МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

Тарасенко Віра Григорівна

УДК 631.56:635.62

ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТИВНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІДМОРОЖУВАННЯ КАБАЧКІВ І ГАРБУЗІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ДО ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

05.18.12 – процеси та обладнання харчових, мікробіологічних та фармацевтичних виробництв

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник:
кандидат технічних наук, доцент
Кюрчев Сергій Володимирович

Мелітополь – 2015

ЗМІСТ

стор

ВСТУП.....……..... 5

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ ТА ЙОГО КОНСТРУКТИВНА РЕАЛІЗАЦІЯ
……. 11

1.1 Аналіз закономірностей процесу заморожування……..... 13

1.2 Дослідження сортових відмінностей дослідної сировини..... 18
1.3 Огляд технологічного оснащення для реалізації процесу заморожування..... 22
1.4 Обгрунтування технології та конструктивної схеми обладнання для процесу підморожування..... 31
Висновки за розділом 38
РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ КАБАЧКІВ І ГАРБУЗІВ..... 39
2.1 Умови проведення досліджень……..... 39
2.2 Вибір методики досліджень..... 40
2.2.1 Методика проведення досліджень показників якості…..…... 40
2.2.2 Методика заморожування і дефростації……..... 41
2.2.3 Методика визначення кількості вимороженої води…..…..... 42
2.2.4 Методика визначення фізико-механічних властивостей кабачків і гарбузів при тривалому зберігання у замороженому стані..... 44
2.2.5 Методика визначення адгезійних характеристик дослідної сировини..... 45
2.2.6 Методика визначення впливу часу зберігання сировини у замороженому стані..... 48
2.3 Методика планування повнофакторного експерименту 49
РОЗДІЛ 3 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ КАБАЧКІВ І ГАРБУЗІВ ДО ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ ……..... 52
3.1 Обгрунтування основних технологічних параметрів підготовки кабачків і гарбузів до тривалого зберігання у замороженому вигляді..... 52
3.1.1 Обгрунтування розмірів фрагментів кабачків і гарбузів...…..... 52
3.1.2 Визначення кількості теплоти……..... 60
3.1.3 Обгрунтування товщини підмороженого шару фрагментів кабачків і гарбузів…….. 65
3.1.4 Вибір температури заморожування кабачків і гарбузів по вимороженій воді……..... 71
3.2 Математичне моделювання процесу заморожування гарбузових овочів..... 77
Висновки за розділом……. 85
РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖУВАНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ 87

4.1 Обгрунтування вихідних параметрів обробки сировини..... 87
4.1.1 Обгрунтування температури підморожування кабачків і гарбузів на основі адгезійних властивостей…… 87
4.1.2 Обгрунтування фізико-механічних властивостей кабачків і гарбузів у процесі заморожування і зберігання 90
4.1.3 Обгрунтування теплофізичних властивостей кабачків і гарбузів ……... 97
4.2 Оптимізація параметрів процесу підморожування фрагментів кабачків і гарбузів 100
4.3 Біохімічний та мікробіологічний аналіз кабачків і гарбузів при заморожуванні і низькотемпературному зберіганні..... 106
Висновки за розділом……. 111
РАЗДЕЛ 5 ПЕРСПЕКТИВИ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ..... 112
5.1 Оптимізація перевезень сільськогосподарської продукції. 112
5.2 Техніко-економічний аналіз економічної ефективності розробленої технології і оснащення процесу заморожування…..… 117
Висновки за розділом..... 128
ВИСНОВКИ……..... 129
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……..... 131
ДОДАТКИ……..... 156

ВСТУП

Відповідно до сучасної концепції харчування первинного значення набуває проблема пошуку джерел поживних речовин, розширення асортименту і підвищення якості готової продукції за рахунок використання місцевої рослинної сировини.

Гарбузові овочі являються цінним харчовим продуктом. Завдяки речовинам, що містяться в них, мають унікальні дієтичні і цілющі властивості. Кабачки відносяться до дієтичних продуктів харчування, але вони дуже значущі по харчовій цінності. Проте кабачки відрізняються високим вмістом води, що робить їх непридатними до тривалого зберігання у свіжому вигляді. Незаслужено мало використовується в харчуванні гарбуз, який відрізняється великим вмістом поживних речовин, цінною властивістю гарбуза є збереження ніжності його рослинної клітковини незалежно від зрілості.

Дослідженням процесу заморожування і розробкою технології і апаратурного забезпечення зберігання у замороженому стані присвячені праці таких вчених, як В.Я Айзенберг, І.Г. Чумак, В.П. Оніщенко, В.Й. Іванченко, В.О. Потапов, В.Ф.Ялпачик.

В сучасних умовах збереженість кабачків і гарбузів для забезпечення раціонального харчування є актуальною, як і зростання об’ємів їх виробництва. Ці овочі – сезонна продукція, тому виникає необхідність їх тривалого зберігання. Традиційні технології малоефективні, оскільки високі втрати продукції призводять до значного її здороження при реалізації. Проблема подовження періоду споживання кабачків і гарбузів набуває пріоритетного значення. Єдиний шлях поліпшити структуру харчування за рахунок кабачків і гарбузів - це застосування сучасних і традиційних методів зберігання.

Актуальність роботи. Відомо, що плодоовочева продукція приблизно на 80% задовольняє потреби організму людини у вітамінах і на 60% у калоріях. Саме тому її виробництво можна з повним правом віднести до розряду важливих завдань в забезпеченні продовольчої безпеки країни.

Між тим, вже через дві години після зняття урожаю овочі і плоди починають втрачати корисні властивості. Крім того, їх зберігання в природному виді призводить до значних прямих втрат, які іноді складають до половини зібраного урожаю. Звідси витікають два актуальні завдання: по-перше, важливо зберегти властивості вітамінної продукції, а, по-друге, зберегти саму продукцію. Традиційно це двоєдине завдання вирішувалося шляхом консервування. А воно зв'язане з істотною втратою споживчих властивостей плодів і овочів. Наприклад, втрачається до половини вітаміну С при термічній обробці. Причому, консерванти, як відомо, не чинять сприятливого впливу на здоров'я людини. До того ж консервне виробництво

потребує великих витрат скла, металу, пластика, що робить його ресурсоємним і екологічно небездоганним. Зберігання продукції в такій упаковці вимагає величезних складських приміщень, а її транспортування пов'язане з чималими труднощами.

Ефективніший інший спосіб збереження споживчих властивостей плодоовочевої продукції - технологія швидкого заморожування, при якому втрачається не більше 20% вітаміну С. Швидкозаморожена плодоовочева продукція відрізняється бактерійною чистотою, особливою харчовою цінністю, незначними біохімічними змінами впродовж усього терміну зберігання. Взимку заморожені овочі і фрукти є навіть багатішим джерелом вітамінів і мінеральних речовин, чим доступні в цей час свіжі продукти. Весною заморожені овочі набагато корисніше і безпечніше, ніж ранні овочі і фрукти, що містять чималу кількість шкідливих речовин.

Окрім відмінних поживних і дієтичних якостей заморожених продуктів , можна відмітити ще зручність і швидкість їх приготування. В упаковці з такими овочами немає неїстівних частин, тоді як у свіжих їх досить багато. Швидкозаморожена продукція дозволяє забезпечити відносно рівномірну присутність овочів і фруктів в споживчому кошику впродовж усього календарного року і практично на усій території країни, оскільки вона дуже компактна і зручна для транспортування. Ці переваги говорять про те, що її виробництво - надзвичайно важливе завдання.

Зв'язок дисертації з науковими програмами і темами. Робота містить результати досліджень, виконаних автором у рамках науково-дослідної роботи кафедри обладнання переробних і харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету відповідно до програми №1 науково-дослідних робіт "Розробка наукових основ систем технологій і технічних засобів для забезпечення продовольчої безпеки Південного регіону України" (підпрограма 1.6 "Розробка наукових систем технологій і технічних засобів для переробки сільськогосподарської продукції" державний реєстраційний номер 0102U000680).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є збільшення терміну зберігання продукції при поліпшенні харчової цінності і поживних властивостей гарбузових овочів шляхом оптимізації режимів механічної та термічної обробки та розробки необхідного конструктивного оснащення.

Відповідно до поставленої мети були поставлені наступні завдання дослідження:

- провести аналіз досліджень процесу і закономірностей процесу заморожування;
- обґрунтувати розміри фрагментів кабачків і гарбузів;
- розробити математичну модель процесу заморожування;
- дослідити вплив низьких температур на теплофізичні, фізико-механічні, біохімічні на мікробіологічні показники сировини;
- розробити і обґрунтувати режимні параметри процесу заморожування на основі дослідження впливу попереднього підморожування на адгезійні характеристики кабачків і гарбуза;

- розробити нормативно-технічну документацію, провести виробничі випробування і дати рекомендації виробництву.

Об'єкт дослідження: процес підготовки до тривалого зберігання у замороженому стані кабачків і гарбуза.

Предмет дослідження: технологічні, конструктивні параметри обладнання для заморожування та закономірності зміни біохімічних, теплофізичних і фізико-механічних параметрів кабачків і гарбуза за час зберігання.

Методи дослідження: фізико-математичне моделювання теплофізичних властивостей овочевої сировини; експериментальні методи аналізу фізико-механічних, біохімічних та мікробіологічних змін в овочевій сировині; методи статистичного та регресійного аналізу експериментальних даних; методи обчислювальної математики, методи техніко-економічного аналізу ефективності промислових технологій. Для аналітичного дослідження використовувались програми: Excel, MathCad, Statistika.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі проведених теоретичних та експериментальних досліджень процесу заморожування кабачків і гарбузів вперше було:

- розроблено математичну модель процесу заморожування кабачків і гарбузів;
- проведено оптимізацію геометричних параметрів розмірів фрагментів кабачків і гарбузів виходячи з умов досягнення швидкого заморожування для зберігання високої якості продуктів у замороженому вигляді;
- доведено доцільність попереднього підморожування фрагментів кабачків і гарбуза на основі дослідження адгезійних властивостей;
- отримані залежності, що відображають адгезійні властивості досліджуваної рослинної продукції при її попередньому підморожуванні;
- набуло подальшого розвитку визначення закономірностей змін гістологічних, теплофізичних, біохімічних, фізико-механічних і мікробіологічних показників якості кабачків і гарбузів при заморожуванні та тривалому зберіганні у замороженому вигляді.

Новизна одержаних результатів підтверджена патентами на корисну модель: № 26205 (2007 р.) «Спосіб підготовки кабачків до зберігання»; №27716 (2007 р.) «Спосіб виготовлення консервованої овочевої ікри»; №44109 (2009) «Спосіб консервування кабачків».

Практичне значення одержаних результатів.

- обґрунтовані оптимальні режими заморожування і зберігання плодів кабачків і гарбузів;
- розроблені технологія та конструктивне оснащення процесу підморожування, що знайшли впровадження у ТОВ ВКФ „Мелітопольська черешня" та у ПАТ „Рефма";
- на основі експериментальних результатів дослідження розроблена та затверджена технологічна інструкція на виробництво заморожених кабачків і гарбузів;

- результати наукових досліджень і розроблену методику визначення адгезії харчових продуктів впроваджені у навчальний процес Таврійського державного агротехнологічного університету (м. Мелітополь) при вивченні дисципліни «Процеси і апарати харчових виробництв».

Особистий внесок дисертанта полягає у вивченні і аналізі теоретичного матеріалу, виконанні патентного пошуку, розробці методики і проведенні експериментальної частини роботи, отриманні і узагальненні результатів досліджень, підготовленні публікацій до друку, складанні заявок на корисну модель і обробці технічної документації. У наукових роботах, виконаних у співавторстві, дисертанту належить планування і підготовка дослідної роботи, участь у експериментальних дослідженнях, аналіз і обробка результатів. Основні положення дисертації і висновки сформульовані дисертантом особисто.

Апробація результатів дисертації. Основні положення і результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу (м. Мелітополь, ТДАТУ, 2006-2014 р.р.), на таких вітчизняних і міжнародних конференціях: на III Всеукраїнській науково-практичній Інтернет-конференції „Соціум. Наука. Культура" (Київ, 29-31 січня 2008), на міжнародній науково-технічній конференції „Актуальні проблеми і новітні технології харчової та переробної галузі" (Луганськ, 23-24 квітня 2008), на VIII Міжнародній науково-практичній конференції „Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв" (Харків, 30-31 жовтня 2008), на V міжнародному форумі молоді „Молодь і сільськогосподарська техніка в XXI столітті" (Харків, 2-3 квітня 2009), на Всеукраїнській науково-практичній конференції „Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг" (Харків, 20 травня 2009), на V Міжнародній науково-практичній конференції „Харчові технології-2009" (Одеса, 8-9 жовтня 2009), на VII Міжнародній науково-практичній конференції „Проблеми харчових технологій і харчування. Сучасні виклики і перспективи розвитку" (Святогірськ, 7-9 вересня 2011), на 7-ій міжнародній науково-технічній конференції „Сучасні проблеми холодильної техніки і технології" (Одеса, 14-16 вересня 2011), на Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів „Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді" (Харків, 26 березня 2014).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 24 наукових праці, у тому числі 16 статей у наукових фахових виданнях, що затверджені ДАК України, 1 стаття у міжнародному виданні, 3 деклараційних патенти України на корисну модель і 4 тези доповідей на наукових конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 5-х розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 220 найменувань, у тому числі 10 латиницею та 7 додатків. Робота викладена на 155

сторінках машинописного тексту, містить 27 таблиць, 54 рисунки.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ ТА ЙОГО КОНСТРУКТИВНА РЕАЛІЗАЦІЯ

В умовах зниження збереженості свіжих плодів і овочів, обумовленого зміною умов вирощування, механізацією процесів збирання і товарної обробки, одним з напрямів боротьби з втратами врожаю плодоовочевої продукції, які складають майже 40% у збиральний період, є зберігання в замороженому вигляді.

Заморожування вважається перспективним і ефективним способом тривалого зберігання багатьох овочів і плодів, оскільки, таким чином, зберігається їх смак, колір, текстура, поживна цінність [5, 28, 45, 73, 81, 106, 121, 135].

Завдяки технічному прогресу виробництво заморожених продуктів у світі стрімко зростає. Впровадження низькотемпературних транспортних засобів і торгового холодильного устаткування надало можливість доставляти заморожені продукти в будь населені пункти. Зростанню споживання таких продуктів сприяло і постачання на ринок домашніх морозильників, в яких підтримується режим мінус 18 °С і нижче, що дозволяє зберігати запас заморожених продуктів. Їх споживання у високорозвинених країнах становить від 40 до 100 кг на рік. Щорічно виробництво збільшується на 5-7 % [9, 15, 140].

Обсяг світового виробництва швидкозаморожених продуктів сягає близько 30 мільйонів тонн (без урахування морозива – 10 млн. тонн.). Проте в Україні виробництво такої продукції не перевищує десятих часток відсотка від світового [207].

