних властивостей сировини є заморожування.

Як зазначає В.В. Атанасова [1], виробництво заморожених продуктів потребує менших втрат енергії, порівняно з тепловою стерилізацією, більш низького рівня сукупних витрат на виробництво, дозволяє замінити дефіцитну скляну та жерстяну тару більш економічними видами упаковки з полімерних матеріалів.

Плодово-ягідна сировина є незамінним компонентом здорового харчування, що має високий вміст біологічно активних речовин, зокрема вітамінів, мінеральних сполук, фенольних та пектинових речовин, органічних кислот тощо.

Розвиток культури харчування населення України і розуміння ролі компонентів харчових продуктів у забезпеченні нормального функціонування людського організму підсилює попит на заморожені плоди і ягоди в тому числі заморожені плодово-ягідних напівфабрикати [2].

Актуальність теми. Виробництво заморожених напівфабрикатів з плодів та ягід із застосуванням часткового осмотичного зневоднення у концентрованих розчинах сахарози – відомий спосіб, який, передбачає суттєве підвищення їхньої енергетичної цінності. Проте, споживачі останнім часом віддають перевагу продуктам з низьким вмістом цукру [3], отримати які можна за нанесення харчового покриття перед осмотичним зневодненням у розчині сахарози, що є актуальним.

Метою роботи було розширення асортименту заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів.

Відповідно до поставленої мети вирішували наступні **завдання**:

- проаналізувати перспективи виробництва заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів;
- розробити технологію нанесення покриття з розчину пектину на підготовлені часточки яблук;
- встановити вплив покриття на якість заморожених часточок яблук;
- встановити вплив часткової осмотичної дегідратації на якість заморожених напівфабрикатів з яблук з харчовим покриттям;
- оцінити вплив заморожування та тривалого зберігання на якість заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів;
- розрахувати економічну ефективність виробництва заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук з харчовим покриттям для кондитерських кулінарних виробів.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук з харчовим покриттям для кондитерських кулінарних виробів.

Предмет дослідження – яблука сорту Джонаголд, заморожені фруктові напівфабрикати з яблук з харчовим покриттям.

Методи дослідження – загальноприйняті хімічні, фізико-хімічні, та статистичні.

Наукова новизна отриманих результатів. Науково обґрунтовано і доведено доцільність нанесення харчового покриття з пектинового розчину перед частковою осмотичною дегідратацією яблук для виробництва заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів.

Практичне значення одержаних результатів

Удосконалено технологію заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук для кондитерських кулінарних виробів.

Апробація результатів досліджень. Результати досліджень та основні висновки були оприлюднені на студентській науковій конференції (Умань, 2024).

Публікації: Матеріали роботи були опубліковані в статті.

Особистий внесок здобувача. Усі теоретичні та практичні результати, що виносяться на захист, отримані автором самостійно та за допомогою наукового керівника.

Структура та обсяг роботи.

Загальний обсяг роботи складає 50 сторінок і містить 6 розділів, 4 таблиці, 9 рисунків. Список використаної літератури налічує 56 джерел.

РОЗДІЛ 1. РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ЗАМОРОЖЕНИХ ФРУКТОВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З ЯБЛУК ДЛЯ КОНДИТЕРСЬКИХ КУЛІНАРНИХ ВИРОБІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Вплив низьких температур на якість замороженої продукції

Свіжі плоди і овочі та продукти їхньої переробки позитивно впливають на обмінні процеси в організмі людини, запобігають ожирінню, відіграють важливу роль у профілактиці і лікуванні серцево-судинної, нервової системи та ін. Харчування з переважною часткою у раціоні свіжої та переробленої плодоовочевої продукції, вкрай необхідне дітям та людям похилого віку [4].

Науковці твердять, що плодоовочеві продукти повинні складати не менше однієї третини раціону. Фактичне споживання плодів і овочів в Україні не перевищує 50% від фізіологічних норм. Своєчасна переробка плодоовочевого врожаю дозволить уникнути сезонності їх споживання й знизити втрати рослинної сировини в процесі товароруху [5].

За останні десятиліття виробництво і споживання продуктів харчування кардинально змінилися в результаті змін у споживацьких харчових звичок, поведінки та смаків споживачів. Зростаюча конкуренція у сфері харчових продуктів вимагає інновацій та розвитку харчової промисловості, але вони мають бути інновацій та розвитку у виробництві продуктів харчування, але вони мають бути гармонізовані з вимогами та очікуваннями споживачів.

Харчова промисловість повинна розвивати та вдосконалювати виробництво та пропонувати орієнтовану на споживача якість продукції для посилення своєї конкурентоспроможності на ринку [6].

Ефективним шляхом збереження продукції і скорочення її втрат, а, отже, збільшення обсягів виробництва продовольчих ресурсів, є розширення виробництва швидкозаморожених продуктів, напівфабрикатів і готових страв за

технологією швидкої або шокової заморозки. У порівнянні з іншими методами консервування харчових продуктів застосування холоду викликає мінімальні зміни їхньої живильної цінності, маси й органолептичних показників [7].

Заморожування є важливим методом, який використовується для збереження якості фруктів під час тривалого зберігання та уможливлення цілорічної переробки сезонних фруктових продуктів.

Заморожування продуктів харчування – це технологічний процес, що веде до повного чи часткового перетворення води на лід за умови зниження температури нижче криоскопічної точки. Заморожування продуктів забезпечує найбільший термін придатності продуктів за невеликих змін смакових ознак та поживної цінності [8].

Заморожування - це ефективний спосіб консервування, 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 правильного використання зберігає більше поживних речовин у продуктах. Більшість овочів краще зберігають свій природний колір, смак і текстуру при заморожуванні, ніж при використанні інших методів консервування. Природні ферменти, що містяться в продуктах, викликають зміни вищезазначених параметрів, а заморожування затримує цю активність, хоча і не зупиняє її [9].

Збереження продуктів харчування при низьких температурах - це добре відома концепція. Хоча традиційні методи заморожування продуктів ґрунтуються на ізобаричному підході (постійний тиск), вони часто призводять до низки незворотних змін, які можуть суттєво погіршити якість заморожених продуктів. Останніми роками ізохорне заморожування (заморожування при постійному об'ємі), що походить з біомедичної промисловості, набуває все більшого дослідницького та комерційного інтересу як ефективний метод

консервування продуктів харчування [10].

Процес заморожування подовжує термін зберігання швидкопсувних продуктів, підвищуючи їхню доступність у регіонах, віддалених від центрів виробництва, і навіть поза періодом збору врожаю та виробництва. Заморожування - це ефективний метод консервування, який полягає в утворенні кристалів льоду в продуктах харчування, що зменшує вміст рідкої вологи. Це пригнічує як ріст мікроорганізмів, що псують продукти, так і небажані хімічні реакції [11]. Таким чином, заморожування - це ефективний метод консервування, який не потребує штучних консервантів [12].

Заморожування харчових продуктів поєднує механізми зародження і росту кристалів льоду, перенесення води через клітинну мембрану і кристалізацію поза- і внутрішньоклітинної води. Крім води, до складу харчових продуктів входять вуглеводи, білки та клітковина. Таким чином, на відміну від чистих речовин, температура заморожування харчових продуктів не є постійною. Це пов'язано з тим, що при поступовому заморожуванні вмісту рідкої води відбувається збільшення концентрації розчинених речовин у рідкій воді, яка залишилася, що знижує її температуру замерзання [13, 14].

Під час процесу заморожування незамерзла фаза, що контактує з раніше утвореним льодом, проходить через комбіноване збільшення концентрації та зниження температури, що призводить до значного збільшення в'язкості. Однак утворення нових кристалів льоду досягає межі, коли в'язкість незамерзлої води стає настільки високою, що порушує її власну молекулярну рухливість, що призводить до аморфного стану, який визначається як склоподібний стан. Діапазон температур, в якому відбувається перехід до склоподібного стану, визначається як температура льодоутворення [15, 16].

Відомо, що утворення кристалів льоду, яке супроводжує збільшення об'єму, пошкоджує клітини і серединні ламелі овочів і фруктів. Крім того,

підвищення осмотичного тиску, спричинене міграцією води в процесі льодоутворення, збільшує водопроникність клітинних мембран овочів і фруктів, що призводить до розм'якшення їхньої текстури [17].

Швидке заморожування покращує якість заморожених продуктів, навіть овочів і фруктів, оскільки цей метод спричиняє утворення внутрішньоклітинних кристалів льоду, мінімальну міграцію води і низький осмотичний тиск [18]. Це зумовлено тим, що під час стадії нуклеації швидке заморожування збільшує кількість ядер льоду, що призводить до більшої кількості дрібних кристалів льоду порівняно з повільним заморожуванням. Процес заморожування, час зберігання, розмір і форма кристалів льоду сильно впливають на структуру харчових клітин і, як наслідок, на текстуру розморожених продуктів [19].

Заморожування плодів і ягід також є одним із найбільш перспективних методів, що дозволяють призупинити мікробіологічні процеси в тканинах. На поверхні всіх рослинних об'єктів є велика кількість епіфітних мікроорганізмів. Нормальна їх життєдіяльність можлива тільки при певних умовах навколишнього середовища. Одним із основних факторів їх існування є наявність води. Тому мікроорганізми здатні розвиватися при температурах вище мінус 5-8 °C, дріжджі – мінус 10-12°C і плісневі гриби – мінус 12-15°C. Живим рослинним тканинам властива природня стійкість до мікроорганізмів. Так, фітонциди шкірки і м'якуша цитрусових, бананів, гранатів, яблук і ягід згубно діють на різні бактерії, плісневі гриби, патогенні найпростіші [20].

Таким чином, заморожування інгібує біохімічні процеси в клітинах сировини, зберігаючи її натуральні властивості, гальмує розвиток патогенної мікрофлори.

1.2. Особливості попередньої обробки сировини перед заморожуванням

Виробництво швидкозаморожених ягід, плодів і овочів є галуззю промисловості, що інтенсивно розвивається. Це обумовлено тим, що при швидкому заморожуванні в рослинних продуктах найбільш повно зберігається все те, чим вони цінні, і їх можна споживати тривалий час [21].

Однак, загальний висновок про те, що за зовнішнім виглядом, ароматом, смаком, харчовою та біологічною цінністю заморожені плоди практично не відрізняються від свіжих перебільшений. Високий вміст вологи в плодах та овочах вважається найбільш серйозною проблемою в процесі заморожування через утворення кристалів льоду, які викликають зміни зовнішнього вигляду, текстури, смаку та смаку фруктів після розморожування [22]. Крім цього спостерігаються зміни якості з точки зору рН, загального вмісту розчинних сухих речовин, кислотності та органічних кислот [23].

Якість заморожених фруктів залежить від типу фруктів, зрілості під час збирання, методів попередньої обробки, систем заморожування, а також температури заморожування

Відомо про різні способи попередньої обробки сировини перед заморожуванням для збереження харчової та біологічної цінності.

За даними Н.Я. Орлової та С.О. Белінської [24], вибір способу та тривалості попередньої обробки сировини перед заморожуванням визначається видом сировини та вимогами нормативних документів до якості готового продукту. Стабілізація вихідних властивостей сировини, як правило, досягається застосуванням розчинів, що утворюють нерозчинні комплексні сполуки з речовинами продукту, які володіють антиоксидантною або зневоднюючою здатністю.

Так, попередня обробка ягід суниці зануренням у лимонну кислоту,

очевидно, покращила збереженість аскорбінової кислоти та загального вмісту антоціанів і знизила індекс потемніння, тоді як лактат кальцію зберігав текстуру, зменшуючи втрату вологи і збільшуючи щільність після розморожування [25].

Дослідження впливу попередньої обробки осмотичної дегідратації у поєднанні з хлорогеновою кислотою на руйнування клітин, втрату фенольних субстратів і зміни ключових ферментів під час заморожування-розморожування плодів абрикоса показали, що така обробка в першу чергу зменшує потемніння плодів, захищаючи цілісність клітинних структур, мінімізуючи можливість впливу повітря, ферментів і фенольних субстратів, а також пригнічуючи активність ферментів потемніння [26].

Дослідження впливу обробки лактатом кальцію на втрати вологи, колір, механічні властивості, органолептичні характеристики замороженої папайї показали, що обробка кальцієм і осмотична дегідратація підвищують міцність тканин і скорочують час заморожування. Лактат кальцію був найефективнішим засобом захисту пружності тканини до та після циклу заморожування-розморожування. Аналіз мікроструктури показав краще збереження цілісності тканини у зразках папайї, насичених лактатом кальцію [27].

Вивчаючи закономірності динаміці хімічних, біохімічних і мікробіологічних показників, які мають значення для формування споживчих властивостей осмотично зневоднених заморожених плодів Н.Я. Орлова [28] відмічає, що з кісточкових плодів найкраще зневоднюються персики, гірше сливи, які мають міцну шкірочку з восковим нальотом, що гальмує процеси осмосу та дифузії.

Осмотична дегідратація фруктів і овочів досягається шляхом розміщення твердої їжі, цілі або шматочки, в а гіпертонічного розчину (цукру та/або солі) з одночасною зустрічною дифузією розчинених речовин з осмотичного розчину в тканину. Потік води за межі клітини супроводжується одночасна зустрічна

дифузія розчинених речовин з концентрованого розчину в тканину. Розчинені речовини, властиві клітинам, можуть незначною мірою вимиватися, оскільки клітинна мембрана не ідеально селективний. Кілька параметрів, таких як використовуваний сорт, температура процесу, склад і концентрація осмотичних розчинених речовин в осмотичному розчині специфічні характеристики харчового продукту, параметри змішування тощо значно впливають на явища масообміну [29].

Втрати вологи та приріст сухих речовин в основному контролюються характеристиками сировини, під впливом можливої попередньої обробки. Велика мінливість, що спостерігається серед різних плодів в основному пов'язано зі щільністю тканин, початковою нерозчинністю та вмістом розчинних сухих речовин, розміром міжклітинних просторів, наявністю газів, співвідношенням між різними пектиновими фракціями (водорозчинний пектин і пропектин), рівнем гелеутворення пектину та ферментативною активністю фруктів [30].

Доведено, що томати мали 15,74% втрат вологи та 0,22% збільшення сухих речовин після 24 год осмотичної дегідратації в 55% розчині мальтодекстрину при 35°C. При криогенному заморожуванні рідким азотом при -40C осмотично попередньо оброблені зразки томатів мали коротший час заморожування (3,13 хв) і вищу швидкість заморожування (16,53C/хв), ніж необроблені зразки (4,48 хв і 11,58C/хв відповідно) [31].

Відомо, що, основні зміни, спричинені осмотичною деградацією, впливають на текстуру таких тканин, головним чином через втрату клітинного тургору, зміни середньої пластинки та клітини. опір стінки та небажана усадка/зміна форми та об'єму осмотичних зразків [32].

Факторами, які впливають на швидкість видалення води та просочування розчиненими речовинами, є властивості харчових матеріалів, склад і концентрація осмотичних розчинених речовин в осмотичному розчині, температура осмотичного розчину, час занурення, рівень перемішування в

осмотичному розчині. розчину, геометрії (розміру та форми) їжі та співвідношення розчину та продукту [33].

Для осмотичної дегідратації обирають низькомолекулярні вуглеводи зі специфічними поживними та/або функціональними властивостями, які суттєво не змінюють сенсорні характеристики тканини, обробленої осмосом [33]. Олігофруктоза, є неперетравлюваним олігосахаридом з низькою солодкістю, винятковими властивостями харчових волокон і пребіотичною активністю [34].

Високий DE (декстрозний еквівалент = 47), низька середня молекулярна маса, мальтодекстрин, також використовується з метою збереження сенсорних характеристик тканини сировини, демонструючи хороші показники з точки зору явища масообміну та зниження активності води.

Трегалоза, невідновлюючий дисахарид із низькою солодкістю та невеликим впливом на рівень глюкози в крові порівняно з глюкозою, також використовувалась, поліпшуючи крізахист мембран і білків під час заморожування [35].

Мальтит, поліол з низькою молекулярною масою, додають в осмотичний розчин з метою максимізації явища масопереносу. Мальтит характеризується приємним солодким смаком, завдяки своїй стабільності при підвищених температурах, він використовується в багатьох хлібобулочних виробках, а також у продуктах зі зниженою калорійністю [36].

Використання гліцерину сприяє масообміну, а також покращує якість осмодегідратованих фруктів і овочів збереження консистенції, вологи та кольору. Гліцерин — це низькомолекулярний цукровий спирт, який легко засвоюється, нетоксичний, визнаний безпечною добавкою [32].

Отже, застосування різних способів попередньої обробки плодо-ягідної сировини перед заморожуванням сприяє зниженню природних втрат продукцією під час заморожування та поліпшення їх органолептичних властивостей.

1.3. Використання харчового покриття у виробництві замороженої продукції

Останнім часом їстівні покриття та плівки привертають до себе значну увагу через свої переваги порівняно з синтетичними плівками. Харчові покриття/плівки забезпечують заміну та/або зміцнення природних шарів на поверхні продукту, щоб запобігти втраті вологи, газових ароматів і переміщенню розчинених речовин з їжі, водночас вибірково дозволяючи контролювати обмін важливих газів, таких як кисень, вуглекислий газ та етилен, які беруть участь у диханні харчових продуктів. Крім того, матеріали, які використовуються для цієї мети, можуть повністю покривати харчові продукти або використовуватися як безперервний шар між харчовими компонентами [37].

Підвищений інтерес до їстівних покриттів зумовлений зростанням споживчого попиту на безпечні, зручні та стабільні продукти харчування, а також усвідомленням негативного впливу на навколишнє середовище небіорозкладної упаковки, що не розкладається. Біоплівки виробляються з їстівних і, як правило, відновлюваних ресурсів, і в більшості випадків розкладаються швидше, ніж полімерні матеріали. Навіть якщо плівки не будуть споживатися, вони все одно сприятимуть зменшенню забруднення навколишнього середовища [38].

Хоча їстівні покриття та плівки мають схоже визначення, між ними є різниця. Як правило, їстівні плівки готуються окремо, а потім наносяться на поверхню продукту, тоді як покриття формуються безпосередньо на поверхні харчових продуктів [40].

Дослідження показали, що обидва методи можуть покращити органолептичні характеристики упакованих морепродуктів, якщо вони правильно розроблені. Крім того, з додаванням антибактеріальних та антиоксидантних засобів вони можуть уповільнювати окислення та/або

затримувати мікробіологічне псування. Однак їх проникність і механічні властивості, як правило, гірші, ніж у синтетичних плівок [41], і це обмежує їх використання до конкретних застосувань. З подальшими дослідженнями деякі з цих обмежень будуть подолані.

Хоча їстівні плівки і покриття не призначені для повної заміни традиційного пакування, адекватність захисту харчових продуктів може бути покращена шляхом поєднання первинного їстівного пакування і вторинного неїстівного пакування. Вторинне пакування, як правило, необхідне з гігієнічних міркувань [38].

Біорозкладні їстівні плівки та покриття, такі як віск, використовувалися протягом століть для запобігання втраті вологи та створення блискучої поверхні фруктів. Використання плівок у харчових продуктах почалося ще в 12 столітті в Китаї, де воском покривали лимонні фрукти, щоб уповільнити втрату води. До 1967 року їстівні плівки мали дуже обмежене комерційне використання і обмежувалися в основному восковим покриттям фруктів і овочів. Протягом наступних років з цієї концепції виріс значний бізнес (наприклад, у 1986 році існувало близько десяти компаній, що пропонували такі продукти, тоді як до 1996 року їхня кількість зросла до ~600 компаній).

Сьогодні їстівні плівки використовуються з широким спектром продуктів харчування, а загальний річний дохід перевищує 100 мільйонів доларів США [42]. Використовуються також інші нові методи збереження продуктів харчування, включаючи комбінації різних технологій консервування, таких як охолодження, зберігання в контрольованій атмосфері та стерилізація ультрафіолетовим або гамма-випромінюванням. Тим не менш, для багатьох видів продуктів харчування покриття їстівною плівкою залишається одним з найбільш економічно ефективних способів зберегти їхню якість і безпеку.

Біорозкладні їстівні плівки та покриття можна класифікувати за типом матеріалу, з якого вони отримані. Кожен хімічний клас має свої переваги та обмеження при використанні для плівок. Полісахариди, білки та ліпіди є трьома

основними матеріалами, що використовуються для цієї мети. Полісахариди широко доступні і, як правило, економічно вигідні. Більшість з них нейтральні, хоча деякі камеді мають негативний заряд. Завдяки наявності великої кількості гідроксильних та інших полярних груп у їхній структурі, водневі зв'язки відіграють вирішальну роль у формуванні плівки та кінцевих характеристик. Негативно заряджені камеді, такі як альгінат, пектин і карбоксиметилцелюлоза (КМЦ), залежно від рН, мають різні властивості [43].

Плівкоутворюючі білки отримують з тварин (наприклад, казеїн, концентрат та ізолят сироваткового білка, колаген, желатин та яєчний альбумін) або рослин (наприклад, кукурудза, соя, пшениця, бавовняне насіння, арахіс та рис). Основний механізм утворення білкових плівок включає денатурацію білка, ініційовану теплом, розчинниками або зміною рН, з подальшим об'єднанням пептидних ланцюгів за допомогою нових міжмолекулярних взаємодій [38]. Плівки на основі білків добре прилипають до гідрофільних поверхонь м'яса і можуть створювати бар'єри для дифузії кисню і вуглекислого газу, не зупиняючи при цьому дифузію води [43].

На відміну від полісахаридів і білків, ліпіди не є біополімерами і не здатні утворювати когезійні плівки. Тому вони або використовуються як покриття, або включаються в біополімери для формування композитних плівок, що забезпечують кращу пароізоляцію завдяки своїй низькій полярності.