Серед переваг заморожування варто відзначити високий рівень збереження вихідних властивостей сировини; більш низький рівень витрат енергії на виробництво (порівняно з тепловою стерилізацією); зниження втрат при тривалому зберіганні [5, 45].

При низькотемпературному заморожуванні блокуються окислювально-відновні процеси, мікробіологічна активність, а збереження біологічно активних речовин гарантується на рівні 75-80% [142, 159], тоді як при загальноприйнятій стерилізації та пастеризації - лише 15-20%.

Овочі являються найважливішими джерелами біологічно активних речовин: вітамінів, мінеральних елементів, і харчових волокон. Вони використовуються в якості біологічно активних добавок для дієтичного та лікувально-профілактичного харчування [3, 11, 16, 17, 155], тому важливим представляється збереження нативних властивостей плодів і овочів при переробці та зберіганні.

Вода є основним по масі компонентом овочів (70-95 %) [160, 161], визначає високу активність ферментів та інтенсивність біохімічних і фізико-хімічних процесів. Кількість сухих речовин у плодоовочевій продукції

залежить не тільки від культури, а й від сорту. Причому сортові відмінності дуже великі, їх ми розглянемо далі.

В овочах виявлені майже всі відомі в даний час вітаміни, які біологічно активні і необхідні для нормальної життєдіяльності організму як обов'язкові учасники обміну речовин. Величезною є роль вітамінів у підвищенні опірності інфекційним захворюванням і загальної стійкості організму. В овочах найбільш поширені такі вітаміни, як аскорбінова кислота (вітамін С), каротин, вітамін Р [16, 137, 158].

Проте в даний час спостерігається гострий дефіцит плодоовочевої продукції, особливо в зимово-весняний період. У зв'язку з цим пріоритетного значення набуває проблема збереження швидкопсувної сировини. Актуальним напрямком дослідження для вирішення проблеми дефіциту представляється заморожування неліжкоздатної продукції, в тому числі кабачків і гарбузів, які є цінним джерелом біологічно активних речовин (вітамінів С, РР, В1, В2, В3, В6), мікроелементів (калій, кальцій, фосфор, магній, натрій, залізо, мідь), органічних кислот, пектину, клітковини і м'яких харчових волокон.

1.1. Аналіз закономірностей процесу заморожування

Дія низьких температур не завжди приводить до бажаного результату. Після розморожування нерідко погіршується зовнішній вигляд і смак овочів, приводячи до зниження харчової цінності.

З основних причин незворотних змін рослинних продуктів при заморожуванні є порушення первісної структури тканин, що відбувається внаслідок зниження температури і фазового перетворення води [94, 211, 215].

При заморожуванні в рослинних клітинах і міжклітинних капілярах замерзає лише частина води, що міститься, з утворенням кристалів льоду. Оскільки при перетворенні води в тверду фазу об'єм дещо збільшується, оболонки деяких клітин можуть пошкоджуватися. Це небажане явище можна зменшити або ліквідувати, якщо прискорити процес заморожування, застосовуючи нижчі температури, тому що при цьому утворюються більш дрібні кристали льоду, що зменшує механічне пошкодження клітинної оболонки.

Як при заморожуванні, так і при зберіганні, особливо при тривалому, відбувається втрата маси продукту в результаті сублімації вологи. За 9-10 місяців зберігання вона досягає 8-10%. Сублімація вологи в ряді випадків відбувається нерівномірно з поверхні плодів. Замість легкої зморщеності, що спостерігається при зберіганні в свіжому вигляді, при зберіганні в замороженому вигляді окремі плоди покриваються ямками, як би віспинки, набуваючи непривабливий зовнішній вигляд. Тому заморожені плоди та овочі не слід зберігати навалом або у відкритих ящиках. Кращою упаковкою для заморожених плодів при їх тривалому зберіганні є мішки місткістю 10-15 кг з поліетиленової плівки товщиною 120-150 мкм, герметизовані термозварюванням або зав'язані [27].

Численними дослідженнями встановлена небезпека повільного заморожування, обумовлена, як правило, утворенням великих кристалів льоду в міжклітинному просторі з повним руйнуванням протоплазми [83, 101], що в кінцевому підсумку викликає численні реакції, в першу чергу окислювальні, що призводять до псування продукту, як тільки температура виявляється недостатньо низькою. Також змінюється показник водоутримувальної здібності. На практиці це проявляється витіканням з тканин клітинної вологи.

Вплив низьких температур на хімічний склад плодів і ягід ґрунтовно вивчено вченими Ф.В. Церевітіним, Н.А. Максимовим тощо [70].

При температурах нижче 0 ºС в плодах і овочах відбувається переохолодження вологи, яка знаходиться у зв'язаному стані (у вигляді розчинів різних мінеральних і органічних речовин) [2]. Потім починається процес замерзання - перетворення води, що міститься в клітинах, у лід.

При цьому температура плодів підвищується в результаті виділення прихованої теплоти замерзання. Температура підвищується до певної точки, деякий час залишається незмінною і потім знову знижується. Ця точка підвищення температури плодів при заморожуванні і є температурою їх замерзання .

Утворення льоду в плодах і овочах знаходиться в прямій залежності від концентрації, властивостей розчинених речовин і від характеру розподілу розчинів в клітинах.

При замерзанні плодів і овочів лід утворюється не в самих клітинах, а в міжклітинних просторах. У початковій стадії замерзання плодів цей процес відбувається швидше, ніж у подальшому. Але навіть при температурі мінус 15 ºС в плодах процес утворення льоду не закінчується. При температурі мінус 8 ºС в лід переходить близько 72,5 %, а при мінус 15 ºС - приблизно 79 % води, яка міститься в рослинній сировині.

По мірі замерзання з розчинів спочатку виділяється чистий водний лід, в результаті чого концентрація розчинів збільшується і знижується температура його замерзання. Повне замерзання розчину в продукті відбувається при евтектичній температурі (близько мінус 60 ºС). У процесі заморожування теплоємність продуктів знижується, а теплопровідність і температуропровідність збільшується.

Температура початку замерзання (кріоскопічна температура), також, як і питома теплота плодів і овочів, залежить головним чином від їх хімічного складу. Ці величини необхідні при розрахунках тривалості процесів охолодження, заморожування і розморожування.

Температура замерзання залежить від швидкості охолодження і швидкості проходження води крізь стінки клітини в міжклітинних просторах. З плодів і ягід найбільш висока температура замерзання в суниці (мінус 0,83 - мінус 0,95 ºС), а найнижча у винограду (сорт Німранг мінус 3,47 - мінус 4, 19 ºС) і вишні (Володимирська - мінус 3,51 ºС) [101].

Плоди (яблука, груші), заморожені до температури мінус 5 - мінус 6 ºС, при повільному розморожуванні залишаються непошкодженими, а при

швидкому - змінюються їхні натуральні властивості, консистенція, з них витікає сік і вони стають непридатними для зберігання у свіжому вигляді. Це пояснюється тим, що вода, швидко утворюється з кристалів льоду, не встигає всмоктуватися в клітини, в результаті порушуються осмотичні властивості клітин. При повільному розморожуванні плодів вода встигає переходити в протоплазму клітин, і клітини не руйнуються [30].

Церевітін Ф.В. встановив, що при заморожуванні плодів відбуваються наступні зміни їх хімічного складу: інвертується сахароза; в деяких випадках збільшується кислотність, в інших зменшується; кількість дубильних речовин різко зменшується [68, 101].

Плоди з великим вмістом дубильних речовин (горобина, терен, кизил) після заморожування і розморожування стають більш солодкими і менш терпкими. Це пояснюється тим, що кількість дубильних речовин у цих плодах зменшується в результаті окислення їх киснем повітря, а глюкоза частково переходить у фруктозу, яка більш солодка. Таким чином, в деяких випадках при заморожуванні смак плодів поліпшується. Через те, що в заморожених плодах процес дихання припиняється, в них зберігаються всі поживні речовини.

Консервуюча дія заморожування заснована на тому, що при температурі нижче мінус 10 °С мікроорганізми не можуть більше розвиватися [97, 111, 115, 116, 125, 139]. Навіть психрофільні мікроби, які ще ростуть при температурі близько мінус 5 °С, не можуть при більш низьких температурах розмножуватися, а їх обмін речовин практично переривається. При зберіганні свіжих плодів у холодильниках (зазвичай при 2-5 °С) ще доводиться рахуватися з втратами, які заподіюють мікроорганізмами. Мікробне псування, при дотриманні умов зберігання, для заморожених фруктів повністю виключене. Широко поширена помилкова думка, що при заморожуванні харчових продуктів всі мікроорганізми, що містяться в них, гинуть. На жаль, при заморожуванні фруктів лише частина мікроорганізмів, які містяться на свіжих плодах гине, а стійкі форми зберігаються. Після відтавання вони можуть розмножуватися [125, 139, 219].

Число мікроорганізмів, що містяться в більшій чи меншій мірі на свіжих плодах, зменшується в процесі виробництва насамперед завдяки миттю, бланшуванню і заморожування. Ретельне миття скорочує число наявних організмів на 50-95 %. Бланшування, що застосовується лише для деяких видів плодів, веде до загибелі всіх чутливих до високої температури мікроорганізмів. Однак стійкі до неї спори можуть зберігатися. Загалом вони становлять менше 1 % вихідної кількості мікробів. З іншого боку, бланшування створює відому небезпеку того, що при охолодженні доведеться проходити температурну область, яка вельми сприятлива для розмноження мікроорганізмів. Виходить, що при попередньому кип'ятінні природні захисні системи рослинних продуктів сильно руйнуються і мікроби отримують сприятливі можливості для впливу на ці продукти. Тому бланшовані плоди потрібно в найкоротший термін заморожувати, а в крайньому випадку обов'язково охолодити нижче 5 °С. Швидкість

заморожування повинна складати мінімум 1 см на годину. На загибель мікроорганізмів при заморожуванні вирішальним чином впливає як температура, так і час заморожування. Найбільш чутливими є дріжджі та гриби, що знаходяться на плодових продуктах, тоді як грунтові бактерії виявляють більш високу стійкість. Повільне заморожування веде до більш високого відсотку загибелі мікробів, ніж швидке. Очевидно при цьому, що поряд з іншими ефектами повільне заморожування дає більш великі кристали льоду, сильніше руйнують протоплазму клітини, тоді як при швидкому заморожуванні виникають дрібні кристали. Отже, при повільному заморожуванні рослинні тканини пошкоджуються більшою мірою і готові продукти відрізняються зниженою якістю. З практичної точки зору неможливо виробництво заморожених фруктів з малим вмістом мікроорганізмів методом повільного заморожування. Заморожування окремими ступенями веде до сильного зменшення кількості мікробів. Однак і в цьому випадку практичне застосування з вищеназваних причин пов'язано з відомими труднощами. Аналіз досліджень показує, що при температурах близько -4 ° С мікроорганізми гинуть в більшій мірі, ніж при -15 ° С і при -24 ° С [119, 125]. Для більшості видів мікроорганізмів при температурах нижче -10 °С характерне зниження ефекту їх загибелі при подальшому падінні температури. Зберігання заморожених продуктів при відносно високих температурах, наприклад при - 10 °С, забезпечує збереження кількості мікроорганізмів на низькому рівні. На жаль, ця обставина для практичних цілей не використовується, бо при температурах зберігання вище -18 ° С можливі ферментативні і інші реакції, що знижують якість продуктів. Так, пероксидази і оксидази, що призводять до потемніння і погіршення смаку, не руйнуються, хоча клітина мікроорганізму при цій температурі могла й загинути [14, 95, 150]. Вони і після заморожування активні, однак швидкість ферментативних перетворень при температурі -20 °С становить лише 1 % швидкості при +20 ° С. На практиці з міркувань якості та економії зазвичай застосовують короткий час заморожування при відносно низьких температурах, хоча в мікробіологічному сенсі це не оптимально. Зберігання готових продуктів здійснюється при температурі мінімум -18 °С.

1.2. Дослідження сортових відмінностей дослідної сировини

Кабачки належать до виду твердокорого гарбуза (*Cucurbita pepo L.*), будучи її різновидом - *var. Giromontia Duch*. Батьківщиною кабачків є Центральна і Південна Америка. Імовірно завезені на територію України на початку XVI століття з Туреччини та Греції [18, 48, 49]. В даний час кабачки вирощують у відкритому і закритому ґрунті практично в усіх грунтово - кліматичних зонах, крім Крайньої Півночі. Продуктивність кабачків вище, ніж у огірків. Урожайність їх у відкритому ґрунті доходить до 70 кг/10 м^2, а із застосуванням плівкових укриттів - 90 кг/10 м^2. З однієї рослини отримують від 3 до 5 кг (6-8 плодів). Середня врожайність плодів 20-30 кг/10 м^2. Можна сказати, плоди кабачка суттєво поповнюють недолік в овочах,

коли томати, баклажани, перець та інші овочі не надходять з відкритого ґрунту [18].

За своєю характеристикою кабачки являють собою дрібноплідну і скоростиглу форму гарбуза подовжено-овальної, видовженої циліндричної або подовжено-конічної форми з гладкою поверхнею і світло-зеленого або кремового забарвлення. Це скоростигла культура, найменш вимоглива до кліматичних умов, тому вона вирощується в більш північних районах, ніж гарбуз. Агротехнічна цінність кабачків вище, ніж у гарбуза через те, що вони мають форму з короткими пагонами або взагалі без них [75, 80].

Однією з характерних рис кабачків являється те, що вони є харчовим продуктом мінімальної енергетичної 113 кДж/100 г (27 ккал), але максимальної біологічної цінності. Завдяки речовинам, що в них містяться, мають унікальні дієтичні і цілющі властивості. У їжу використовують нерозвинені плоди технічної стиглості (недозрілі, поки не огрубнула їх шкірка і насіннєва камера невелика) довжиною 10-30 см, товщиною 8-10 см, масою 130-400 г. Зрілі кабачки жорсткі і несмачні. Зеленці кабачка мають дієтичні достоїнства завдяки вдалому співвідношенню мінеральних солей (калію - 170-238 мг/100г і натрію 2-14 мг/100 г), будучи цінним джерелом інших солей кальцію 15-40 мг, фосфору - 12-25 мг, заліза – 0,4-0,8 мг, міді, кобальту, магнію. Калій сприяє поліпшенню сольового обміну і виведенню з організму зайвої води і шлаків. Важливим фактором є високий вміст води (92 -96 %) і порівняно невелика кількість грубих харчових волокон (0,3 %) [48, 80].

Суттєвими факторами харчової цінності кабачків є те, що вони багаті вуглеводами, жирами, білками, містять в середньому близько 5-9% сухої речовини, 2,2-5,7% цукрів, 0,55-0,80% азотистих речовин, 0,1 % вільних органічних кислот, 0,13 % жиру, 0,03 мг вітаміну В1, 0,04 мг вітаміну В2, 0, 25-0,60 мг вітаміну РР і 0,5 - 0,8 мг/100 г провітаміну А, пектинових речовин 1,7. Також багаті кабачки вітаміном С (5-21% в 100 г). Завдяки ранньому дозріванню і харчовій цінності за хімічним складом плоди кабачків знаходять широке застосування в кулінарії - в дитячому та дієтичному харчуванні, а також у переробці та консервуванні [19, 20]. Кабачки незамінні в дієтичному і лікувальному харчуванні - при захворюваннях серцево-судинної системи, органів травлення, анемії та хворобах нирок [48, 156, 158, 163].

Але досить невеликий термін споживання кабачків у свіжому вигляді (до 14 днів за умов холодильного зберігання [60] призводить до пошуків способу їх зберігання із збереженням харчової і біологічної цінності.

Гарбуз звичайний (*Cucurbita maxima Duch*) належить до сімейства гарбузових. М'якуш гарбуза і сік включені в лікувальну дієтотерапію при хворобах нирок, печінки, набряках сердечного походження, водянці, гіпертонії, порушеннях обміну речовин. При споживанні гарбуз покращує функцію кишковика, посилює діурез, викликає інтенсивне виділення хлористих солей нирками. Свіжим м'якушем обкладають запалені ділянки шкіри, опіки і екзему.

Деякі автори стверджують, що плоди гарбуза - найцінніший продукт харчування. Вони містять калій, кальцій, натрій, магній, залізо, фосфор, сірку . Гарбуз також містить вітамін С, каротин, тіамін, рибофлавін [34, 48].

Гарбуз містить багато пектину, а жовті та оранжеві форми містять багато каротину. З мінеральних елементів гарбуз найбільше накопичує калій, залізо, кальцій, фосфор. Гарбуз містить 7,2-19,9 % сухих речовин, 4,1-8,1 % цукрів, 7-30,3 мг аскорбінової кислоти на 100 г сирої речовини, 0,5 % жирів и 0,6 % золи [11, 19].

Важливим є те, що за змістом цілющих речовин гарбуз перевершує багато інших овочів. У ньому є цукри, каротин, вітаміни С, В1, В2, В5, В6, Е, РР і такий рідкісний вітамін Т, сприяючий прискоренню обмінних процесів в організмі, вітамін К, необхідний для згортання крові, жири, білки, вуглеводи, целюлоза, пектинові речовини, мінерали, у тому числі калій, кальцій, залізо. Як відомо, каротину в гарбузі в п'ять разів більше, ніж у моркві і в три рази більше, ніж в яловичій печінці [16]. З цієї причини офтальмологи рекомендують людям з порушеннями зору вживати гарбуз і гарбузовий сік. За вмістом заліза помаранчевий гарбуз заслуговує на звання чемпіона серед всіх існуючих овочів, з цієї причини його добре вживати тим, хто страждає на анемію. Пектинові речовини, виявлені в гарбузі у великій кількості, сприяють виведенню з організму токсичних речовин і холестерину [18].

Таким чином, гарбуз являється цінним продуктом для харчування. Термін його зберігання у свіжому вигляді до 1 місяця [61], тому його доцільно зберігати за допомогою низькотемпературного заморожування.

Об’єктами досліджень були сорти кабачків і гарбузів раннього терміну дозрівання, які відрізнялися за біологічними особливостями: забарвленням, формою і довжиною плодів. Для заморожування використовували плоди кабачків і гарбузів районованих сортів для Півдня України, вирощені у сільськогосподарських підприємствах на території Запорізької області та внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [51].

Для дослідів були обрані наступні сорти кабачків:

Сорт Грибовський - виведено у ВНДІ селекції та насінництва овоче-баштанних культур [75]. Сорт скоростиглий, урожайний, середньоранній - від сходів до технічної стиглості проходить 46-56 днів, період плодоношення 35-40 днів, вегетаційний період 100-110 днів. Рослина кущова, дуже гілляста. Плід короткоциліндричний, гладкий, зі слабкою ребристістю до плодоніжки, світло-зелений, зрілий - молочно-білий, діаметром 6-70 см, масою 0,7-1,3 кг. М'якоть біла із зеленуватим відтінком, середньої щільності. Збір зеленців триває до 40 днів. Переважно столового призначення, в їжу вживаються 8 - 12-денні зав'язі. Використовують для консервування та кулінарії. У консервному виробництві цінується за високий вміст сухих речовин (до 8 %). Рекомендується для вирощування у відкритому грунті і під тимчасовими плівковими укриттями. Оптимальна температура для вирощування +25-35 °С . Посів у відкритий грунт або висадка 25 - 30 - денної розсади, коли мине загроза заморозків. Розміщують на родючих, середньосуглинистих грунтах.

Сорт Скворушка - скоростиглий (46 днів) сорт кабачка цукіні селекції ТСГА і Донецькій ОБДС для відкритого і захищеного грунту. Плід сіро-блакитний. Урожай до 5-10 кг/м^2. Для відкритого та захищеного грунту. Терміни дозрівання: ранній, від сходів до технічної стиглості проходить 45-56 днів Плоди сіро-блакитні, циліндричні, масою 0,5-1,2 кг. М'якоть біла. Плоди придатні для тривалого зберігання [48]

Сорт Золотінка - виведено на Кубанській дослідній станції ВНДІР. Ранньостиглий сорт кабачка типу цукіні з жовтими плодами. Період від повних сходів до технічної стиглості плодів 43-62 дня. Рослина кущова, плоди масою 0,7-1,8 кг. М'якоть кремового і світло-жовтого кольору. Смакові якості добрі. Сорт високоврожайний, для відкритого грунту. Поверхня кабачка гладка або слабкоребрувата, форма циліндрична з звуженням до квітконіжці. Плоди відрізняються підвищеним вмістом каротину, тому особливо гарні для приготування дитячого і дієтичного харчування. Цінність сорту - висока продуктивність, пластичність, хороші смакові якості, тривале збереження товарних якостей. Оригінального жовтого кольору плоди добре поєднуються з зеленими і білими кабачками.

Для дослідів був обраний наступний сорт гарбуза:

Мускатний. Великоплідний гарбуз, серед великоплідних гарбузів мускатний містить більше цукрів і вітамінів [48]. Плоди короткоовальні, кулясті або слабкосплюснуті, сегментовані, масою 5-7 кг. Кора з малюнком у вигляді сітки і коротких смуг помаранчевого або яскраво-кремового кольору. М’якуш темно-помаранчевий, солодкий, соковитий, середньої щільності, товщиною 6-8 см [20].

1.3. Огляд технологічного оснащення для реалізації процесу заморожування

У промисловості для заморожування харчових продуктів використовують декілька видів обладнання:

- повітряні морозильні апарати, до яких відносяться конвеєрні, гравітаційні та флюідизаційні апарати;
- апарати безконтактного заморожування: плиткові апарати та апарати для заморожування продуктів рідкими холодоносіями;
- апарати контактного заморожування, до яких відносяться кріогенні апарати, вуглекислотні апарати, фреонові апарати та апарати для заморожування продуктів холодоносіями.

Розглянемо найбільш характерні конструкції вище зазначених груп обладнання для заморожування харчових продуктів.

Апарат з сітчастим конвеєром і поперечним рухом повітря (рис. 1.1, а) складається з конвеєра, двосекційного повітроохолоджувача, вентиляторної установки, яка скомпонована на базі відцентрових вентиляторів, приводів конвеєра і вентиляторів. Конструкція апарата проста. В апараті механізовані і автоматизовані технологічні процеси. Складність відтаювання, а також значний аеродинамічний опір циркуляційного кільця, який вимагає

застосування відцентрових вентиляторів і підвищених енергетичних затрат на їх привод, знижують ефективність і економічність його роботи.

Апарат з стрічковим конвеєром і повздовжнім рухом повітря (рис. 1.1, б) складається з конвеєра, повітроохолоджувача, відцентрового вентилятора, приводів конвеєра і вентилятора. Конструкція апарата проста, він зручний в експлуатації. Повздовжній рух повітря і вживання ручної праці знижують ефективність його роботи [41].

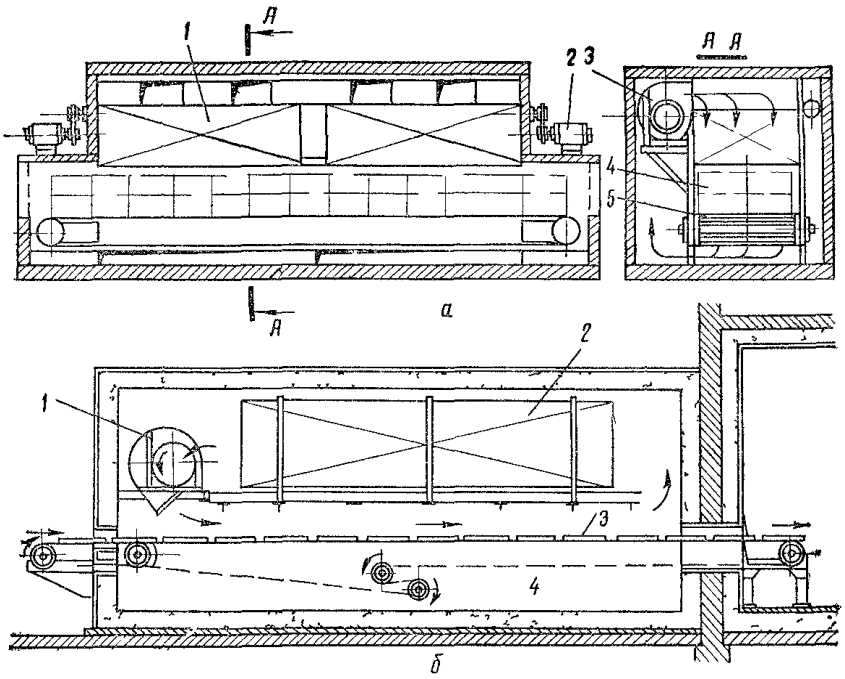


Рис. 1.1 – Конвеєрні морозильні апарати для заморожування:

а – з сітчастим конвеєром і поперечним рухом повітря: 1-повітроохолоджувач; 2-привод вентиляторів; 3-відцентровий вентилятор; 4-продукт; 5-сітчастий конвеєр.

б – з стрічковим конвеєром і повздовжнім рухом повітря: 1-відцентровий вентилятор; 2-повітроохолоджувач; 3-продукт; 4-стрічковий конвеєр.

До гравітаційних апаратів відносять апарати марки ГКА. Апарат ГКА-2 (рис 1.2) представляє собою ізольований контур, виконаний зі збірних щитів з тепловою ізоляцією із пінополістиролу. У верхній частині апарата розташовані вантажний відсік і вентиляторна установка, а в нижній – відсік повітроохолоджувача. Завантаження апарата продуктом, переміщення блок-форм, видалення заморожених блоків повністю автоматизовані.

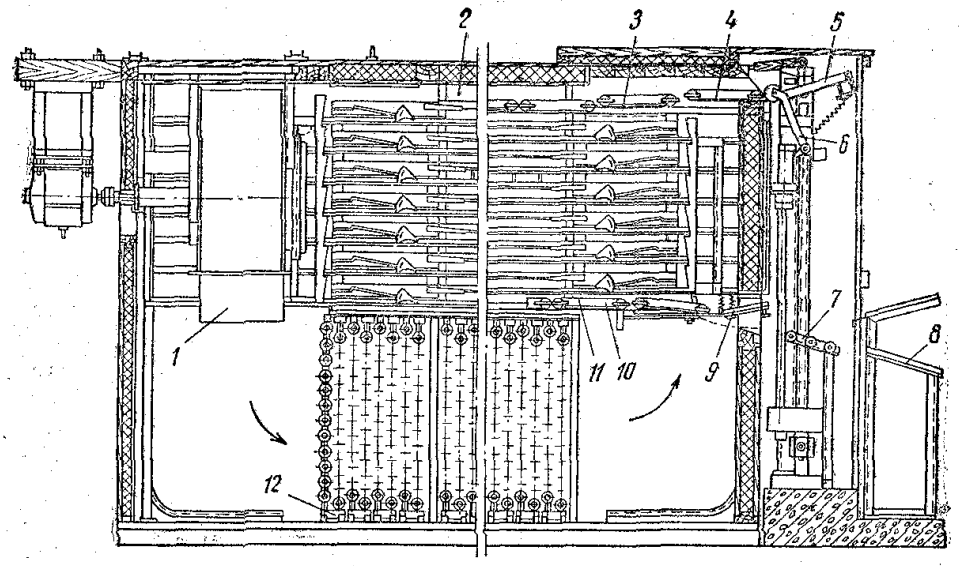


Рис. 1.2 – Гравітаційний морозильний апарат ГКА-2:

1-вентиляторна установка; 2-вантажний відсік; 3-гребінка; 4-нульова полиця; 5-стіл; 6-важіль ведення каретки; 7-пюпітр; 8-приймальний пристрій; 9-заслінка нижнього вікна; 10-каретка; 11-блок-форма; 12-відсік повітроохолоджувача.

Серед недоліків апарату ГКА можна відмітити великі габарити апарата не дозволяють його транспортувати; механізм конвеєра працює у складних температурно-вологісних умовах; при відтаюванні повітроохолоджувача температура повітря в апараті підвищується і деталі механізму покриваються водою; при включенні апарату температура повітря в ньому знижується до мінус 40 °С і вода замерзає, що ускладнює роботу конвеєру [41].

У флюідизаційних морозильних апаратах продукти заморожуються в потоці холодного повітря, яке подається знизу крізь спеціальну решітку (перфорований піддон) у вантажний відсік. Повітря, що рухається, створює повітряну подушку і переміщує дрібноштучний продукт вздовж вантажного відсіку апарату.

Флюідизаційний апарат (рис. 1.3) складається з ізольованого контуру, повітроохолоджувача, під яким розташований піддон з перфорованим дном, вібраційної решітки і відцентрових вентиляторів.

У апараті швидко заморожується дрібноштучний продукт, апарат простий у експлуатації і надійний у роботі. Недоліком апарату вважається необхідність періодичних зупинок для видалення снігової шуби з площі поверхні повітроохолоджувача.