Незважаючи на те, що основна функціональність їстівних плівок і покриттів схожа, технології їх обробки відрізняються. Наприклад, їстівні плівки попередньо формуються перед контактом з фруктами та овочами. На відміну від них, їстівні покриття зазвичай формуються на поверхні фруктів і овочів, і формування шару відбувається безпосередньо [29,30]. Обидва методи формують тонкі бар'єри з жорстких матриць, які можна надалі функціоналізувати для розширеного застосування.

При розробці їстівних плівок і покриттів важливе значення має оцінка наступних міркувань [44]: взаємодія з текстурою і поверхнею харчового

продукту; старіння і продовження терміну придатності харчових продуктів, що контактують з плівкою; зміна смаку, кольору та текстури харчових продуктів внаслідок взаємодії з харчовими плівками та покриттями; реакція та чутливість в умовах зберігання/навколишнього середовища; умови обробки, включаючи температуру, колір і товщину.

Природні полісахариди добре підходять для використання в якості пакувального матеріалу для свіжих фруктів і овочів і часто можуть бути важливою альтернативою синтетичним сполукам. Природні полімерні матеріали є хорошим бар'єром для кисню і вуглекислого газу, проте вони характеризуються надмірною розчинністю у водному середовищі, проникністю для водяної пари і низькою розтяжністю. Властивості їстівних покриттів можна модифікувати додаванням пластифікаторів, поверхнево-активних речовин, зшивачів, антимікробних засобів, функціональних добавок, частинок наносрібла або залишків фруктів і овочів. Використання полісахаридів для приготування їстівних плівок і покриттів виправдано не тільки можливістю зниження споживання упаковки з синтетичних полімерних матеріалів, але і тим, що виробництво деяких природних полімерів може здійснюватися з використанням відходів, що утворюються при переробці харчової сировини.

Отже, застосування харчових покриттів для попередньої обробки сировини перед заморожуванням сприяє збереженню її натуральних властивостей.

2. МЕТОДИ ТА ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови та об'єкти досліджень

Дослідження виконані в 2023-2024 рр. на кафедрі харчових технологій Уманського національного університету садівництва з яблуками сорту Джонаголд (Вілмута) згідно методичних вказівок по проведенню досліджень із замороженими плодами, ягодами та овочами [46].

Вілмута – один з перших мутантів сорту Джонаголд, отриманий у Вільгельмінадорпі (Голландія) з дерев без вірусу 2361Т, завезених із Бельгії.

Дерево сильноросле з широкоовальною в молодому віці, а пізніше розлогою, округлою кроною. Кут відходження основних гілок від стовбура великий гострий або близький до прямого. Пагони довгі або середньої довжини, товсті чи середньої товщини червонувато-коричневі з сіруватим відтінком. Листки великі та середньої величини, щільні та жорсткі, зелені, помірно-блискучі, видовжено яйцеподібної або овальної форми. Черешок короткий, товстий, середньо опушений. Прилистки або відсутні, або невеликі ланцетоподібні. У пору плодоношення вступає на третій-четвертий рік після садіння.

Зимостійкість середня, стійкість проти парші та борошнистої роси середня. Сорт схильний до ураження чорним раком.

Плоди великі, одномірні, округлої або округло-конічної форми. Рум'янець червоний, плямисто-розмитий, займає 50-60% поверхні яблука. Мякуш кремового кольору, пухкий, соковитий. Плоди соковиті, солодкі з легкою кислотою, ароматні. Достигають у межах одного дерева неодноразово, тому бажане дво- триразове збирання. Знімальна стиглість настає в одні строки з Джонаголдом (закінчення вересня). Дегустаційна оцінка плодів за 9-бальною шкалою складає 8,2-8,5 бала.

Тривалість зберігання, як і у вихідного сорту, 5-6 місяців.

2.2.Схема досліду

Схему проведення досліджень наведено на рисунку 2.1.

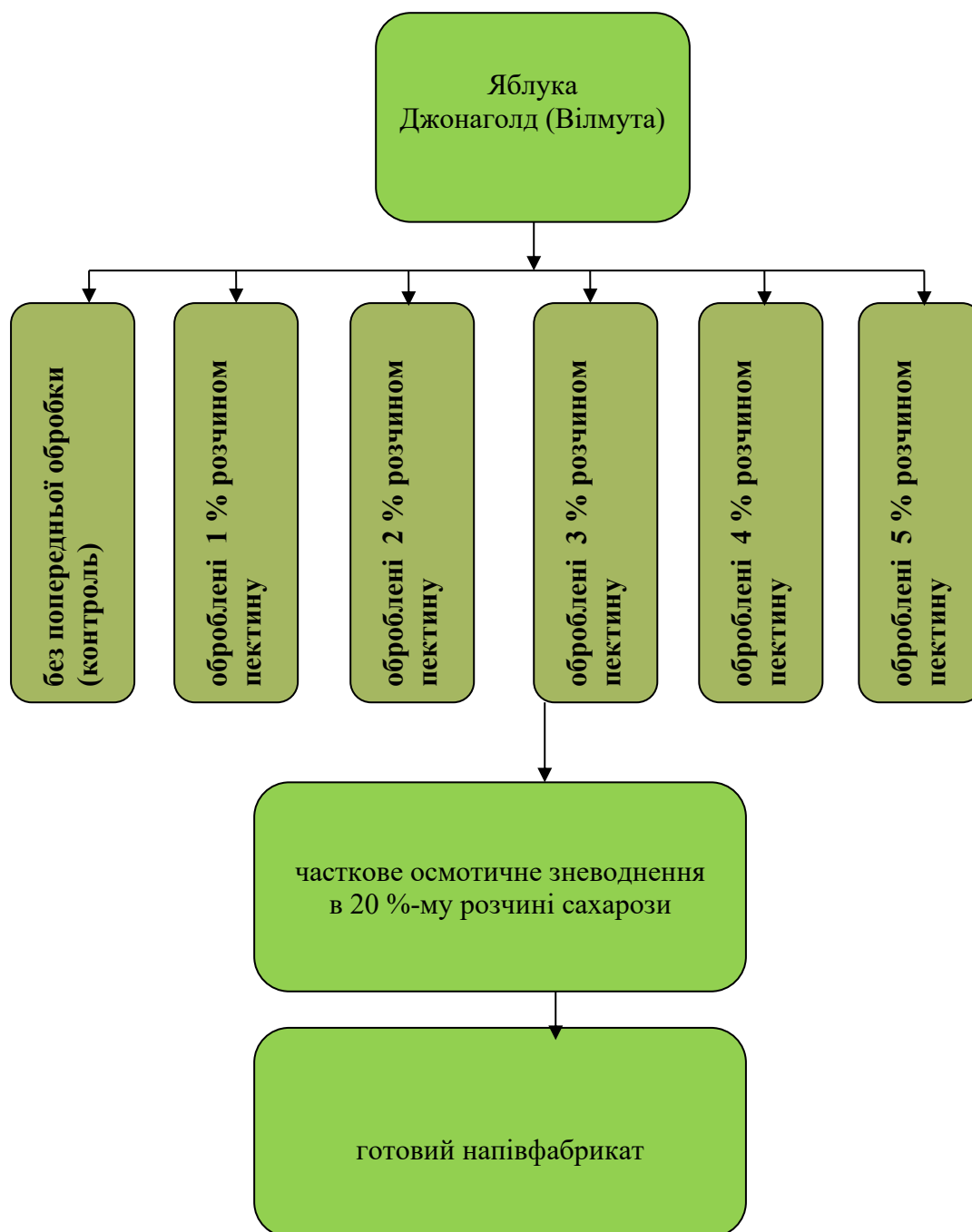


Рис. 2.1. Схема досліду

2.3. Методика проведення досліджень

Яблука сорту Джонаголд очищували від шкірочки, видаляли серцевину та різали на часточки розміром 20x20 мм. Нарізані яблука бланшували у 0,1% розчині лимонної кислоти за температури 85 °С впродовж 2-5 хв з метою попередження потемніння продукту з наступним підсушуванням на повітрі. Попередньо підготовлені часточки яблук занурювали у розчин пектину з концентрацією 1, 2, 3, 4, 5 %, після чого підсушували і перед заморожуванням витримували протягом 30 хв у 20 %-му водному розчині сахарози. За контроль приймали часточки яблук без покриття.

Частинки яблук заморожували розсипом за температури мінус $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$, фасували у пакети з поліетиленової плівки, призначеної для пакування харчових продуктів масою 0,5 кг і зберігали впродовж 6-ти місяців за температури мінус $18 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

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

Фізико-хімічні показники якості заморожених напівфабрикатів з яблук визначали:

- сухі розчинні речовини – за ДСТУ 8402:2015 [47],
- цукри – за ДСТУ 4954:2008 [48];
- титровані кислоти – за ДСТУ 4957:2008 [49],
- аскорбінову кислоту – йодометричним методом [50],
- втрати маси – зважуванням фіксованих проб [46].

Органолептичну оцінку заморожених напівфабрикатів з яблук визначали за 5 – бальною системою [51].

Статистичну обробку отриманих даних виконували за допомогою програми StatSoft STATISTICA 6.1.478, Enterprise Single User (2007).

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Хімічний склад яблук сорту Джонаголд (Вілмута)

Смакові властивості яблук залежать від основних технологічних показників їх хімічного складу, що, в свою чергу, визначаються особливостями сорту та погодними умовами.

Еспериментальним шляхом виявлено, що яблука сорту Джонаголд (Вілмута) у 2024 році накопичили 14,6 % сухих розчинних речовин, що зумовлено високим температурним фоном та відсутністю опадів.

Кількість цукрів характеризує ступінь зрілості плодів і залежить від багатьох показників, зокрема, від погодних умов та сортових особливостей, однак відома залежність їх кількості від ґрунтових умов вирощування. Вміст цукрів в плодах цього сорту склав 9,8 %.

Перевищення температури на фоні відсутності опадів сприяло зменшенню кислотності яблук. Рівень титрованих кислот в плодах не перевищив значення 0,5 %.

Вміст аскорбінової кислоти істотно залежить від виду продукції, умов вирощування, ступеня стиглості, товарної обробки. Вміст аскорбінової кислоти в яблуках був на рівні 17,6 мг/100 г.

Отже, яблука сорту Джонаголд (Вілмута) у 2024 році мали 14,6 % сухих розчинних речовин, 9,8 % цукрів, 0,5 % титрованих кислот та 17,6 мг/100 г аскорбінової кислоти, що вказує на придатність для виробництва напівфабрикатів.

3.2. Кріорезистентність та втрати маси частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання

Кріорезистентність – це показник, що визначає здатність замороженої продукції утримувати вологу після дефростації, величина якого залежить від анатомічної будови тканин сировини та вмісту в ній сухих речовин.

Внаслідок попередньої обробки частинок яблук в розчині пектину з наступним частковим осмотичним зневодненням та заморожуванням їхня кріорезистентність встановлена на рівні 87,9-95,8 %. (рис. 3.1).