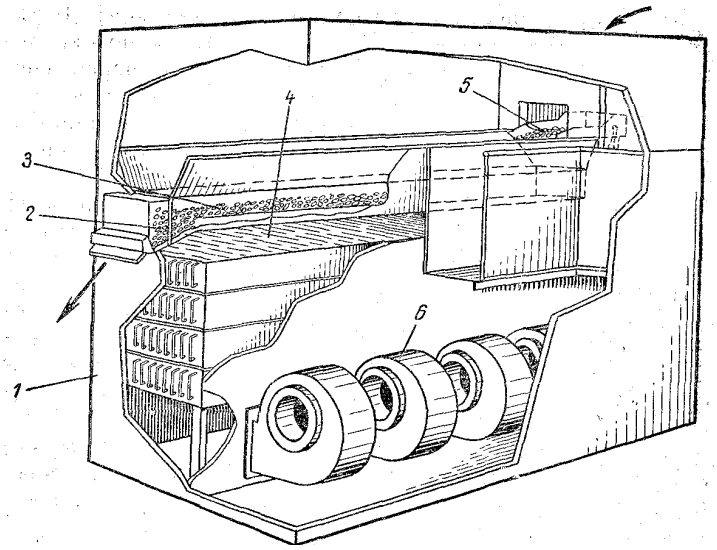


Рис. 1.3 – Флюідизаційний морозильний апарат:

1-ізольований контур; 2-піддон з перфорованим дном; 3-продукт; 4-повітроохолоджувач; 5-вібраційна решітка; 6-відцентрові вентилятори.

У апараті швидко заморожується дрібноштучний продукт, апарат простий у експлуатації і надійний у роботі. Недоліком апарату вважається необхідність періодичних зупинок для видалення снігової шуби з площі поверхні повітроохолоджувача.

Апарати безконтактного заморожування компактні, інтенсивні і володіють кращими у порівнянні з повітряними морозильними апаратами порівняльними характеристиками.

В плиткових морозильних апаратах, які відносяться до апаратів безконтактного заморожування, продукт заморожується, знаходячись у контакті з рухливими морозильними плитами або з обертовими барабанами. Морозильні плити, які переміщуються гідравлічним або електричним приводом, а також енергією рідини, щільно притискуються до продукту, що забезпечує гарний тепловий контакт з площею поверхні морозильних плит.

Горизонтально-плитковий апарат (рис. 1.4) складається з ізольованого контуру, морозильних плит, знімних щитів, двошарової штори, гідравлічних циліндрів, призначених для переміщення морозильних плит, і вертикальних колекторів, що служать для подачі рідкого холодильного агенту в плити і відведення паро рідинної суміші з них.

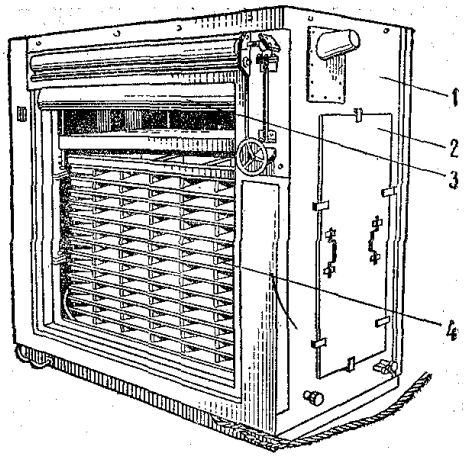


Рис. 1.4.- Горизонтально-плитковий апарат з ручним завантаженням і вивантаженням продукту:

1-ізольований контур; 2-знімни щити; 3-двошарова штора; 4-морозильна плита.

До переваг апарату можна віднести його компактність, інтенсивність процесу заморожування, добре рівномірне підпресування блоків з продуктом, а до недоліку – необхідність застосування ручної праці при завантаженні апарату і вивантаженні дек з продуктом.

Зазвичай у кріогенних апаратах в якості тепловідвідного середовища звичайно застосовують рідкий азот, але іноді і рідке повітря. При заморожуванні в цих апаратах продукт занурюється у рідкий азот або зрошується ним. За цією ознакою кріогенні апарати можна класифікувати на імерсійні апарати (занурення продуктів у ванну з рідким азотом), а також на апарати з розпиленням рідкого агенту у вантажному відсіку.

Імерсійні апарати складаються з ізольованої ванни, у якій знаходиться рідкий азот, і конвеєра для переміщення заморожуваного продукту в апараті.

До переваг імерсійних апаратів можна віднести досить високу інтенсивність заморожування, компактність і простоту пристрою.

Імерсійний апарат з зоною попереднього охолодження продукту (рис. 1 .5) складається з вантажного конвеєра, ванни з рідким азотом, витяжного вентилятора, привода вантажного конвеєра та ізольованого контуру. У такому апараті зменшена витрата рідкого азоту з одночасним зменшенням деформації замороженого продукту.

Продукт, який необхідно заморозити, вантажним конвеєром направляється у вантажний відсік, який складається з зони попереднього охолодження продукту і імерсійної зони.

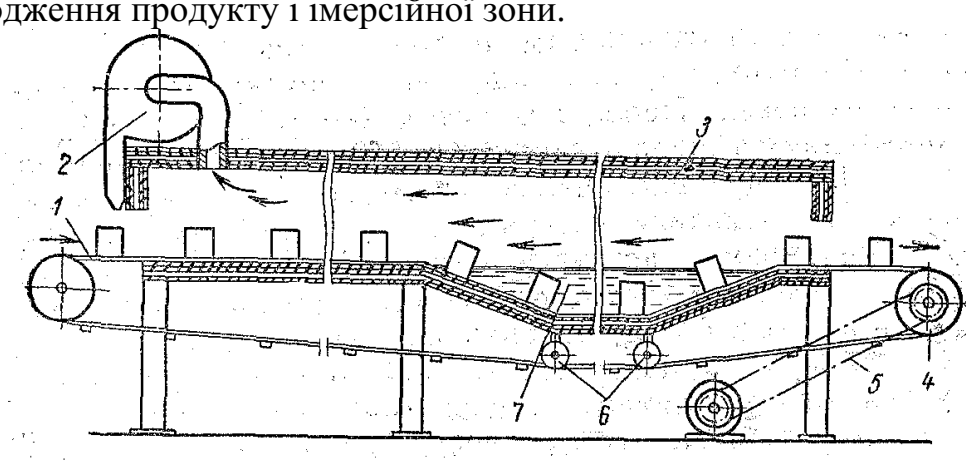


Рис. 1.5. – Імерсійний апарат з зоною попереднього охолодження продуктів:

1-вантажний конвеєр; 2-витяжний вентилятор; 3-ізольований контур; 4-барабан; 5-ланцюгова передача; 6-направні ролики; 7-ванна з рідким азотом.

Наявність у такому апараті зони попереднього охолодження продукту дозволило покращити показники роботи таких апаратів у порівнянні з імерсійними апаратами, у яких її немає. Але основний недолік, який характерний імерсійним апаратам – а саме підвищена витрата рідкого азоту

залишається [41].

Сьогодні на світовому ринку представлено багато різновидів швидкоморозильних апаратів, які працюють на базі однієї з 2-ох наявних систем холодопостачання: машинної або безмашинної [7]. Найбільше застосування знаходять повітряні тунельні апарати з машинним охолодженням, що пов'язане з їх універсальністю: можливістю заморожувати продукти будь-якої форми, розмірів, в упаковці і без упаковки. Для харчових товарів у вигляді блоків (м’ясо, риба) ефективні плиткові морозильні апарати .

Зроблене на базі звичайних машинних систем холодопостачання обладнання для холодильної обробки, в тому числі для заморожування і зберігання товарів, неодмінно, повинно ефективно вдосконалюватися.

На великих переробних підприємствах набули розповсюдження швидкоморозильні флюідизаційні апарати. Але вони мають певні недоліки: через збільшення швидкості заморожування може статися різке переохолодження поверхневих шарів продукту. Це призводить до появи внутрішніх напружень, що порушують його структуру і викликають виникнення тріщин. Щоб виключити таке явище, проточні азотні швидкоморозильні апарати засновані на багатозонному, частіше трьохзонниму, принципі дії, який дозволяє використовувати пари азоту після його випаровування в зоні заморожування (2-а зона) для підготовчого остигання (1-а зона) і вирівнювання температури по товщині продукту (3-тя зона).

Попереднє охолодження до кріоскопічної температури на поверхні продукту здійснюється газоподібним азотом з температурою мінус 50 - мінус 70 ° С на вході в апарат і мінус 100 - мінус 110 ° С при надходженні в другу зону. У цій зоні в результаті розпилення рідкого азоту (-196 ° С) продукт заморожується, а потім в третій зоні парами азоту відбувається вирівнювання температури по товщині продукту.

На такому принципі працює азотний швидкоморозильний тунельний апарат (АСТА), що випускається ТОВ „Темп- 11” (рис.1.6).

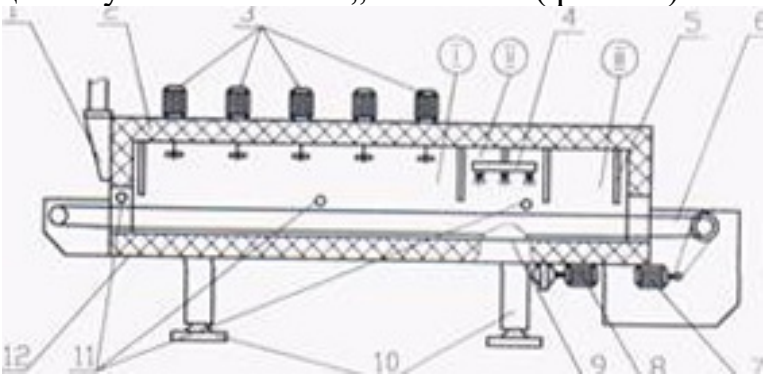


Рис. 1.6. Принципова схема азотного швидкоморозильного апарату (АСТА): I - зона підготовчого остигання парами азоту; II - зона зрошення водянистим азотом; III - зона вирівнювання температури; 1 - система відсмоктування парів азоту; 2 - теплоізольований підйомний короб; 3 - осьові вентилятори; 4 - рідинний колектор з форсунками; 5 - еластична шторка; 6 -

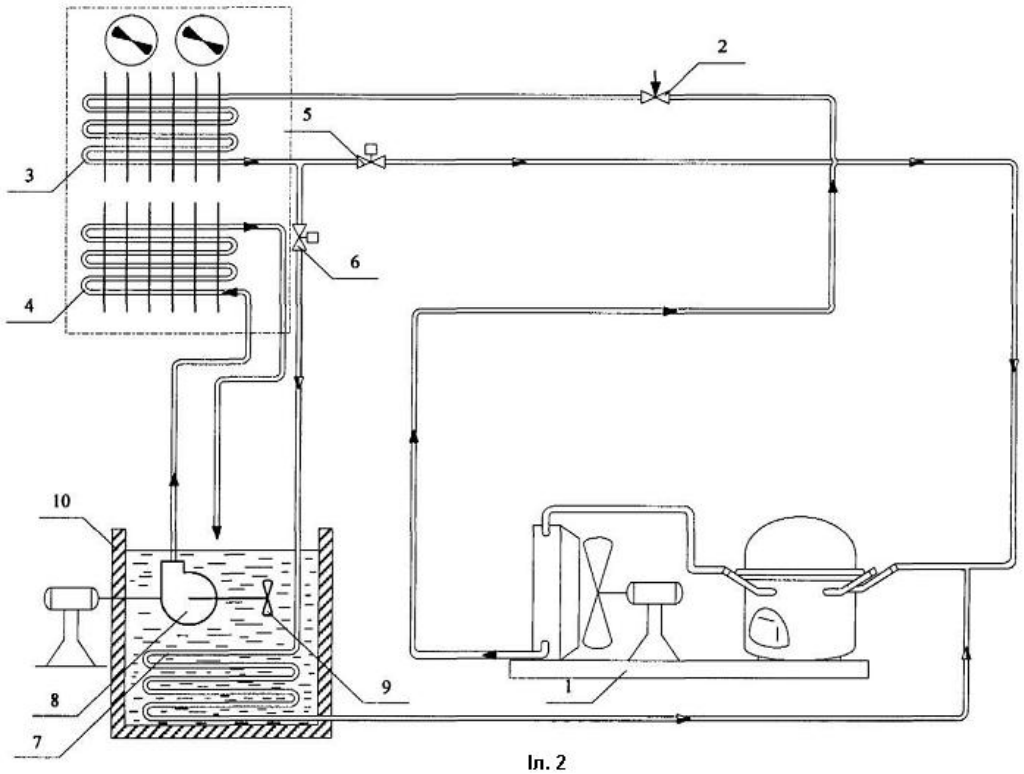
сітчастий конвеєр; 7 - привід складального потоку; 8 - привід підйому теплоізольованого короби; 9 - ущільнення; 10 - опора з механізмом підйому короби; 11 - датчики температури; 12 - теплоізольована плита.

Азотні швидкоморозильні апарати екологічно безпечні; малогабаритні (тунель, цистерна для рідкого азоту, з'єднувальний трубопровід); при впровадженні на їх експлуатацію витрачається менше коштів, ніж на повітряні апарати. Крім того, азотні апарати займають маленькі виробничі площі, прості в обслуговуванні, споживають малу кількість електроенергії і води [7].

Основний недолік проточних кріогенних систем - разове використання кріоагента, найвища ціна якого вимагає особливої уваги до роботи устаткування [7]. Його конструкція повинна стовідсотково забезпечувати використання холодильного потенціалу рідкого холодоагенту і газоподібного , який утворюється при його випаровуванні.

Відомий пристрій для охолодження та заморожування харчових продуктів з періодичною дією акумулятора холоду, що складається з „контуру безпосереднього кипіння”, який включає компресорно-конденсаторний агрегат, терморегулюючий вентиль, повітроохолоджувач, розташований у баці-акумуляторі змійовик, які послідовно з'єднані між собою трубопроводами та двома соленоїдними вентилями; „контуру з проміжним теплоносієм”, який включає повітроохолоджувач та насос з мішалкою, з'єднані між собою трубопроводами, також він додатково містить як повітроохолоджувач безпосереднього кипіння, так і повітроохолоджувач для проміжного теплоносія [134].

За рахунок контуру системи з періодичною акумуляцією холоду, яка складається з повітроохолоджувача для проміжного теплоносія, насоса з мішалкою та циркулюючим по цьому контуру проміжним теплоносієм, акумулюється лід, який потім можна буде використовувати для зняття тепла під час пікових навантажень, де можливості компресорно-конденсаторного агрегату не буде вистачати, споживаючи при цьому менше електроенергії і не погіршуючи якості харчового продукту з запобіганням його усиханню, подовжити час довговічності компресора. Недоліком даної конструкції є енергоємність, важкість керування пристроєм та громіздкість системи.



Іл. 2

Рис. 1.7 – Пристрій для охолодження і заморожування харчових продуктів:

1-компресорно-конденсаторний агрегат; 2-терморегулюючий вентиль; 3-повітроохолоджувач; 4-повітроохолоджувач; 5, 6-вентилі; 7-змійовик; 8-насос; 9-мішалка; 10-бак-акумулятор.

Розглянемо пристрій для підморожування харчових продуктів [1], який включає стрічковий конвеєр, повітроохолоджувач і повітропровід, між стрічками конвеєра на виході із повітропроводу встановлена теплопровідна гофрована насадка, яка оснащена притискним пристроєм для забезпечення контакту з нижньою стрічкою.