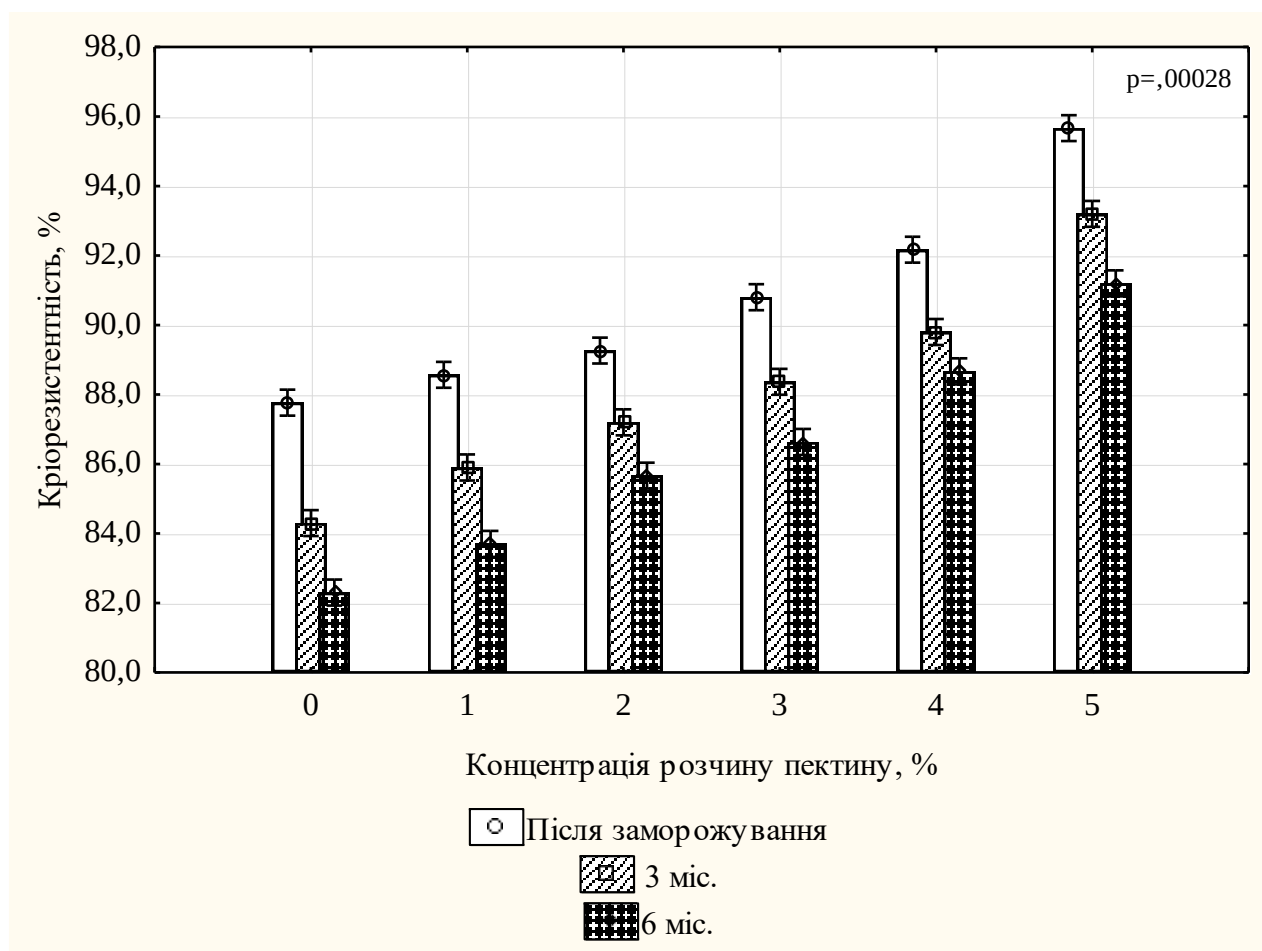


Рис. 3.1. Кріорезистентність частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання (результати дисперсійного аналізу)

Встановлено суттєву залежність значень досліджуваного показника від концентрації розчину пектину перед заморожуванням: підвищення

концентрації розчину сприяло кращому утриманню вологи дефростованою продукцією.

Впродовж шести місяців зберігання в замороженому стані кріорезистентність замороженої продукції поступово знижувалася і до кінця вказаного періоду складала 82,4-91,4%, залежно від варіанту досліджу. Високі значення досліджуваного показника зберегли плоди, оброблені у розчині пектину з концентрацією 5 %.

Дослідження втрат маси частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук внаслідок заморожування та зберігання свідчать про значні відмінності значень цього показника зумовлених концентрацією пектинового розчину та тривалим зберіганням (рис. 3.2).

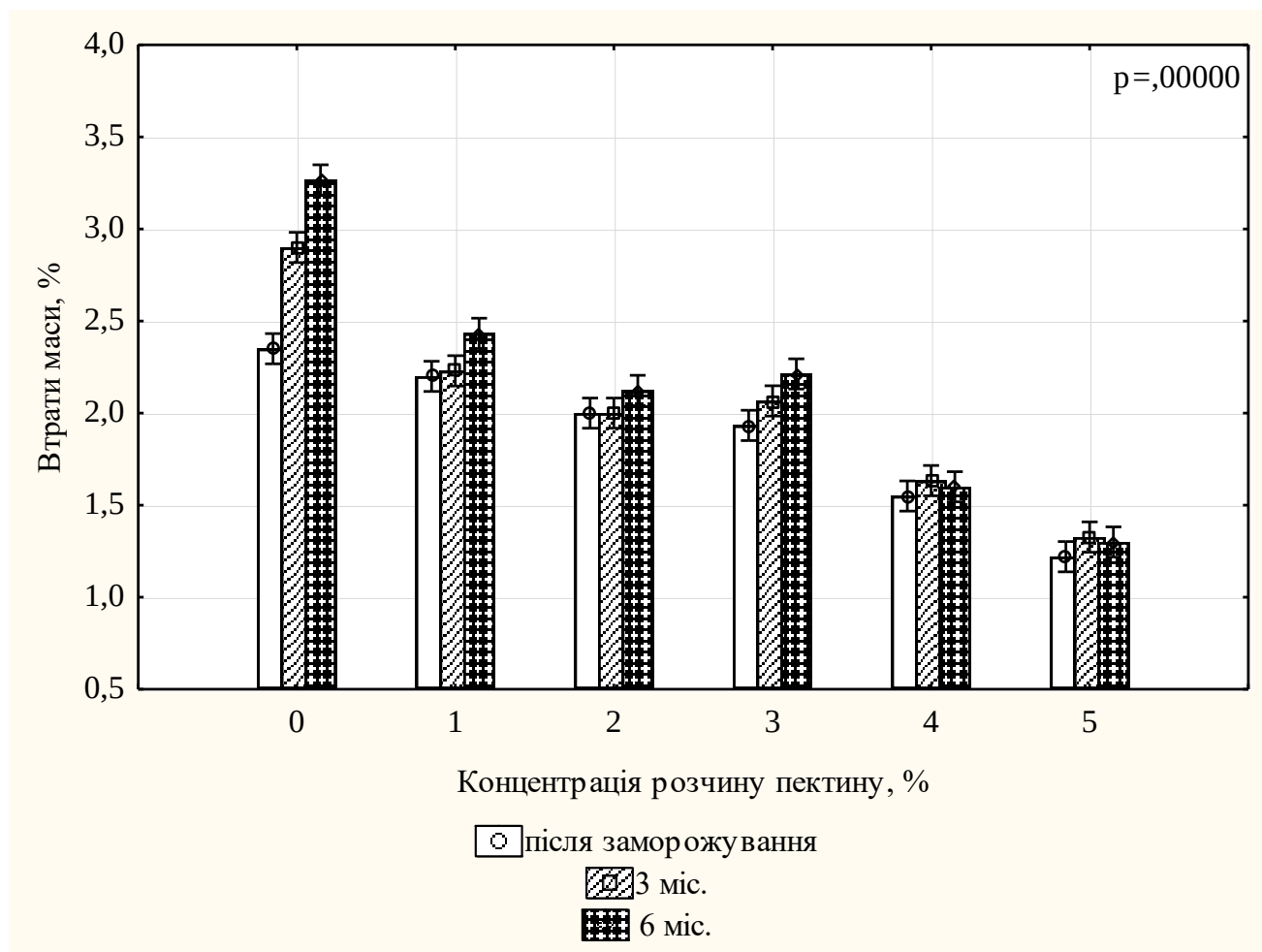


Рис. 3.2. Втрати маси частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання (результати дисперсійного аналізу)

Внаслідок заморожування частково дегідратовані яблука втратили 1,2-2,3 % маси, зі найвищих – на контролі. Впродовж трьох місяців зберігання яблук втрати маси зросли на 0,2-0,6 %, тоді як через шість місяців зберігання в замороженому стані втрати сягнули рівня 1,4-3,2 %. Застосування харчового покриття з пектинового розчину зумовило зниження втрат на 0,7-1,8 % залежно від концентрації розчину пектину.

Отже, нанесення пектинового покриття на частинки яблук перед частковим осмотичним зневодненням та заморожуванням покращує їхню здатність до утримання вологи на 2,3- 8,0 % та сприяє зниженню втрат маси на 0,7-1,8 % залежно від концентрації розчину пектину.

3.3. Зміна сухих розчинних речовин частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання

Попередня обробка продукції в розчині пектину та послідовні часткова осмотична дегідратація, заморожування та зберігання напівфабрикатів в замороженому стані здійснили суттєвий вплив на їхній хімічний склад, зокрема на вміст сухих розчинних речовин (рис 3.3).

Так, часткова осмотична дегідратація яблук призвела до підвищення в них рівня сухих розчинних речовин на 1,0-2,4 % залежно від концентрації пектинового розчину, за найбільш істотних змін на контролі.

Внаслідок заморожування вміст сухих розчинних речовин напівфабрикатів знизився на 0,4-0,6 % за суттєвих змін на контролі. Тоді як застосування обробки часточок яблук у розчинах пектину різної концентрації дозволило знизити втрати на 0,2-0,4 %.

Впродовж тривалого зберігання напівфабрикатів з яблук вміст в них сухих розчинних речовин поступово знижувався, що зумовлено

перекристалізацією води і до кінця періоду зберігання сягнув рівня 15,0-16,2 %.

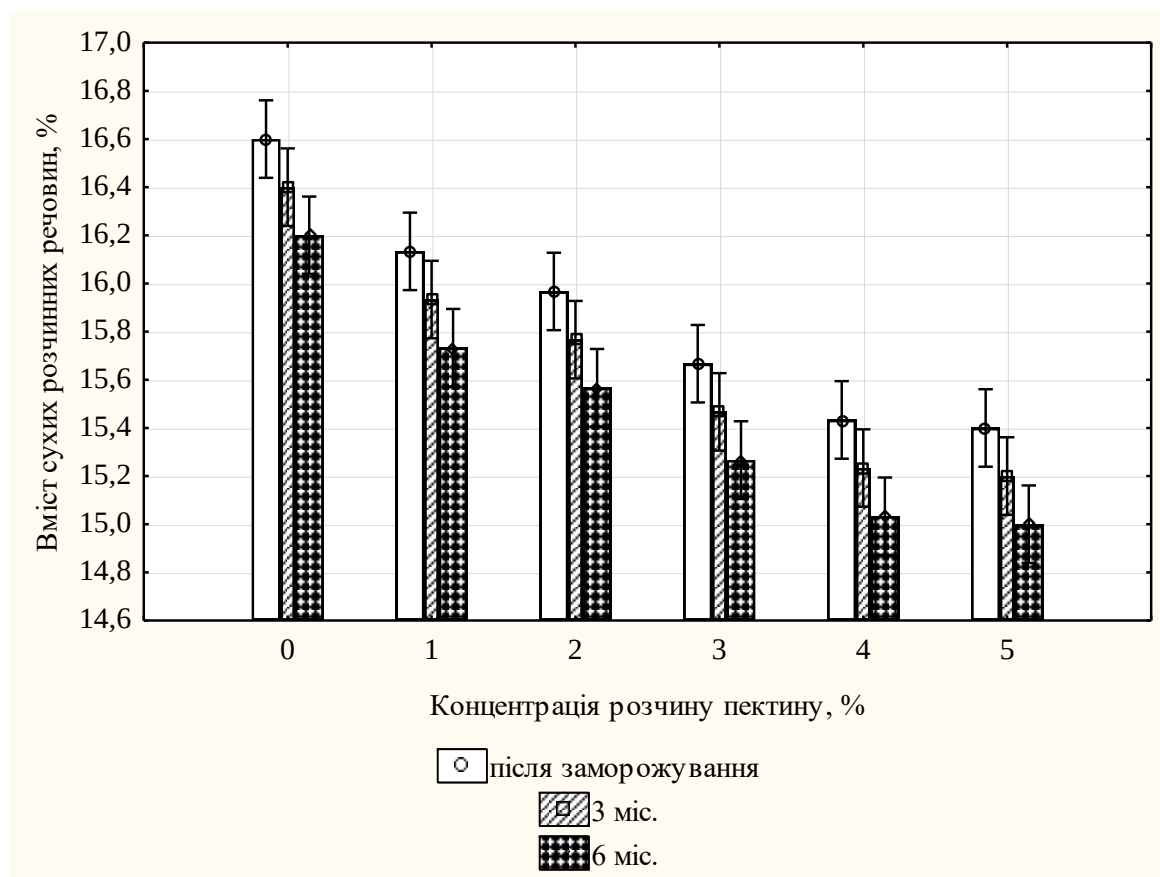


Рис. 3.3. Вміст сухих розчинних речовин частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання (результати дисперсійного аналізу)

Підвищення концентрації пектинового розчину для покриття напівфабрикатів з яблук перед заморожуванням зумовило зниження вмісту сухих розчинних речовин зі збільшенням концентрації пектину і сприяло їхньому збереженню під впливом низьких температур та зберігання.

Отже, покриття часточок яблук перед частковою осмотичною дегідrataцією розчином пектину різної концентрації загальмувало приріст в них сухих розчинних речовин на 1,4 -2,0 %, що на 1,2-1,4 % нижче проти контролю. Впродовж заморожування та зберігання в замороженому стані

наявність покриття сприяло збереженості вмісту сухих розчинних речовин в напівфабрикатах.

3.4. Вміст цукрів частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання

Дослідження вмісту цукрів в напівфабрикатах з яблук показали достовірну різницю залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання напівфабрикатів (рис. 3.4.).

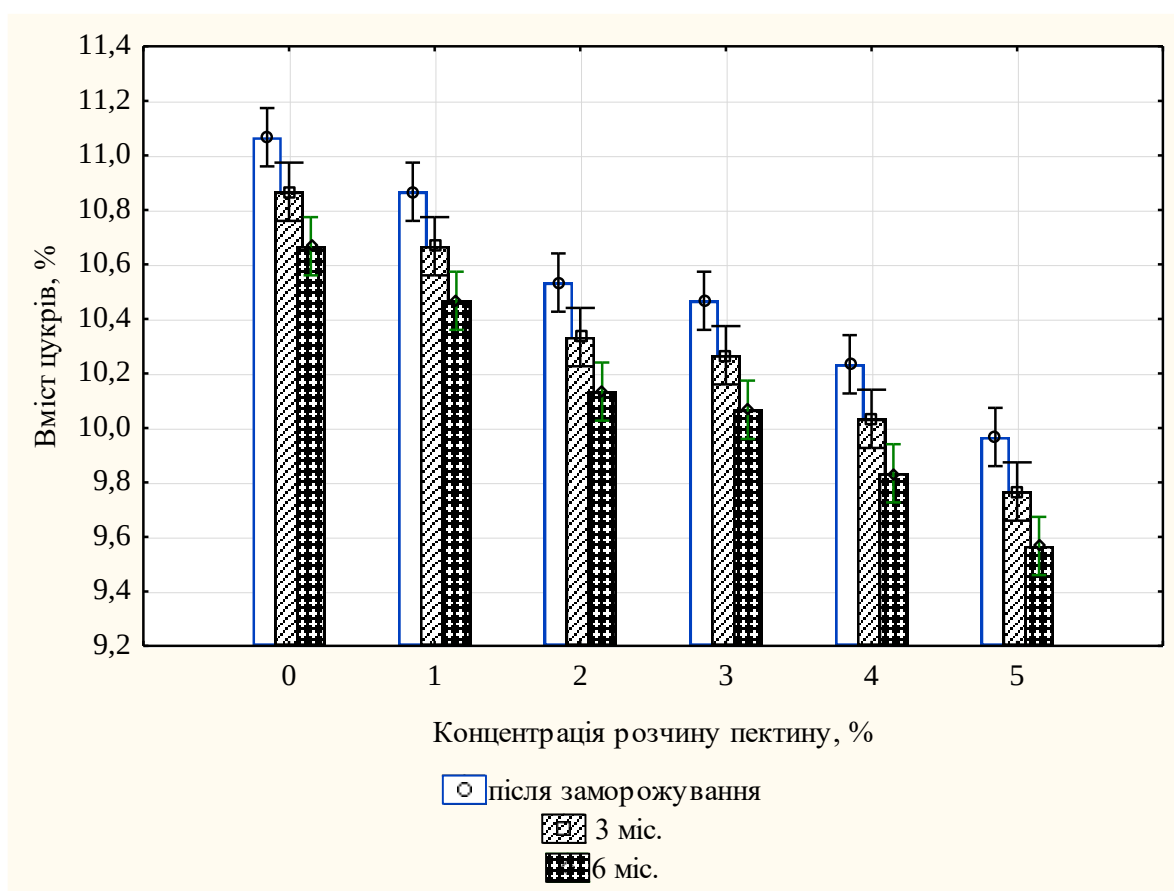


Рис. 3.4. Вміст цукрів частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання (результати дисперсійного аналізу)

Внаслідок часткової осмотичної дегідrataції часточок яблук спостерігався в них вміст цукрів на рівні 0,4-2,0 %. Найвищий приріст цукрів спостерігався в яблук без харчового покриття – 2 %, тоді як застосування харчового покриття знизило швидкість дифузії цукрового розчину в плоди на 0,4-1,6 %, залежно від концентрації розчину пектину.

В ході заморожування зафіксовані втрати цукрів на рівні 0,2-0,4 % за найвищого рівня втрат на контролі, що пов'язано з відсутністю харчового покриття в напівфабрикатів.

Втрати цукрів в ході зберігання заморожених напівфабрикатів склали 0,2-0,3 %, за мінімальних втрат у варіанті з обробкою часточок яблук у 5 %-ному пектиновому розчині.

Впродовж трьох місяців зберігання заморожених ягід втрати цукрів склали 0,2-0,3 %, за максимальних у варіанті досліду без обробки. Неістотні втрати цукрів спостерігалися у варіанті за обробки ягід у 5 %-му розчині пектин – 0,2 %. Сумарні втрати цукрів були 0,2-0,4 %, за максимуму у контрольного варіанту досліду.

Таким чином, застосування харчового покриття у вигляді пектинового розчину різної концентрації гальмує дифузію цукрового розчину в плоди та запобігає його приросту. Втрати цукрів впродовж заморожування та зберігання були ідентичними – 0,2-0,4 % за максимуму втрат у варіанті без харчового покриття.

3.5. Зміни титрованих кислот частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання

Дослідження вмісту титрованих кислот в яблуках показали істотні відмінності залежно від концентрації пектинового розчину та тривалості зберігання напівфабрикатів (рис. 3.5).

За часткової осмотичної дегідратації яблук вміст в них титрованих кислот знизився на 0,05-0,16 %, залежно від концентрації розчину пектину використаного для покриття яблук. Достовірно вищі втрати зафіксовані на контролі – 0,16 %.

Впродовж заморожування спостерігалися втрати титрованих кислот на рівні 0,1-0,15 %, за достовірно вищих втрат у варіанті необроблених напівфабрикатів. Натомість, застосування пектинового розчину зумовило зниження втрат на 0,02-0,05 %.