Пристрій, загальний вигляд якого зображений на рис. 1.8, працює наступним чином: повітря з камери всмоктується вентилятором і, проходячи повітроохолоджувач 2, надходить до повітропроводу 5, на виході з якого обдуває насадку 6 і стрічку 3, яка знаходиться в контакті з насадкою 6. продукт розташовується на стрічці 3. Притискний пристрій 7 забезпечує контакт нижньої стрічки 4 з насадкою 6.

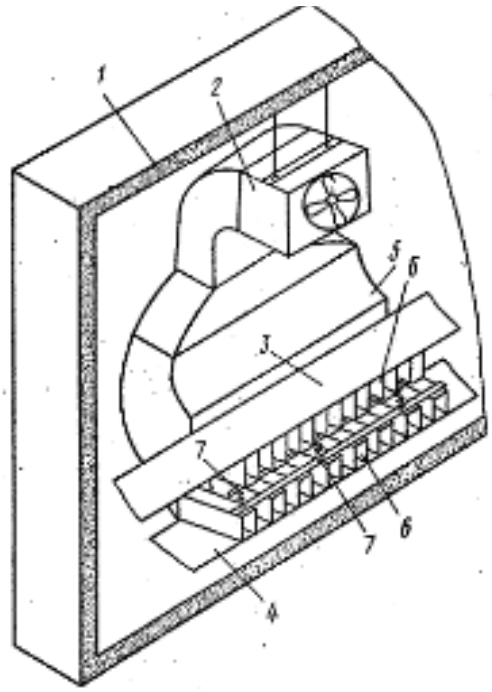


Рис. 1.8. – Пристрій для підморожування харчових продуктів:
1-теплоізольований контур; 2-повітроохолоджувач, 3, 4-стрічки конвеєра; 5-повітропровід: 6-гофрована насадка; 7-притискний пристрій.

Встановлення гофрованої насадки дає можливість збільшити продуктивність апарату, але в процесі підморожування харчовий продукт, що піддається обробці, прилипає до конвеєрної стрічки. Також існує складність забезпечення контакту гофрованої насадки з нижньою стрічкою.

1.4 Обгрунтування технології та конструктивної схеми обладнання для процесу підморожування

Для вирішення задачі удосконалення технології підготовки кабачків і гарбузів до довготривалого зберігання, яка досягається шляхом зменшення явища соковіддачі; кабачки розрізаються на кружки товщиною 15-25 мм, , гарбуз очищується від шкірки, розрізається на кубики з розмірами граней 25-30 мм, попередньо підморожуються до температури мінус 3…5°С і заморожуються у розсипному вигляді в морозильних апаратах при температурі мінус 40 °С до досягнення в центрі кружка температури мінус 18 -20 °С, що дозволяє попередити злипання овочевих кружків і кубиків при заморожуванні, зменшити втрати соку при розморожуванні, знизити розслаблення консистенції, зберегти корисні речовини і вітаміни протягом тривалого періоду зберігання та після розморожування кабачків і гарбузів, значно зменшити витрати часу на подальшу кулінарну обробку.

Запропонований спосіб підготовки кабачків і гарбузів до зберігання має наступні переваги: попереднє розрізання спрощує подальшу кулінарну обробку і дозволяє використовувати кабачки і гарбузи як напівфабрикат при приготуванні з них консервів, тому що в існуючих технологічних інструкціях на приготування консервів використовуються кабачки з розміром кружків саме 15-25 мм: виробництво кабачків маринованих, ікри кабачкової тощо;

овочевих сумішей; збереження харчової та біологічної цінності кабачків і гарбузів при швидкому заморожуванні та неістотно змінюється при тривалому зберіганні, не виникає змерзання розфасованої порції кружків кабачків і кубиків гарбузів, зберігаються корисні властивості і вітаміни після розморожування а також зменшується час на кулінарну обробку [131]. Підморожування кружків кабачків і кубиків гарбуза до утворення крижаної кірки на поверхні перед швидким заморожуванням дозволяє зменшити в трати соку, який утворюється при розрізанні кабачків на кружки, запобігає утворенню змерзлого блоку під час заморожування і зберігання та дозволяє зберегти кружки кабачків і кубики гарбузів. Таким чином, істотно підвищується якість продукції у процесі зберігання та після заморожування. Утворення крижаної кірки на поверхні кружка перед швидким заморожуванням дозволяє зменшити витікання соку та зберігає вихідні властивості

Підморожування це процес зниження температури продуктів нижче кріоскопічної, при якому відбувається часткова кристалізація вологи у поверхневому шарі, на відміну від заморожування, при якому більша частина води, яка міститься у продукті, перетворюється у лід.

В основу пропонованої нами технології процесу підготовки кабачків і гарбузів до довготривалого зберігання у замороженому вигляді покладена задача удосконалення способу підготовки кабачків і гарбуза до зберігання, яка досягається шляхом зменшення явища соковіддачі; дозволяє попередити злипання овочевих фрагментів при заморожуванні, зменшити втрати соку при розморожуванні, знизити розслаблення консистенції, зберегти корисні речовини і вітаміни на протязі тривалого періоду зберігання та після розморожування кабачків і гарбузів, значно зменшити витрати часу на подальшу кулінарну обробку.

На сьогоднішній день недостатньо вирішена проблема тривалого зберігання гарбузових культур а також можливості їх переробки після певного терміну зберігання. Період споживання гарбузових дуже короткий, віддача врожаю проходить дружно, але нетривалий час, під час збору овочів накопичується їх велика кількість, яка не може бути спожита у свіжому вигляді до нового збору врожаю [80]. Гарбуз при температурі 4 - 10 º С і відносній вологості 70-75% зберігають до 1 місяця. Термін зберігання свіжих кабачків при температурі 4-6 ° С і відносній вологості повітря 90-95 % - до 15 днів [12].

Використання заморожування овочів як методу збереження сировини для подальшого виробництва консервів дозволяє подовжити сезон роботи консервних підприємств. Наявність на консервних підприємствах холодильних потужностей дозволяє здійснити цей захід і тим самим розширити і поліпшити асортимент продукції, що виробляється з овочевої сировини в несезонний період.

Для заморожування підходять овочі у технічній стадії зрілості. За органолептичними ознаками кабачки, призначені для заморожування і зберігання, повинні бути молоді, свіжі, чисті, здорові, цілі, з ніжною не

огрубілою шкірочкою і відповідати вимогам ДСТУ 318-91 „Кабачки Технічні умови”. Форма і забарвлення властиві ботанічному сортові. Діаметр кабачків, що підлягають заморожуванню, повинен бути не більше 6 см. Гарбузи повинні відповідати ДСТУ 3190-95 „Гарбуз продовольчий свіжий. Технічні умови” і мають бути без сторонніх запахів, не уражені гниллю і цвіллю.

Підготовку овочів до заморожування проводили по загальній схемі, представленій на рис. 1.9.

Прийом

Інспекція, сортування

Очищення і нарізування на фрагменти

Попереднє підморожування (до мінус 3 мінус 5 °С)

Заморожування (до температури мінус 20 ±2 °С)

Зберігання

Рис. 1.9. Підготовка овочів до зберігання

Для заморожування відбирали кабачки діаметром до 60 мм, інспектували, мили, відрізали плодоніжки і залишки зав'язей, нарізали кружальцями товщиною 20 мм, звільняли від залишків вологи. Гарбуз звільняли від шкірки, нарізали кубиками з розмірами граней 30 мм. Розміри нарізаних овочів обрані згідно попереднім дослідженням [199]. Нарізані овочі підморожували в пристрої попереднього підморожування до температури мінус 3 - мінус 5 °С для запобігання змерзання нарізаних шматочків, розфасовували в поліетиленові пакети по 1 кг. Після цього заморожували в морозильних апаратах з примусовою циркуляцією повітря при температурі мінус 40 ° С до досягнення температури в центрі нарізаних овочів мінус 20 ° С. Заморожені овочі зберігали в холодильних камерах до 10 місяців при температурі мінус 18 - 20 ° С.

Через те, що кабачки і гарбуз потребують подальшої теплової обробки, їх використовують і без попереднього розморожування. Перед використанням продукти звільняють від упаковки і розігрівають або варять. Повторний розігрів небажаний. Термін варіння заморожених овочів на 25% менше, ніж свіжих [159].

Запропоновано технологічні лінії виробництва кабачків, заморожених кружечками і гарбуза, замороженої кубиками, які представлені на рис.1.10 і 1 .11 відповідно.

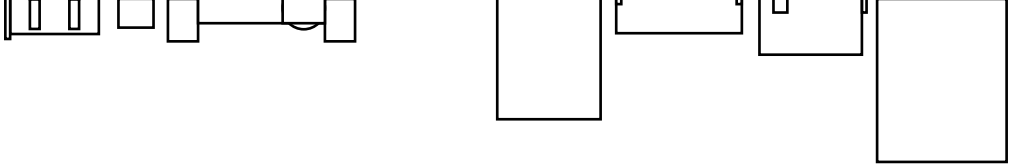


Рис. 1.10. Технологічна лінія виробництва кабачків, заморожених кружечками:

1 – контейнерний перекидач; 2 – машина для замочування; 3 – машина мийна Т1-КУМ-3; 4 - конвеєр стрічковий інспекційний А9-КТФ; 5 - машина для нарізання Р3-КИЖ; 6 – пакувальний стіл; 7 – пристрій попереднього підморожування; 8 – швидкоморозильний апарат ГКЛ-4; 9 – камера низькотемпературного зберігання

Рис. 1.11 Технологічна лінія виробництва гарбузів, заморожених кубиками:

1 – контейнерний перекидач; 2 – машина для замочування; 3 – мийна машина ;

4 – машина для вирізання плодоніжки; 5 – конвеєр для інспекції; 6 – машина для нарізання; 7 – пристрій попереднього підморожування; 8 –пакувальний стіл; 9 – швидкоморозильний апарат ГКЛ-4; 10 – камера низькотемпературного зберігання.

Для реалізації процесу швидкого заморожування використовуються швидкоморозильні апарати, але для невеликих сільськогосподарських підприємств придбання швидкоморозильного апарату є недоцільним через його велику вартість і високу продуктивність.

Технології заморожування флюідизаційних швидкоморозильних апаратів конвеєрного типу не завжди дозволяють досягати належної якості готового продукту. Крім того, такі апарати мають високу вартість, вимагають високої культури виготовлення і обслуговування, а також мають низький термічний коефіцієнт корисної дії [176].

Тому нами пропонується конструкція пристрою для попереднього підморожування, конструкцію якого представлено на рис.1.12.

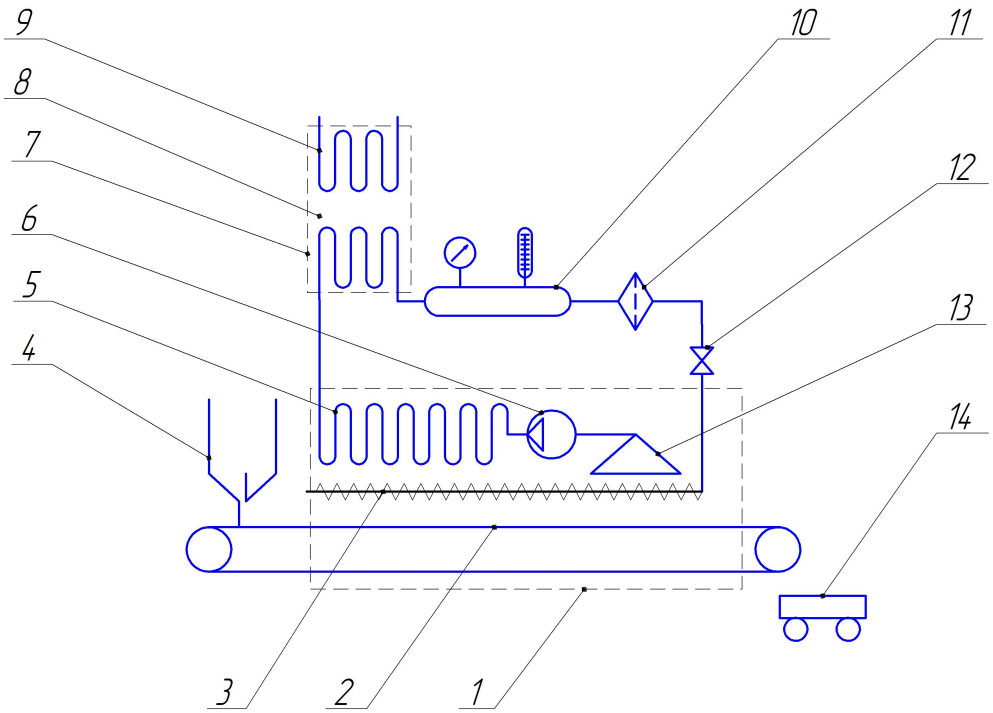


Рис.1.12 Загальний вигляд пристрою для підморожування
1 - камера охолодження; 2 - транспортер; 3 - трубопровід з соплами;
4 - завантажувальний бункер; 5 - рекуперацiйний радіатор; 6 – компресор;
7 - теплообмінник; 8 - радіатор-охолоджувач; 9 - випарник холодильника;
10 - ресивер; 11 - фільтр-вологовідокремлювач; 12 - вентиль;
13 - вологовідокремлювач; 14 - візок для приймання готової продукції.

В робочій камері охолодження 1 розташований трубопровід з соплами для подачі переохолодженого повітря 3. Холодоагент, який відпрацював, приймається до приймального пристрою вологовідокремлювача 13, звідки надходить до компресора 6. Компресор стискує сухе холодне повітря. За компресором 6 розташований рекуперацiйний радіатор 5. Після виходу з камери розташований теплообмінник 7, в якому розташований радіатор-охолоджувач 8 і випарник холодильника 9. Охолоджений стиснений холодоагент накопичується в ресивері 10, звідки через фільтр-вологовідокремлювач 11 надходить до регулюючого вентиля 12.

Пристрій працює наступним чином: матеріал надходить з завантажувального бункеру 4 на стрічку транспортера 2 тонким шаром. Гідрофобне покриття стрічки транспортера перешкоджає прилипанню підморожуваного матеріалу. Швидкість руху стрічки транспортера регламентує час експозиції матеріалу в робочій камері 1. З труби з форсунками 3 надходить переохолоджене повітря, яке виконує роль холодоагенту, на матеріал. Відпрацювавший холодоагент надходить до приймального патрубка ($t_{роб}$ = -10 °С) вологовідокремлювача 13, звідки всмоктується компресором 6. При цьому холодоагент при адіабатному стисненні нагрівається ($t_{нагр}$ = 40 °С), утворюється градієнт температури між рекуперативним теплообмінником 5, розташованим за компресором у

верхній частині камери.