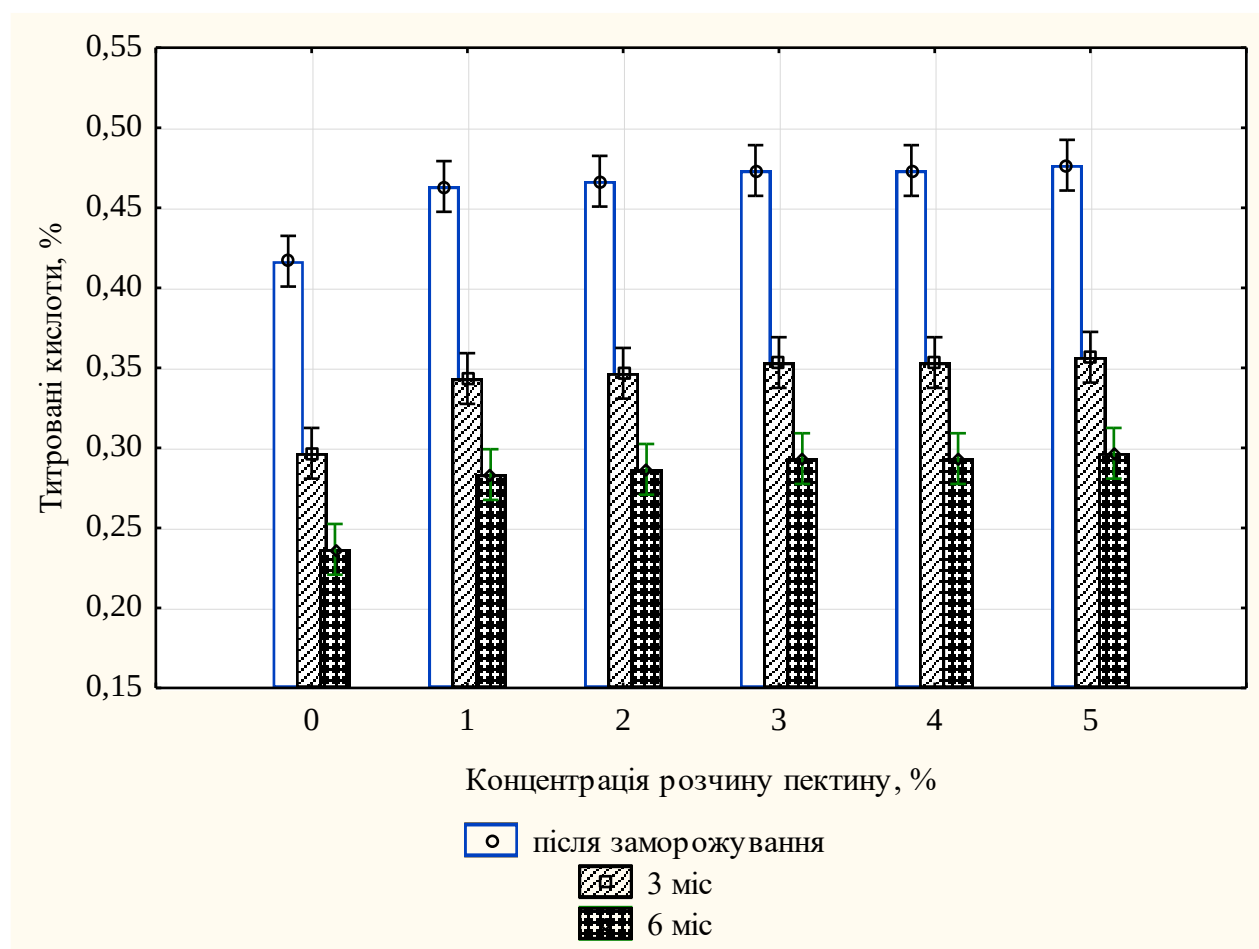


Рис. 3.5. Зміни титрованих кислот частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання (результати дисперсійного аналізу)

Втрати впродовж зберігання складали 0,1-0,14 % впродовж перших трьох місяців і 0,04-0,07 % - впродовж наступних трьох. Слід відмітити, що

залежність втрат від тривалості зберігання заморожених напівфабрикатів була несуттєвою.

Сумарні втрати титрованих кислот склали 0,1-0,2 %. Застосування харчового покриття сприяло зниженню розміру втрат впродовж часткової осмотичної дегідратації, заморожування та зберігання.

Отже, часткова осмотична дегідратація яблук спричинила зниження вмісту титрованих кислот на 0,05-0,16 %, в ході заморожування - 0,1-0,15 %, а зберігання – на 0,14-0,2%. Мінімальні втрати титрованих кислот зафіксовані у варіанті з 5 %-ним покриттям напівфабрикатів пектиновим розчином.

3.6. Зміни вмісту аскорбінової кислоти частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання

Дослідження вмісту аскорбінової кислоти в напівфабрикатах впродовж часткової осмотичної дегідратації, заморожування та зберігання показали достовірну різницю пересічно по досліді залежно від концентрації розчину пектину для попередньої обробки напівфабрикатів (рис 3.6).

Внаслідок часткової осмотичної дегідратації втрати аскорбінової кислоти склали 0,2-1,0 мг/100 г, що склало 1,2-5,7 % за максимуму втрат на контролі.

Впродовж заморожування втрати встановлені на рівні 0,4-1,2 мг, що склало 2,3-6,8 %. Застосування харчового покриття знизило втрати аскорбінової кислоти на 1,1-3,4 %.

Тривале зберігання напівфабрикатів зумовило прогресування втрат аскорбінової кислоти: на 0,5-1,5 мг/100 г впродовж перших трьох місяців зберігання і на 0,8-0,9 мг – впродовж наступних трьох. Сумарні втрати впродовж зберігання напівфабрикатів склали 4,6-5,8 %. Втрати у варіантах напівфабрикатів з нанесеним харчовим покриттям були на 0,3-1,2 % нижчими.

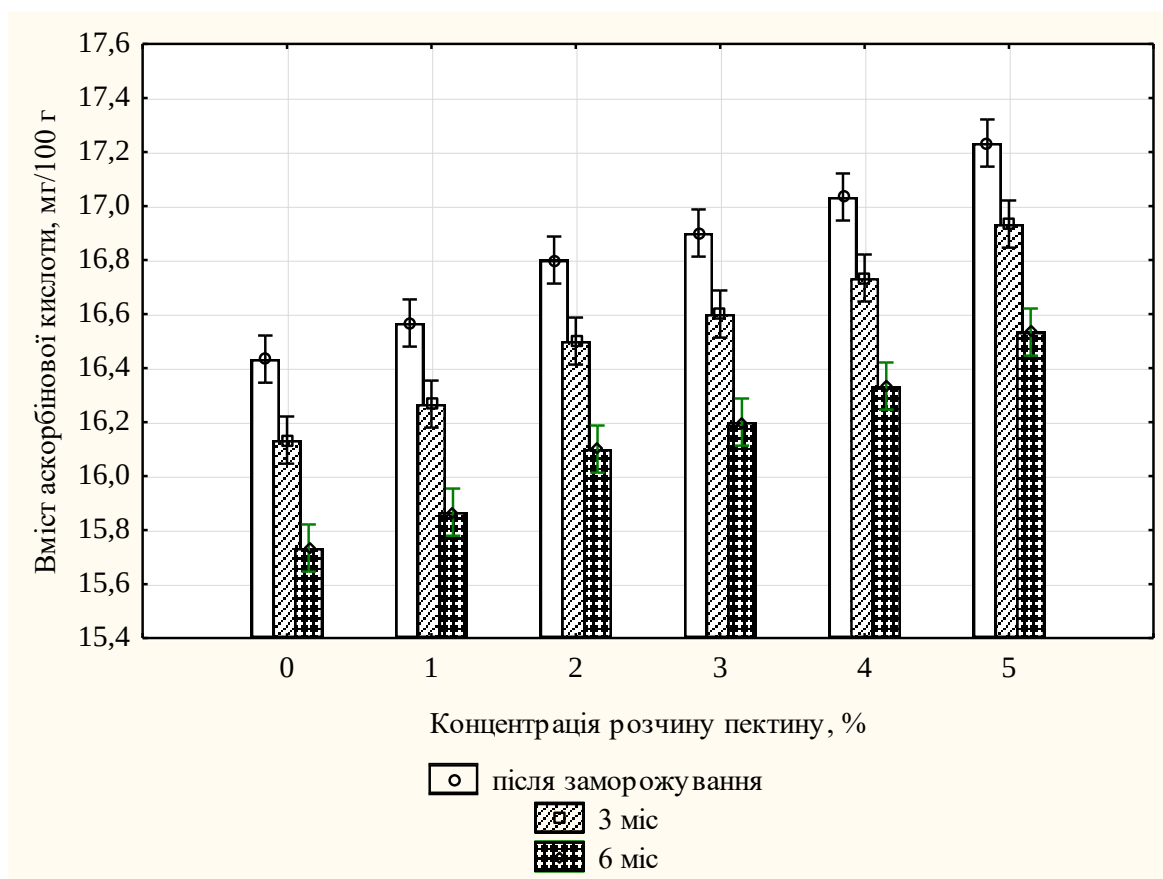


Рис. 3.6. Зміни вмісту аскорбінової кислоти частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину та тривалості зберігання, мг/100 г (результати дисперсійного аналізу)

Отже, застосування харчового покриття для напівфабрикатів з яблук гальмує втрати аскорбінової кислоти в ході часткової осмотичної дегідратації, заморожування та зберігання. Найнижчий рівень втрат зафіксовано у варіанті із застосуванням покриття пектиновим розчином 5 %-ної концентрації.

3.7. Органолептична оцінка заморожених напівфабрикатів з яблук

Дегустація частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук з харчовим покриттям в розчині пектину показала

істотні відмінності між варіантами дослідження залежно від концентрації розчину пектину для покриття (рис. 3.7).

За результатами дегустації максимальну оцінку за всіма органолептичними показниками отримали напівфабрикати з харчовим покриттям у розчині пектину 5 %-ної концентрації – 4,2-4,8 бала.

Значний вплив на якість продукції наявність харчового покриття справила на показники зовнішнього вигляду та консистенції напівфабрикатів, де отримано на 1,6-1,8 бала оцінки вищі проти контролю. Дещо нижчі бали отримані за показником смаку – перевищення проти контролю склало 0,9 бала. Натомість, найменш відчутно вплинуло наявність покриття на колір та аромат продукції.

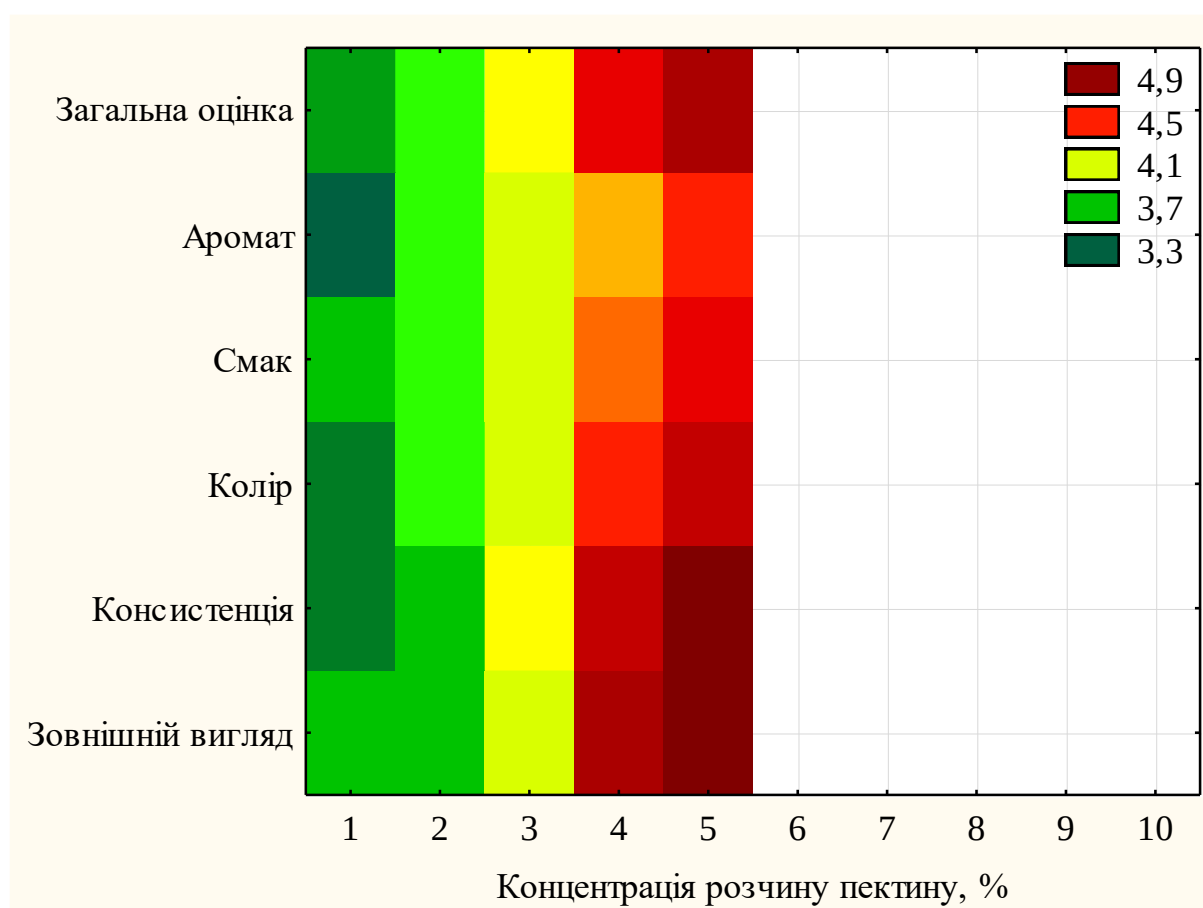


Рис. 3.7. Органолептична оцінка заморожених напівфабрикатів з яблук, бал

В цілому, органолептична оцінка досліджуваних зразків напівфабрикатів коливалася в межах 3,3-4,6 бала, за мінімуму у контрольного варіанту дослідження нанесення покриття на часточки яблук перед частковою осмотичною дегідратацією справило позитивний вплив на якість продукції та перевищувало оцінки контрольного зразка на 0,4-1,3 бала, залежно від концентрації розчину пектину для покриття.