Після виходу з рекуперативного теплообмінника утворюється охолоджений холодоагент ($t_{охол}$ = -8 °С) під високим тиском, який додатково охолоджується в радіаторі-охолоджувачі 8 теплообмінника 7 до - 18 °С.

Запас переохолодженого стисненого повітря накопичується в ресивері 10, який виконаний в схемі термоса (у теплоізолюючій оболонці). Переохолоджене стиснене повітря проходить крізь фільтр-вологовідокремлювач 11 до регулюючого вентиля 12, після якого відбувається різке розширення холодного стисненого повітря і різке доохолодження робочого холодоагенту (t = - 40 °С), який через трубу з соплами дозволяє значно інтенсивніше охолоджувати оброблюваний матеріал.

Основні наукові результати, викладені в розділі 1, опубліковані в працях [131, 170, 171, 206, 209, 210].

Висновки за розділом. Аналіз джерел літератури та вивчення закономірностей процесу заморожування показав доцільність використання заморожування для зберігання гарбузових овочів через їх високі поживні та лікувально-профілактичні властивості, але обмежений термін зберігання. Плоди кабачків і гарбузів можна заморожувати як в цілому, так і фрагментованому вигляді. Однак, при заморожуванні плодів у цілому вигляді спостерігається їх фізичне руйнування (розтріскування). До причин, що викликають розтріскування, відносяться неоднорідність самих продуктів, наявність трьох різних за пластичності і коефіцієнту розширення шарів (шкірка, м'якоть, серцевина). Якщо заморожувати у фрагментованому вигляді, поверхня нарізаних шматочків вкривається крапельками соку з ушкоджених клітин, що в процесі заморожування сприяє злипанню шматочків у великі блоки. Тому перед заморожуванням їх необхідно підморожувати до повного видалення вологи, тобто до утворення крижаної кірки (підмороженого шару), який перешкоджає злипанню шматочків. Обґрунтуванню товщини такого шару, розмірів фрагментів кабачків і гарбузів зокрема, будуть присвячені наші подальші дослідження.

Також наші подальші дослідження будуть присвячені обґрунтуванню режимних параметрів заморожування кабачків і гарбузів на основі дослідження впливу попереднього підморожування на адгезійні характеристики сировини; дослідженню впливу низьких температур на теплофізичні, фізико-механічні, біохімічні та мікробіологічні властивості кабачків і гарбузів.

РОЗДІЛ 2
ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДІВ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ КАБАЧКІВ І ГАРБУЗІВ

2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження проводилися в 2005-2014 р.р. на кафедрі „Обладнання переробних і харчових виробництв" Таврійського державного агротехнологічного університету, м. Мелітополь.

Дослідження проводилися згідно [108,109]. Для досліджень були взяті три сорти кабачків, районованих на півдні України, а також перспективних, внесених до Державного Реєстру рослин, в основному, ранньостиглі, світло-зеленого (Грибовський), зеленого (Скворушка) і жовтого (Золотінка) забарвлення та один сорт гарбуза Мускатний.

Для експериментальних досліджень проводився відбір середньої проби плодів в технічній стадії стиглості з типовими для кожного сорту розмірами, забарвленням згідно ДСТУ 318-91 „Кабачки свіжі. Технічні умови" [60], гарбуз – згідно ДСТУ 3190-95 „Гарбуз продовольчий свіжий. Технічні умови" [61]. Середня проба відбиралася в кількостях, достатніх для п' ятикратного проведення досліджень оцінки якості.

Технологічна схема підготовки сировини включала наступні етапи: збирання, інспекцію - видалення сторонніх домішок, екземплярів з механічними та іншими пошкодженнями, а також перезрілих; миття чистою проточною водою до повного видалення забруднення, сушіння потоком повітря, створюваним вентилятором.

Збір овочів, призначених для заморожування, здійснювали в суху погоду. Одночасно зі збором плоди сортували і упаковували. Овочі, що надійшли на заморожування, повторно сортували. Для заморожування відбирали молоді кабачки і гарбузи технічної стадії стиглості, інспектували, мили, відрізали плодоніжки і залишки зав'язей, гарбузи чистили від шкірки, кабачки нарізали кружальцями, гарбузи нарізали кубиками, звільняли від залишків вологи.

Заморожування овочів проводили повітряним і кріогенним способами. Для повітряного заморожування застосовувалася стаціонарна промислова холодильна камера. Для кріогенного заморожування об'єктів досліджень використовувався рідкий азот і його пари. У дослідженнях використовувалися повірені прилади.

Процес заморожування вважався завершеним, коли температура в центрі фрагментів сягала мінус 20±1°С.

У такому вигляді продукція зберігалася в холодильній камері з температурою мінус 20 ±1°С і відносною вологістю повітря 90 %.

2.2. Вибір методики досліджень

2.2.1 Методика проведення досліджень показників якості

Контроль процесу заморожування, зберігання і дефростації плодів кабачків, а також якості в динаміці зберігання проводили відразу після заморожування, після трьох, шести і дев'яти місяців зберігання за

наступними показниками:

- Тривалість і швидкість заморожування - за допомогою потенціометра КВ- 1 ГОСТ 7164-78 і хронометру 1 класу точності ;
- Коефіцієнт теплопровідності - за ГОСТ 7076-99 ;
- Мікроструктуру тканини - згідно методики [109] за допомогою мікроскопа „Мікмед", фіксуванням знімків web -камерою Mustek Weam-300 і аналізом на моніторі персонального комп'ютеру;
- Вологовіддача - по різниці мас заморожених і дефростованих плодів [109] ;
- Масовий вміст сухих речовин - за ГОСТ 28561-90;
- Масову концентрацію титрованих кислот - за ГОСТ 25555.0-82;
- Масову концентрацію цукрів - за ГОСТ 13192-73;
- Масову концентрацію аскорбінової кислоти - йодометричним методом - ГОСТ 24556-89;
- Мікробіологічну забрудненість (КМАФАнМ) - за ГОСТ 10444.1, ГОСТ 10444.12, ГОСТ 10444.15, ОСТ 111-7-82.

2.2.2 Методика заморожування і дефростації

У лабораторних дослідах з кріогенного заморожування в рідкому азоті або його парах використовували посудину Дьюара „Харків- 31" об'ємом 30 л рідкого азоту з горловиною шириною 600 мм (рис. 2.1), що дозволяє опускати в нього плоди із заздалегідь встановленими на них термопарами. Ця посудина вибрана з міркувань, що при використанні посудин з вузькою шийкою, при проведенні досліджень потрібне переливання рідкого азоту в інші ємності. При переливанні втрачається значна кількість рідкого азоту внаслідок передачі теплоти від навколишнього повітря, на нагрівання допоміжного посудини і швидке випаровування з неї.

Рис. 2.1. Лабораторна установка кріогенного заморожування
1 – потенціометр КВ-1; 2 – посудина Дьюара „Харків – 31"

Для вимірювання температури по шарам об'єкта досліджень протягом процесу заморожування використовували п'ятиканальний потенціометр КВ-1, укомплектований хромель-копелевими термопарами, градуйованими в інтервалі температур +50... -50 ° С.

Заморожування в повітряному середовищі здійснювали в стаціонарній холодильній камері, температура заморожування до мінус 40 °С (рис. 2.2).



оводилася в повітряному
середо ература шарів продукту
не дос

женої води

икористовували
кріоге ину Дьюара „Харків -
31” об еред встановленими в
них те

ми відповідно, для
прове елементи плода, в
середи перед заморожуванням
зважу поміщали в посудину
Дьюар



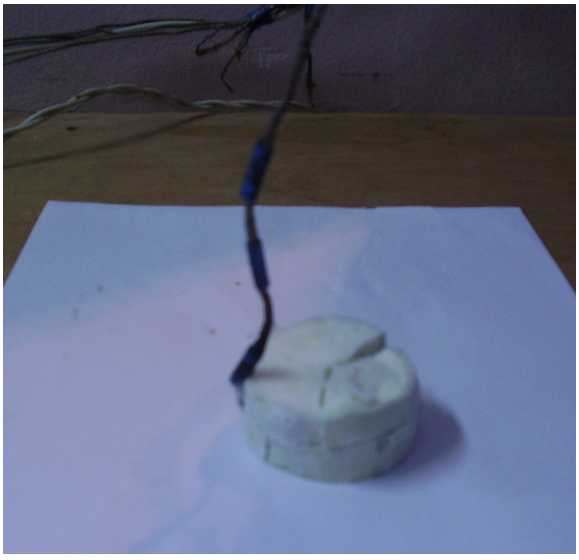


Рис. 2.3 –Кабачок із закріпленими термопарами

Для досліджень використовувалися кружечки кабачка розміром 50 × 20 мм, зразки гарбуза представляли собою кубики з розміром грані 40 × 40 мм.

Для створення рівних умов теплообміну між парами рідкого азоту і зразками було виготовлений пристрій, що дозволяє опускати випробовувані фрагменти овочів в посудину на одному рівні.

Заморожування овочів відбувалося в парах рідкого азоту до температури -10, -20, -30 і -40 ° С.

Після досягнення заданої температури в центрі зразка, яку контролювали за допомогою потенціометра КВ-1, досліджуваний об'єкт подрібнювали і поміщали в сушильну шафу, де висушували при температурі 103... 105 ° С до постійної маси.

Рис. 2.4. Кинематична схема *а)* і фото *б)* установки для визначення припустимих зусиль деформації:
1-основа; 2-стійка; 3-стіл; 4-плід; 5-шарнір; 6-тяга; 7-силовимірювальна пружина; 8- траверса; 9- індикаторна голівка; 10 -упор; 11-гвинт; 12- гайка;
13-маховик; 14-індикаторна голівка; 15-рухомий упор; 16- гвинт-фіксатор.

Масову частку вимороженої вологи, W, о



, (2.1)

де m1 – маса зразка до заморожування,

т2 – маса зразка після висушування,

2.2.4 Методика визначення фізико-меха чків і гарбузів при тривалому зберіганні у замороженому стані

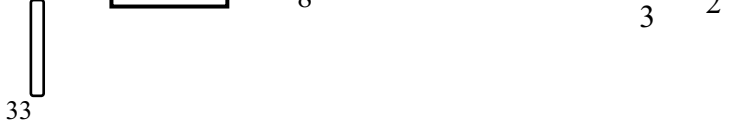
Залежності величини деформації від зусилля деформування, а також значення гранично допустимого і граничного (руйнуючого) зусилля деформації кабачків і гарбузів встановлювали за допомогою лабораторної установки, розробленої на базі серійного приладу для визначення жорсткості кручених пружин, показаної на рис. 2.4 за методикою, описаною в [195].

Установка складається з основи 1, з жорстко закріпленою стійкою 2. Уздовж стійки вільно переміщається стіл 3 з об'єктом досліджень 4.Через шарніри 5 за допомогою тяг 6 стіл підвішений на плоскій консольно закріпленої пружині 7 силовимірювального пристрою. Її деформація пропорційна зусиллю на плід 4, створюваному траверсою 8 і фіксується показаннями індикаторної головки годинникового типу 9.

Для різних діапазонів вимірювань установка комплектується змінними пружинами різної жорсткості. Перед проведенням дослідів вимірювальна пружина була протарована. Для захисту пружини від надмірної деформації призначений упор 10, що обмежує її хід. Траверса 8 поступально переміщується вздовж стійки за допомогою гвинтового механізму з гвинтом 11 і закріпленою на траверсі гайкою 12. Обертальний рух на гвинт передається від маховика 13 через черв’ячну пару, що забезпечує плавність і високу точність навантаження.

Досліди з встановлення залежності деформації від зусилля, а також визначення зусилля, при якому відбуваються допустимі деформації, проводилися в наступному порядку: обертаючи маховик 13, послідовно ступінчасто навантажували плід; зусилля фіксувалася за показанням індикатора 8. Деформація плода вимірювалася за показаннями індикаторної головки 14, закріпленої на траверсі, і яка своєю ніжкою упирається в рухливий упор 15, який можна пересувати уздовж однієї з тяг і закріплювати на ній гвинт фіксатором 16. Зусилля деформації за індикатором 8 фіксували в момент навантаження, а також після витримки в одну хвилину.

Для вивчення явища релаксації плід послідовно навантажувався зусиллями 50, 100, і 150 Н і протягом 10 хвилин з інтервалом в одну хвилину знімалися показання індикатора зусиль і індикатора деформації плоду.



2.2.5 Методика визначення адгезійних характеристик дослідної сировини

Для обгрунтування товщини шару підморожування визначали адгезійні характеристики залежно від температури і часу заморожування. При дослідженні використовували принципи, які реалізують нормальний розрив двох плоскопаралельних дисків, між якими знаходиться продукт.

Адгезію P0, Па, визначали як питому силу нормального відриву продукту від пластини:

(2.2)

де P – сила відриву, Н;

F0 – геометрична площа пластини, м2.

Для вивчення адгезії використовували прилад, в якому зусилля відриву вимірюється по деформації тензометричної балки із записом результату на стрічці осцилографа [194]. Балка закріплена так, що допускає тарування до і після дослідів.

Прилад (рис.2.5) працює таким чином: зразок 1 закріплюють в затискачах 2. Гайка 7, на якій закріплена тензометрична балка 5, утворює з ходовим гвинтом різьбове з'єднання. При обертанні ходового гвинта гайка 7 з тензометричною балкою переміщається в залежності від напрямку обертання вгору або вниз. Обертання гвинта здійснюється через черв'ячну пару 8 вручну маховиком 9. До тензометричної балки 5 кріпиться пластина 4.

Для створення попереднього контакту на пластину 4 встановлювали вантажі.

Рис. 2.5. Схема приладу для вимірювання адгезії: 1 – зразок; 2 – затичкач; 3 – нерухома площадка; 4 – пластина; 5 – тензометрична балка; 6 – гвинт; 7 – гайка; 8 – черв’ячна пара; 9 – маховик; 10 – тензопідсилювач; 11 – осцилограф; 12 – вимірювальний прилад.

Пластина виготовлена із нержавіючої сталі 09Х15Н210, площа пластини 0,000936 м2. Фотографію приладу для вимірювання адгезії представлено на рис. 2.6.