Отже, дегустаційна оцінка частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук мала суттєву залежність від концентрації розчину пектину для харчового покриття. Напівфабрикати з покриттям отримали на 0,4-1,3 бала оцінку вищу.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1. Технологічна схема виробництва

Технологічна схема виробництва частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук представлено на рисунку 4.1.



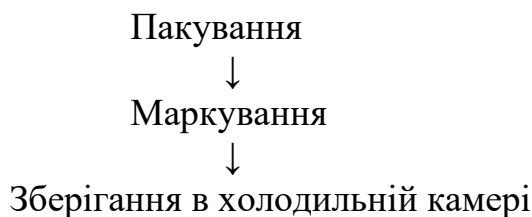


Рис. 4.1. Технологічна схема виробництва частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук

4.2. Опис технологічної схеми виробництва

Яблука сорту Джонаголд Вілмута приймали партіями. Яблука сортували, калібрували, мили, очищували від шкірочки та серцевини. Після чого яблука різали на частинки розміром 2х2 см. Яблука бланшували у 0,1 % розчині лимонної кислоти для попередження потемніння продукту, з наступним охолодженням та підсушуванням. Попередньо підготовлені часточки яблук занурювали у розчин пектину з концентрацією 5 %, після чого підсушували і перед заморожуванням витримували протягом 30 хв у 20 %-му водному розчині сахарози. За контроль приймали часточки яблук без покриття.

Частинки яблук заморожували розсипом за температури мінус $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$, фасували у пакети з поліетиленової плівки, призначеної для пакування харчових продуктів масою 0,5 кг і зберігали впродовж 6-ти місяців за температури мінус $18 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

4.3. Вимоги до якості готової продукції

Таблиця 4.1

Органолептичні показники якості частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук

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.		

Фізико-хімічні показники частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Фізико-хімічні показники частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук

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 на виробництво частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук

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
Яблука	1000	21	2	1	1266

Зведена продуктова відомість частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Зведена продуктова відомість частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук

Назва сировини	Норма витрат		Продуктивність		
	за інструкцією	за розрахунком	за годину (1,333 т)	за зміну (10 т)	за сезон (2630 т)
	кг на 1000 кг	кг на 1000 кг	витрати		
			за годину	кг за зміну	т за сезон
Яблука	1266	1265,8	1687,3	12658	3329

4.5. Підбір холодильного обладнання

Частково осмотично дегідратовані заморожені напівфабрикати з яблук на підприємствах ресторанного господарства заплановано зберігати в морозильній шафі ІЛ140ТВ (1400×780×2050 мм).

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розрахунки економічної ефективності виробництва частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину свідчать про істотну різницю у собівартості виробництва переважно за рахунок різної концентрації розчину пектину для обробки яблук перед зневодненням.

Натомість, реалізаційна ціна одиниці напівфабрикатів встановлена з урахуванням їхньої якості та складала 23160,7-28580,3 грн. Мінімальна ціна реалізації встановлена на контролі, що зумовлено суттєво нижчою органолептичною оцінкою цього варіанту дослідів.

Виручка від реалізації дослідних зразків частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук залежно від концентрації розчину пектину складе 2316,1-2858,0 тис. грн, за максимальної від реалізації продукції з обробкою 5 %-ним розчином пектину.

Прибуток від реалізації розроблених варіантів напівфабрикатів складе 171,6-571,6 тис. грн, за максимального прибутку від реалізації напівфабрикатів з яблук за обробки перед частковою осмотичною дегідратацією у розчині пектину з концентрацією 5 %.

Рентабельність виробництва розроблених варіантів заморожених напівфабрикатів з яблук складе 8,0-25,0 %. Мінімальна рентабельність виробництва встановлена на контролі – 8 %.

Отже, прибуток від реалізації розроблених варіантів заморожених напівфабрикатів складе 171,6-571,6 тис. грн за 8,0-25,0 % рівня рентабельності. Найбільш економічно вигідним є виробництво частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук за обробки у 5 %-ному пектиновому розчині.

Таблиця 5.1.

Економічна ефективність виробництва заморожених фруктових напівфабрикатів з яблук, грн

Показники	Контроль (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	21445,1	22011,7	22224,8	22438	22651,1	22864,2
Собівартість реалізованої продукції, тис грн	2144,5	2201,2	2222,5	2243,8	2265,1	2286,4
Ціна реалізації 1 т продукції (без ПДВ), грн	23160,7	24653,1	25558,5	26925,6	27634,3	28580,3
Виручка від реалізації продукції, тис грн	2316,1	2465,3	2555,9	2692,6	2763,4	2858,0
Прибуток, тис грн	171,6	264,1	333,4	448,8	498,3	571,6
Рівень рентабельності, %	8	12	15	20	22	25

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Умови та безпека праці, їх стан та покращання – важливе завдання соціально-економічної політики будь-якої сучасної промислово розвинутої держави. Незадовільна статистика щодо рівня виробничого травматизму й професійної захворюваності в Україні потребує від всього суспільства належного професійного ставлення щодо забезпечення здорових і безпечних умов трудової діяльності людини [52].

Харчова промисловість об'єднує близько 40 галузей, які виробляють продукти харчування. Питома вага харчової промисловості у виробництві продукції складає 15,8 %. Усього в Україні промислове виробництво харчових продуктів на сьогодні здійснює близько 22 тисяч промислових підприємств, де зайнято майже три мільйони осіб. Асортимент продукції налічує понад 4 тисячі найменувань [53].

Наразі ситуація у сфері охорони праці в галузі залишається складною. За офіційними статистичними даними, для харчової промисловості характерні високі показники рівня травматизму.

Коефіцієнт важкості виробничих травм, який дорівнює співвідношенню загальної кількості потерпілих від нещасних випадків до кількості смертельно травмованих на виробництвах харчових продуктів відрізняється у декілька десятків разів від світового рівня, що може бути свідченням прихованого травматизму [54].

На харчових підприємствах на рівень виробничого травматизму впливає велика кількість факторів, які діють у взаємному зв'язку й обумовленості. Тому організаційна структура забезпечення охорони праці повинна бути досить оперативною та враховувати комплексну дію всіх виробничих факторів, які впливають на неї, своєчасно виявляти, робити їх облік, аналіз і оцінку та не допускати травмонебезпечних ситуацій.

Розподіл нещасних випадків за професіями потерпілих вказує на те, що найчастіше на підприємствах харчової промисловості при експлуатації обладнання травмуються водії (23,3 %), робітники, що обслуговують устаткування з виробництва харчової продукції (20,5 %), фахівці в галузі торгівлі (9,5 %), робітники з приготування харчових продуктів (9,2 %) [55].

На всіх підприємствах повинні бути розроблені та впроваджені комплексні організаційно-технічні заходи з охорони праці, спрямовані на забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці працівників у процесі трудової діяльності, профілактики травматизму, недопущення виникнення аварій і надзвичайних ситуацій [56].

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Яблука сорту Джонаголд (Вілмута) у 2024 році мали 14,6 % сухих розчинних речовин, 9,8 % цукрів, 0,5 % титрованих кислот та 17,6 мг/100 г аскорбінової кислоти, що вказує на придатність для виробництва напівфабрикатів.

2. Нанесення пектинового покриття на частинки яблук перед частковим осмотичним зневодненням та заморожуванням покращує їхню здатність до утримання вологи на 2,3- 8,0 % та сприяє зниженню втрат маси на 0,7-1,8 % залежно від концентрації розчину пектину.

3. Покриття часточок яблук перед частковою осмотичною дегідrataцією розчином пектину різної концентрації загальмувало приріст в них сухих розчинних речовин на 1,4 -2,0 %, що на 1,2-1,4 % нижче проти контролю. Впродовж заморожування та зберігання в замороженому стані наявність покриття сприяло збереженості вмісту сухих розчинних речовин в напівфабрикатах.

4. Застосування харчового покриття у вигляді пектинового розчину різної концентрації гальмує дифузію цукрового розчину в плоди та запобігає його приросту. Втрати цукрів впродовж заморожування та зберігання були ідентичними – 0,2-0,4 % за максимуму втрат у варіанті без харчового покриття.

5. Часткова осмотична дегідrataція яблук спричинила зниження вмісту титрованих кислот на 0,05-0,16 %, в ході заморожування - 0,1-0,15 %, а зберігання – на 0,14-0,2%. Мінімальні втрати титрованих кислот зафіксовані у варіанті з 5 %-ним покриттям напівфабрикатів пектиновим розчином.

6. Застосування харчового покриття для напівфабрикатів з яблук гальмує втрати аскорбінової кислоти в ході часткової осмотичної дегідrataції, заморожування та зберігання. Найнижчий рівень втрат

зафіксовано у варіанті із застосуванням покриття пектиновим розчином 5 %-ної концентрації.

7. Дегустаційна оцінка частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук мала суттєву залежність від концентрації розчину пектину для харчового покриття. Напівфабрикати з покриттям отримали на 0,4-1,3 бала оцінку вищу.