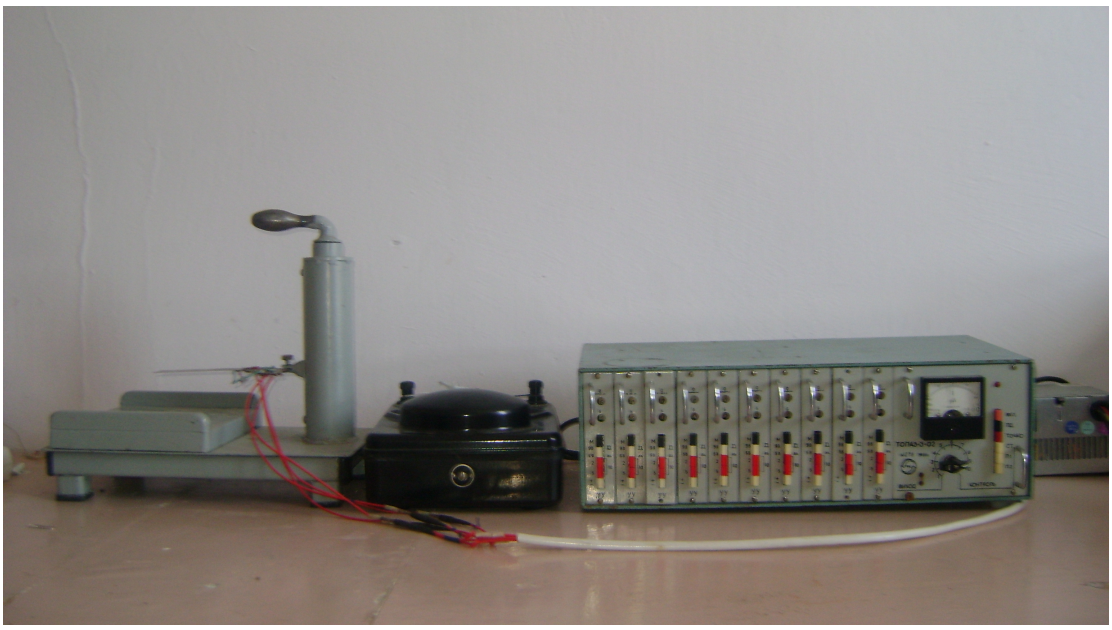


Рис. 2.6. Фотографія приладу для вимірювання адгезії:
1-тензобалка; 2-мілліамперметр; 3-тензопідсилювач; 4-блок живлення.

Особливе значення має підготовка зразків для вимірів. Для цього виготовлено пристрій, що складається з 2 -х паралельних ножів. Відстань між ножами 20 мм визначає товщину кружечків. Перед кожним досвідом пластину очищали, знежирювали і просушували. Перед вимірюванням продукт повинен притискатися до пластини для встановлення контакту і видалення з нього повітряних бульбашок. Чим більше зусилля і тривалість контакту, тим краще продукт заповнює мікровиступи поверхні. Відносна помилка вимірів, обумовлена вимірювальною апаратурою і конструкцією приладу, не перевищує ± 4 %.

2.2.6 Методика визначення впливу часу зберігання сировини у замороженому стані

Різні автори проводили дослідження, присвячені вибору режимів заморожування, зберігання у замороженому стані, розморожування, які показали, що плодоовочева сировина при тривалому зберіганні незначно змінює свої біохімічні та фізико-механічні властивості [22, 43, 68, 85, 152]. Основною причиною незворотних змін є структурні зміни рослинної тканини . У роботах вчених описується вплив від’ємних температур на мікроструктуру рослинної тканини, але це питання залишається недостатньо вивченим.

Щоб зробити порівняння мікроструктури рослинної тканини, нами були зроблені фіксовані гістологічні зрізи, що були зроблені до і після заморожування а також після трьох, шести, дев’яти місяців зберігання у замороженому вигляді. Досліджували вплив терміну зберігання на структуру тканин кабачків і гарбузів.



Мікроскопічні зйомки і фотографії виконували за допомогою мікроскопу для морфологічних досліджень МИКМЕД-1 з встановленою на ньому Web-камерою Mustek Weam 300 (рис. 2. 7).

Рис. 2.7. Фото установки для фотографування мікрозрізів:
1 - мікроскоп МИКМЕД-1; 2 - Web-камера Mustek Weam 300

Камера за допомогою спеціальних перехідних втулок приєднана до окуляра мікроскопа. Для можливості отримання зображення, яке порівняне з тим, що бачить людина, об’єктив Web-камери замінювали спеціально підібраною системою лінз. Зображення за допомогою цифрового виходу камери передавалося на екран монітору персонального комп’ютера.

За допомогою даної системи можна фіксувати в режимі реального часу відеозображення процесів, які проходять під об'єктивом мікроскопа, зберігати одержані знімки в будь-якому необхідному для користування комп’ютерному форматі. Мікрофотографії у цифровому вигляді можна віддрукувати розміром 15×20 см з максимальним збільшенням до 2000 разів. При цьому є можливість регулювання кольору контрастності, що значно покращує сприйняття зображення, виключає операцію фарбування препаратів. Зрізи тканин завтовшки 100...120 мкм одержували на мікротомі і фотографували за допомогою описаної системи.

2.3 Методика планування повнофакторного експерименту

Метою проведення повнофакторного експерименту було визначення впливу таких факторів як швидкість руху конвеєрної стрічки , температура в зоні обробки , та характерного розміру на товщину підмороженого шару В, а також взаємний вплив цих факторів.

Якісним параметром оптимізації досліджуваного процесу визначено: товщину підмороженого шару , мм:

, (2.3)

де – швидкість транспортування конвеєра, м/с;

– температура в зоні обробки, С;

– розміри шматочків кабачка, мм;

– розміри шматочків гарбуза.

Дослідження впливу перерахованих вище факторів на технологічні параметри досліджуваного процесу під час здійснення однофакторного експерименту пов'язане зі значними труднощами та об'ємом роботи. Тому доцільно здійснити статистичний аналіз для отримання функціональної залежності у вигляді множинної регресії другого порядку за допомогою рототабельного центрально-композиційного планування (РЦКП) багатофакторного експерименту.

Метод РЦКП дає змогу більш точно отримати математичний опис розподілу даних за рахунок збільшення кількості експериментів у центральних точках матриці плану і спеціального вибору величини "зіркового значення" [136].

Кількість факторів (РЦКП) становить:

, (2.4)

де – кількість факторів у ядрі плану;

– кількість факторів;

– кількість досліджень у зіркових точках;

– кількість факторів у центрі плану з координатами (0,0…0).

Ротатабельність композиційного плану набувається за умови, що зіркове значення вибирається з інтервала при , тобто для трифакторного експерименту , для чотири – .

Вибір діапазонів варіювання факторів функції (2.3) провадився таким чином, щоб будь-яка їх сукупність, передбачена планом експерименту, могла бути реалізована в даних інтервалах і не призводила до протиріч. Для цього було здійснено пошукові експерименти для визначення областей, у яких необхідні сполучення рівнів факторів були б стійко реалізовані.

Усі фактори, які входять у функцію (2.3), є величинами, що мають різну розмірність, а значення цих величин факторів мають різні порядки. Тому, для отримання поверхні відгуку цих функцій було здійснено операцію кодування факторів, що являє собою лінійне перетворення факторного простору.

Встановлено такі значення рівнів факторів в умовному масштабі: мінімальний –1, середній 0, максимальний +1 та зіркові значення – ; + .

Для проведення РЦКП повнофакторного експерименту було складено матриці планування експериментів, які подані в таблицях (додаток Д).

Границі змін факторів, основні рівні та інтервали варіювання факторів наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Рівні факторів та інтервали варіювання параметрів оптимізації

Фактори	Рівні факторів					Інтервал варіювання
	$-\alpha$	-1	0	+1	+	
Процес підморожування						
x1 – швидкість транспортування конвеєра, м/с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1
x2 – температура в зоні обробки, °С	-10	-20	-30	-40	-50	10
x3 – розміри фрагментів кабачка, мм	15	20	25	30	35	5
x4 – розміри фрагментів гарбуза, мм	20	25	30	35	40	10

Складені за результатами дослідів матриці оброблялися на персональному комп'ютері за допомогою програм Mathcad, Excel та Statistika за визначеною методикою [136].

Розраховувались дисперсії відтворюваності дослідів, однорідність дисперсії (критерій Кохрена). Перевірку значущості коефіцієнтів отриманих рівнянь регресії проводили за критерієм Стьюдента, а адекватність рівняння – за критерієм Фішера. Критичний рівень значущості приймали рівним 0,05.

Результати проведеного повнофакторного експерименту приведені у підрозділі 4.2.

РОЗДІЛ 3
Теоретичні ЗАСАДИ ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ КАБАЧКІВ І ГАРБУЗів ДО довгоТРИВАЛОГО ЗБЕРІГАННЯ

3.1 Обгрунтування основних технологічних параметрів підготовки кабачків і гарбузів до тривалого зберігання у замороженому стані

Серед овочів, які займають чільне місце в раціоні харчування населення завдяки своїм лікувальним властивостям, присутні кабачки і гарбузи. Але ці овочі не знайшли широкого розповсюдження для консервування шляхом низькотемпературного заморожування у зв'язку з розслабленням консистенції і підвищеною соковіддачею при дефростації [14, 42]. Це пояснюється великими розмірами гарбуза і кабачків і неоднорідною структурою плода (наявність корки, м'якуша і насіннєвого порожнистого простору). Тому кабачки і гарбузи, у зв'язку з великими розмірами перед заморожуванням розрізають на фрагменти, які у подальшому і піддають низькотемпературному заморожуванню [175].

3.1.1 Обґрунтування розмірів фрагментів кабачків і гарбузів

Теоретичне обґрунтування форми і розмірів шматочків продукту при заморожуванні повинно спиратись в першу чергу на якість замороженого продукту. Як відомо критерієм якості заморожування є швидкість процесу. Найкращу якість заморожених продуктів отримають за високих швидкостей заморожування. Так згідно класифікації Планка [5] середня лінійна швидкість для

швидкого заморожуванні – 5…50 см/год;

заморожування з середньою швидкістю – 1…5 см/год;

повільне заморожування – 0,1…1 см/год.

Тому для отримання якісного продукту з мінімальними втратами маси та біологічно активних речовин потрібно застосувати швидке заморожування з мінімальною лінійною швидкістю 5 см/год.

Таким чином геометрія шматочків продукту та характеристики охолоджуючого середовища повинна забезпечити саме таку швидкість заморожування.

Як відомо, найбільш простою та достатньо універсальною формулою для розрахунку тривалості процесу заморожування є відома формула Планка з урахуванням кінцевої теплоємності замороженої частини продукту та коефіцієнту форми [146].

(3.1)

де τзам - час заморожування, с;

L - питома теплота льодоутворення, 3,35·105 Дж/кг
ρ - густина продукту, кг/м3;
С - питома теплоємність продукту, Дж/кг·К;
R - характерний розмір продукту, м;
λ - коефіцієнт теплопровідності продукту, Вт/(м·К);
α - коефіцієнт тепловіддачі від поверхні продукту до охолоджуючого повітря, Вт/(м2·К).
tср - температура охолоджуючого середовища, °С;
tкр - кріоскопічна температура продукту, °С;

Bi - число Біо, .

Ф – коефіцієнт форми, який, як показано в роботі [141], краще визначати за співвідношенням

, (3.2)

де, Rx, Ry, Rz. - розміри тіла вздовж осей x,y,z прямокутної системи координат (розташованої у геометричному центрі тіла), причому вісь 0z поєднує найбільш віддалені точки тіла на його поверхні, вісь 0x найбільш наближені точки тіла (рис. 3.1). При чому характерним розміром для процеса теплоперенесення є розмір Rx.. Коефіцієнт форми згідно (3.2) змінюється в межах від 1 до 3, Ф=1 відповідає найменш упакованим тілам (нескінчена пластина), Ф=3 відповідає сфері (найбільш упаковане тіло).

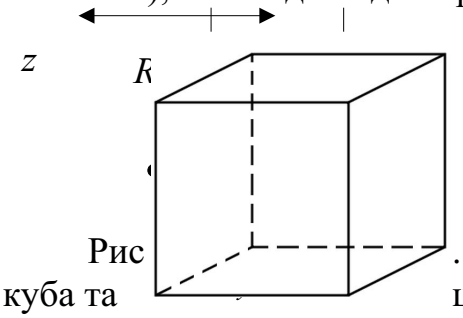


Рис . 3.1. Визначення коефіцієнтів форми для куба та циліндра

Коефіцієнт форми для куба зі стороною а та характерними розмірами Rx =Ry=Rz=a/2 дорівнює

, (3.3)

Для циліндра коефіцієнт форми залежить від його радіуса R та висоти h,

а саме, Ry=R; ; , то

, (3.4)

Коефіцієнт форми циліндра змінюється в межах 1…2,6. Найменше значення відповідає нескінченно тонкому циліндру (Rx<<Rz; Ry<<Rz), найбільше циліндру для якого Rx=Ry , висота такого циліндра згідно рівняння (3.4) дорівнює h=1.57R.

Середню лінійну швидкість заморожування можна визначити з урахуванням (3.1) - (3.2) наступним чином

. (3.5)

де ωзам - середня лінійна швидкість заморожування, м/с.

Проаналізуємо це рівняння. Для цього представимо його у безрозмірнісному вигляді

. (3.6)

Ліворуч в цій формулі є безрозмірнісна швидкість заморожування, яка тим більше, чим більше число Біо, чим менше теплоти іде на процес змінювання температури замороженого шару (величина C(tкptx)) та чим більше коефіцієнт форми тіла, що заморожується. Тобто для збільшення швидкості заморожування треба збільшувати коефіцієнт тепловіддачі та використовувати нарізані шматочки продукту які мають найбільший коефіцієнт форми. Зазначимо, що найбільше значення коефіцієнт форми має для сфери Ф = 3, яка як відомо з експерименту має найбільшу швидкість як охолодження, так і заморожування.

Вибір форми шматочків продукту, що заморожуються, повинен робитись з цих міркувань. Як вже зазначалось, для фрагментів продукту у формі куба коефіцієнт форми постійний незалежно від розмірів Фкуб=2,5, а для циліндра максимальне значення коефіцієнту форми Фцил=2,6 має низький циліндр з висотою h=1,57R. Якщо для кабачка середній радіус плоду 20 мм, то відповідна висота циліндру 31 мм.

Визначимо умови, за яких буде відбуватись швидке заморожування продукту. Для цього побудуємо залежність середньої швидкості заморожування (3.5) для фрагментів гарбуза у формі кубиків та кабачків у формі низького циліндру з оптимальною висотою h 57R. Для розрахунків скористуємося теплофізичним характеристиками, отриманим для цих плодів у наших експериментах (розділ 4), які зведено в табл. 3,1

Коефіцієнт тепловідачі розраховувся за рівнянням (3.7)

, (3.7)

де число Нусельта,

λср -коефіцієнт теплопровідності охолоджуючого середовища, Вт/(м·К).

Таблиця 3.1

Характеристики процесу заморожування кабачка [17,36]

Параметр	Позначення	Величина
Коефіцієнт теплопровідності, (середнє значення на лінії заморожування), Вт/(м·К)	λ	0,69
Питома теплоємність (середнє значення на лінії заморожування),, Дж/(кг·К)	С	3250
Густина (середнє значення на лінії заморожування),, кг/м3	ρ	950
Радіус кабачка, м	R	0,01…0,04
Висота кабачка	h	1.57R
Коефіцієнт форми	Г	2,6
Температура охолоджуючого повітря, °С	tср	-40
Кріоскопічна температура продукту, °С	tкр	-1,07

Результати розрахунків наведено на рис. 3.2. Як видно з наведених даних існує максимальне значення радіусу кружечка плоду за даного коефіцієнту тепловіддачі при якому виконуються умови швидкого заморожування (ωзам, ≥5 см/год). Для радіусів плоду більших ніж Rmax швидкість заморожування буде менше ніж рекомендовано для швидкого заморожування.