8. Прибуток від реалізації розроблених варіантів заморожених напівфабрикатів складе 171,6-571,6 тис. грн за 8,0-25,0 % рівня рентабельності. Найбільш економічно вигідним є виробництво частково осмотично дегідратованих заморожених напівфабрикатів з яблук за обробки у 5 %-ному пектиновому розчині.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Пропозиції виробництву: для впровадження у виробництво запропоновано частково осмотично дегідратований заморожений напівфабрикат з яблук за обробки у 5 %-ному пектиновому розчині.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атанасова В.В. Заморожені напівфабрикати з бобових для закладів ресторанного господарства. Холодильна техніка та технологія. 2015. (51, вип. 2). 38-41.
2. Сімахіна Г.О., Камінська С.В., Науменко Р.Ю. Оцінка безпеки швидкозаморожених плодово-ягідних напівфабрикатів на основі принципів системи НАССР. II Міжнародна науково-практична конференція «Discovery Science». 17 травня 2019 р., м. Карлові Вари, Чехія. 2019. С. 38–49.
3. Jansrimanee S., Lertworasirikul S. Effect of sodium alginate coating on osmotic dehydration of pumpkin. International Food Research Journal. 2017. 24(5). P. 1903-1909.
4. Товарознавча експертиза та митне оформлення заморожених плодовоовочів – режим доступу до журналу: <http://www.5ballov.ru/referats/preview/94035/1>.
5. Заморська І. Л. Удосконалення технології виробництва заморожених напівфабрикатів з ягід суниці: Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв: матеріали I Всеукр. наук.-практ. інтернет-конференції (Полтава, 19-20 квітня 2023 р.). С. 12-14.
6. Grujić, S., Odžaković, B., & Marković, S. (2016). Methodology for new product's quality parameters determination using descriptive and discriminatory sensory tests. In Proceedings of xi conference of chemists, technologists and environmentalists of republic of srpska, 18-19.11.2016. teslić, ba.
7. Grujić S., Grujić G. M. (2021). The strategy of increasing production competitiveness in food industry of the republic of srpska by stimulating a new product development. Acta Economica, 19(34). <https://doi.org/10.7251/ace2134067g>.

8. Ломейко О.П. Тепловологісні процеси при заморожуванні у флюїдизаційному швидкоморозильному апараті: Дис... канд. наук: 05.05.14 - 2007.
9. Zhao Y. (2007) Freezing process of berries Zhao Y Berry fruit: Value-added products for health promotion FL, USA Boca Raton, CRC Press 292
10. Поляк Е. Заморожування та охолодження харчових продуктів. Холод. 2007. №4. С. 38-40.
11. 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.
12. Nida S., Moses J.A., Anandharamakrishnan, C. (2021). Isochoric freezing and its emerging applications in food preservation. Food Engineering Reviews, 1-10.
13. Delgado A. E., Sun, D. W. (2001). Heat and mass transfer models for predicting freezing processes—a review. Journal of food engineering, 47(3), 157-174.
14. Palacz M., Piechnik E., Halski M., Stebel M., Adamczyk W., Eikevik T. M., Smolka, J. (2021). Experimental analysis of freezing process of stationary food samples inside a hydrofluidisation freezing chamber. International Journal of Refrigeration, 131, 68-77.
15. Dempsey P., Bansal P. (2012). The art of air blast freezing: Design and efficiency considerations. Applied Thermal Engineering, 41, 71-83.
16. Kobayashi R., Suzuki T. (2019). Effect of supercooling accompanying the freezing process on ice crystals and the quality of frozen strawberry tissue. International Journal of Refrigeration, 99, 94-100.
17. Ando H., Kajiwarra K., Oshita S., Suzuki T. (2012). The effect of osmotic dehydrofreezing on the role of the cell membrane in carrot texture softening after freeze-thawing. Journal of Food Engineering, 108(3), 473-479.

18. Kobayashi R., Suzuki T. (2019). Effect of supercooling accompanying the freezing process on ice crystals and the quality of frozen strawberry tissue. *International Journal of Refrigeration*, 99, 94-100.
19. Da Silva D.L., Silveira A. S., Ronzoni A.F., Hermes C.J. (2022). Effect of freezing rate on the quality of frozen strawberries (*Fragaria x ananassa*). *International Journal of Refrigeration*, 144, 46-54.
20. Yanat M., Baysal T. (2018). Effect of freezing rate and storage time on quality parameters of strawberry frozen in modified and home type freezer. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam*, 13(3-4), 154-158.
21. 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.
22. Le Dang, T., Van Muoi, N., & Truc, T. T. (2022). The evaluation of freezing temperatures and ripeness levels on the quality characteristics of frozen pineapple fruits. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*, 12(3), e5439-e5439.
23. Bonat Celli, G., Ghanem, A., Su-Ling Brooks, M. (2016). Influence of freezing process and frozen storage on the quality of fruits and fruit products. *Food Reviews International*, 32(3), 280–304.
24. Орлова Н.Я., Белінська С.О. Заморожені плодоовочеві продукти: проблеми формування асортименту та якості. К.: Київ, нац. торг.-екон. ун-т., 2005. 336 с.
25. Abd-Elhady, M. (2014). Effect of citric acid, calcium lactate and low temperature prefreezing treatment on the quality of frozen strawberry. *Annals of Agricultural Sciences*, 59(1), 69-75.
26. Yang, L., Cheng, J., Cui, K., Shen, X., Liu, J., Zhou, X., ... & Liu, B. (2024). Inhibition of enzymatic browning in freeze-thawed apricot fruit by

combined chlorogenic acid and osmotic dehydration treatments. *LWT*, 198, 116066.

27. Lovera, N. N., Ramallo, L., & Salvadori, V. O. (2018). Effects of different freezing methods on calcium enriched papaya (*Carica papaya* L.). *Journal of food science and technology*, 55, 2039-2047.

28. Орлова Н. Ефективні способи стабілізації харчової та біологічної цінності замороженої плодоовочевої продукції. *Харчова і переробна промисловість*. 2002. №3. С. 20-21.

29. Dermesonlouoglou, E., & Taoukis, P. (2006). Osmodehydrofreezing of sensitive fruit and vegetables: Effect on quality characteristics and shelf life. In *13th World Congress of Food Science & Technology 2006* (pp. 910-910).

30. Dermesonlouoglou, E. K., Boulekou, S., Giannakourou, M. C., & Taoukis, P. S. (2006, June). Osmodehydrofreezing of tomato: From production to consumption. In *X International Symposium on the Processing Tomato* 758 (pp. 159-164).

31. Olatidoye OP, S. S. Sobowale, and O. Akinlua. Effect of osmodehydrofreezing on the quality attributes of frozen tomato. (2010): 780-789.

32. Giannakourou, M. C., Dermesonlouoglou, E. K., & Taoukis, P. S. (2020). Osmodehydrofreezing: An integrated process for food preservation during frozen storage. *Foods*, 9(8), 1042.

33. Assis, F.R.; Morais, R.M.S.C.; Morais, A.M.M.B. Mathematical Modelling of Osmotic Dehydration Kinetics of Apple Cubes. *J. Food Process. Preserv.* 2017, 41, e12895.

34. Dermesonlouoglou, E.K.; Giannakourou, M.; Taoukis, P.S. Kinetic study of the effect of the osmotic dehydration pre-treatment with alternative osmotic solutes to the shelf life of frozen strawberry. *Food Bioprod. Process.* 2016, 99, 212–221.

35. Campbell, L.H.; Brockbank, K.G.M. Culturing with trehalose produces viable endothelial cells after cryopreservation. *Cryobiology* 2012, 64, 240–244.

36. Cichowska-Bogusz, J.; Figiel, A.; Stasiak-Róžańska, L.; Witrowa-Rajchert, D. Modeling of Osmotic Dehydration of Apples in Sugar Alcohols and Dihydroxyacetone (DHA) Solutions. *Foods* 2019, 8, 20.
37. Dehghani, S., Hosseini, S. V., & Regenstein, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food chemistry*, 240, 505-513.
38. Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International food research journal*, 15(3), 237-248.
39. Matak, K. E., Tahergorabi, R., & Jaczynski, J. (2015). A review: Protein isolates recovered by isoelectric solubilization/precipitation processing from muscle food by-products as a component of nutraceutical foods. *Food Research International*, 77, 697-703.
40. Kilincceker, O., Dogan, İ. S., & Kucukoner, E. (2009). Effect of edible coatings on the quality of frozen fish fillets. *LWT-Food science and Technology*, 42(4), 868-873.
41. Heising, J. K., Van Boekel, M. A. J. S., & Dekker, M. (2014). Mathematical models for the trimethylamine (TMA) formation on packed cod fish fillets at different temperatures. *Food Research International*, 56, 272-278.
42. Qiu, X., Chen, S., Liu, G., & Yang, Q. (2014). Quality enhancement in the Japanese sea bass (*Lateolabrax japonicas*) fillets stored at 4 °C by chitosan coating incorporated with citric acid or licorice extract. *Food chemistry*, 162, 156-160.
43. Rodriguez-Turienzo, L., Cobos, A., & Diaz, O. (2013). Effects of microbial transglutaminase added edible coatings based on heated or ultrasound-treated whey proteins in physical and chemical parameters of frozen Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Food Engineering*, 119(3), 433-438.
44. Liyanapathirana, A., Dassanayake, R. S., Gamage, A., Karri, R. R., Manamperi, A., Evon, P., ... & Merah, O. (2023). Recent developments in edible films and coatings for fruits and vegetables. *Coatings*, 13(7), 1177.

45. Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., & Hortyńska, P. (2021). Polysaccharides as edible films and coatings: Characteristics and influence on fruit and vegetable quality—A review. *Agronomy*, 11(5), 813.
46. Найченко В. М., Заморська І.Л. Технологія зберігання і переробки плодів та овочів: навч. посіб. Умань: Сочінський, 2010. 327 с.
47. Продукти перероблення фруктів та овочів. Рефрактометричний метод визначання вмісту розчинних сухих речовин: ДСТУ 8402:2015 Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 12 с.
48. 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.
49. 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: ДП «УкрНДНЦ», 2008. 12 с.
50. ДСТУ ISO 6557-1:2015 Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Визначення вмісту аскорбінової кислоти. Частина 1. Контрольний метод (ISO 6557-1:1986, IDT). Чинний від 2017-01-07. Київ: УкрНДНЦ, 2017. III, 12 с.
51. ДСТУ 8449:2015 Продукти харчові консервовані. Методи визначення органолептичних показників, маси нетто чи об'єму та масової частки складових частин. Чинний від 2017-07-01. Київ: УкрНДНЦ, 2017. III, 10 с.
52. Лисюк В.М., Фесенко О.О. Основи охорони праці: навчальний посібник. Одеська національна академія харчових технологій, 2017. 153 с.
53. Драган, О. І. (2012). Міжнародні соціальні стандарти на підприємствах харчової промисловості.
54. Романенко, Н. В. (2019). Оцінка виробничих небезпек при експлуатації обладнання харчової промисловості. Проблеми охорони праці в Україні, 35(1), 25-30.

55. Здановський В. Г., Євтушенко О. В. Застосування ризикорієнтованого підходу для підвищення рівня безпеки праці (на прикладі харчової галузі). Проблеми охорони праці в Україні. 2016. Вип. 32. С. 24–36.

56. Сірик, А. О., Породько, П. В., & Ковбич, В. О. (2017). дослідження виробничого травматизму на підприємствах харчової промисловості при виробництві напоїв. Київ НУХТ 2017, 164.