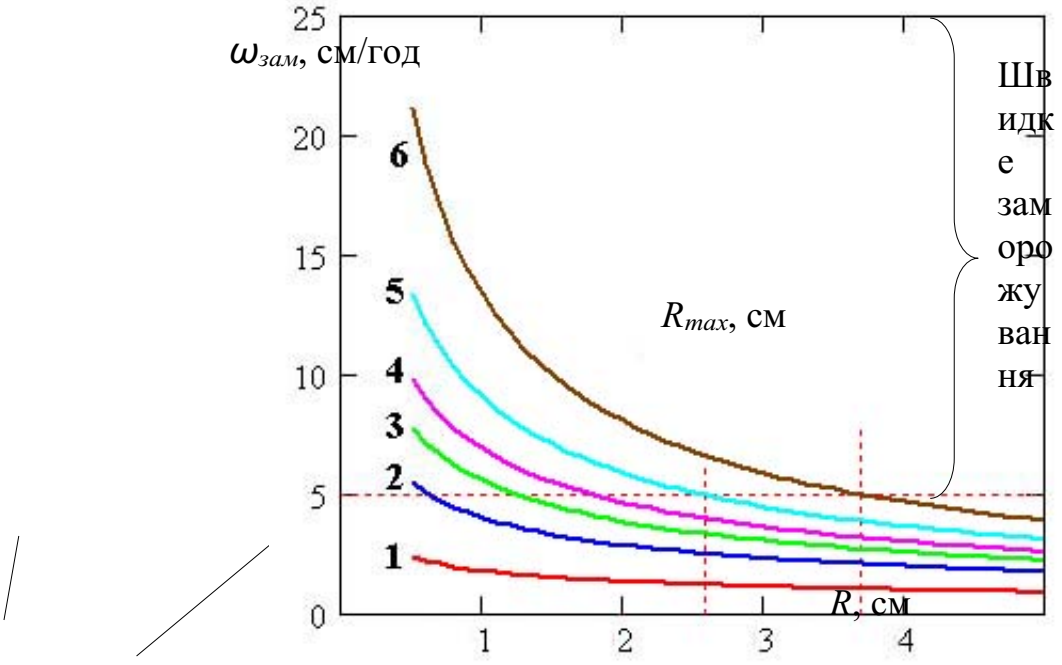


Рис. 3.2. Лінійна швидкість заморожування кабачка, залежно від радіуса плоду та коефіцієнту тепловіддачі: 1- 20 Вт/(м2·К); 2- 50 Вт/(м2·К); 3-

75 Вт/(м2·К); 4- 100 Вт/(м2·К); 5- 150 Вт/(м2·К); 6- 300 Вт/(м2·К).

Згідно наведених розрахунків умовам швидкого заморожування для кабачків з радіусом плоду від 1 до 3.7 см відповідає заморожування з коефіцієнтом тепловіддачі α=300 Вт/(м2·К) або з радіусом плоду від 1 до 2.6 см з коефіцієнтом тепловіддачі α=150 Вт/(м2·К). Таку інтенсивність заморожування можна досягти в флюідизаційних швидкоморозильних апаратах.

На рис. 3.3 наведено розрахункову тривалість заморожування за рівнянням (3.1) для кабачків з радіусом плоду від 1 до 3,7 см (коефіцієнт форми Ф=2,6) у апараті з коефіцієнтом тепловіддачі α=150 Вт/(м2·К) та α= 300 Вт/(м2·К).

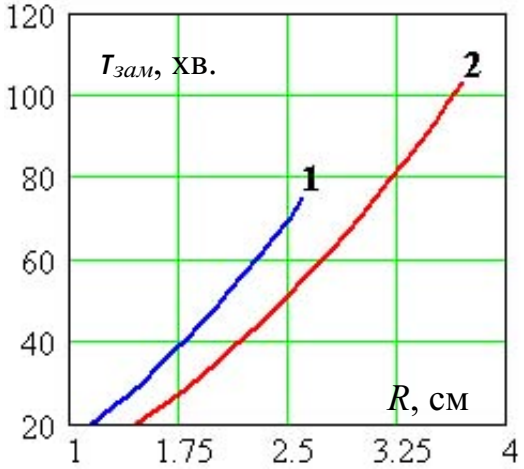


Рис. 3.3. Розрахункова тривалість швидкого заморожування кабачків з радіусом плоду від 1 до 3,7 см залежно від коефіцієнтом тепловіддачі у апараті: 1 α=150 Вт/(м2·К); 2 α=300 Вт/(м2·К).

Обґрунтуємо режим заморожування шматочків гарбуза у формі кубиків . Для розрахунків скористуємося теплофізичними характеристиками, отриманими для гарбуза у наших експериментах (розділ 4), які зведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Характеристики процесу заморожування гарбуза [17, 36]

Параметр	Позначення	Величина
Коефіцієнт теплопровідності, (середнє значення на лінії заморожування), Вт/(м·К)	λ	0,7
Питома теплоємність (середнє значення на лінії заморожування), Дж/(кг·К)	С	3150
Густина (середнє значення на лінії заморожування), кг/м3	ρ	920
Сторона кубу, м	2R	0,02…0,06
Коефіцієнт форми	Г	2,5
Температура охолоджуючого повітря, °С	tср	-40

Кріоскопічна температура продукту, °С	tкр	-0,67

Згідно наведених на рис. 3.4 результатів розрахунків умовам швидкого заморожування (ωзам,≥5 см/год) відповідають кубики гарбуза з розміром не більше 4,2 см за коефіцієнта тепловіддачі α=300 Вт/(м2·К). Якщо коефіцієнт тепловіддачі складає α=150 Вт/(м2·К) то максимальний розмір сторони кубика не більше 3 см,

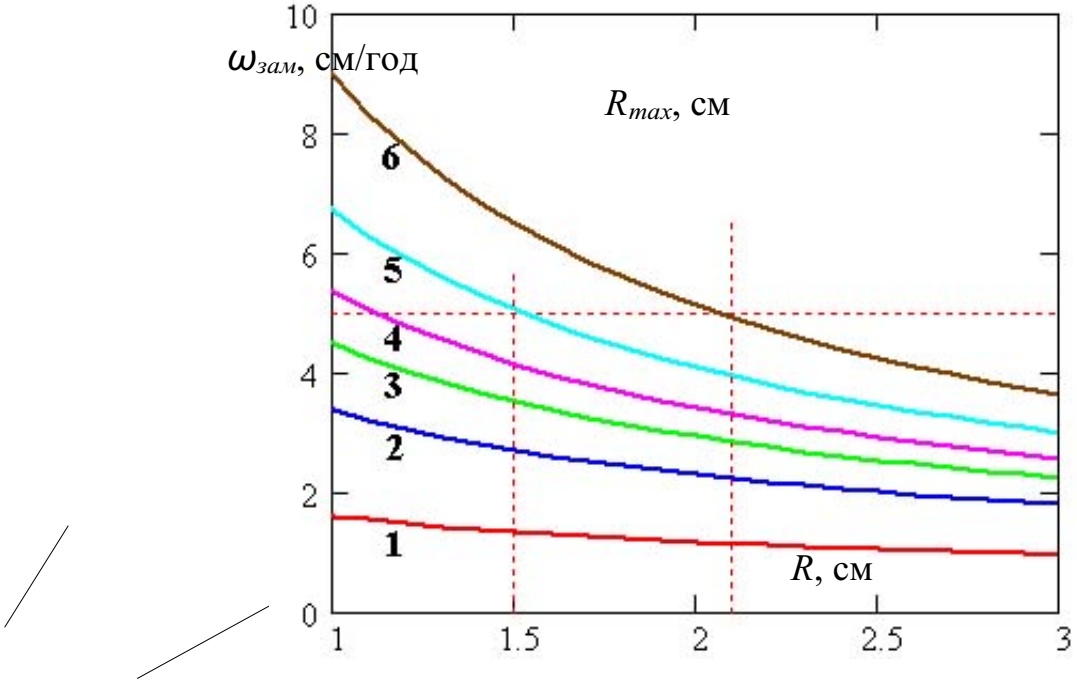


Рис. 3.4. Лінійна швидкість заморожування гарбуза, залежно від розмірів кубика 2R та коефіцієнту тепловіддачі: 1- 20 Вт/(м2·К); 2- 50 Вт/(м2·К); 3- 75 Вт/(м2·К); 4- 100 Вт/(м2·К); 5- 150 Вт/(м2·К); 6- 300 Вт/(м2·К).

На рис. 3.5 наведено розрахункову тривалість заморожування за рівнянням (3.1) для кубиків гарбуза з розміром сторони 2R від 2 до 4 см (коефіцієнт форми Ф=2,5) у апараті з коефіцієнтом тепловіддачі α=150 Вт/(м2·К) та α=300 Вт/(м2·К).

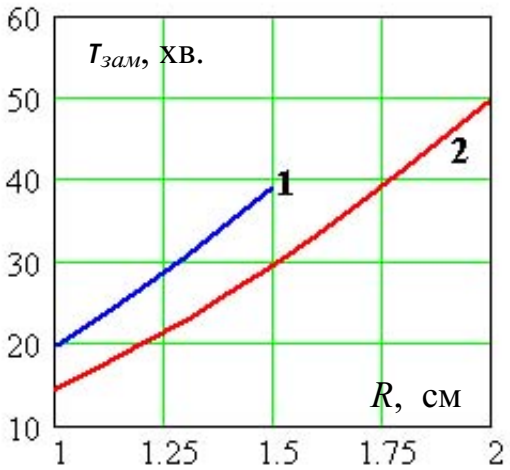


Рис. 3.5. Розрахункова тривалість швидкого заморожування кубиків гарбуза з розміром сторони від 2 до 4 см залежно від коефіцієнта тепловіддачі у апараті: 1 - α=150 Вт/(м2·К); 2 - α=300 Вт/(м2·К).

3.1.2 Визначення кількості теплоти

Метою досліджень є визначення кількості теплоти при заморожуванні теоретичним і графічним способами і порівняння отриманих результатів.

При розрахунку процесу заморожування необхідно знати кількість тепла, яке потрібно відвести від продукту, щоб здійснити його заморожування.

Тепло, що відводиться від продукту, що заморожується, Q, Дж, виражається формулою [184]:

(3.8)

де G – маса продукту, кг;
c0 – початкова теплоємкість продукту, Дж/(кг·К);
tн – початкова температура продукту, °С;
tкр– кріоскопічна температура продукту, °С;
L – питома теплота льодоутворення, 335 кДж/кг;
W – вологість продукту, %;
ω – частка вимороженої води, (≈0,9);
см – питома теплоємкість при льодоутворенні, Дж/(кг·К);
tк – кінцева температура продукту, мінус 20°С.

Сума в прямих дужках формули (3.8) являє собою теплоту, що відводиться від одиниці маси продукту. Тут перший доданок виражає теплоту охолодження, другий - теплоту власне льодоутворення, а третій - теплоту, що відводиться для пониження температури під час льодоутворення , а також і після завершення льодоутворення, якщо воно закінчилося при більш високій температурі, ніж tк..

Розглянемо графіки заморожування кружечків кабачків.

Кабачки згідно з проведеними дослідженнями [199] розрізали на кружки шириною 20 мм. Перетворимо формулу (3.8), представивши кружечок кабачка як циліндр. Тоді з урахуванням його геометричної форми [74]:

, (3.9)

де r – радіус кружечка, 0,03 м;
h – ширина кружечка, 0,02 м;
ρ – густина кабачків, 950 кг/м3
Тоді формула (3.8) прийме вигляд

(3.10)

Для кабачка c0tкр Wсм [36].

Розкривши дужки і підставивши значення у формулу (3.10), обчислимо кількість теплоти, необхідну для заморожування. Вона складає 22,5 кДж. Таким чином, ми отримали кількість теплоти теоретичним шляхом.

Для визначення кількості теплоти графічним способом розглянемо графік залежності температури від часу заморожування кружечка кабачка в холодильній камері, в рідкому азоті і в парах рідкого азоту (рис. 3.6, 3.7 і 3.8 відповідно).

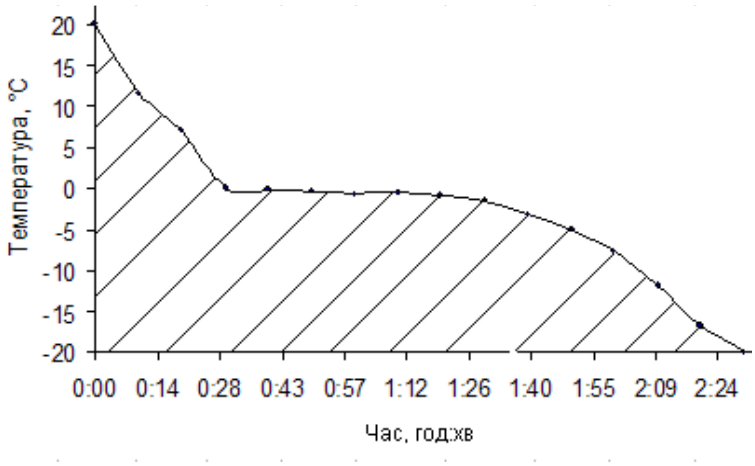


Рис. 3.6 Залежність температури від часу заморожування кабачків в холодильній камері

Кількість теплоти, що відводиться при заморожуванні, можна визначити, знаючи площу під графіком f (рис. 3.6) і коефіцієнт переведення С [192]:

$$Q=f\cdot C, \quad (3.11)$$

$$C=\alpha\cdot F \quad (3.12)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі, (при заморожуванні в повітрі α 2·К); в парах рідкого азоту 31 Вт/(м2·К); в середовищі рідого азоту 297 Вт/(м2·К));

F – площа поверхні кружечка кабачка (0,009 м2).

З урахуванням масштабів осей графіка формула (3.11) прийме вигляд:

$$Q=f\cdot C\cdot mt\cdot m\tau, \quad (3.13)$$

где mt – масштаб шкали температури, 1250град/м;

mτ – масштаб шкали часу, 120260 с/м.

Площу графіків визначаємо за допомогою комп'ютерної програми Scanpro5, для цього скануємо графік, відкриваємо його в цій програмі, вказуємо контур графіка і відповідне значення площі з'являється у вікні програми.

Визначимо площу графіка (рис.3.6) для випадку заморожування в холодильній камері, площа графіка f = 0,00164025 м2. Підставивши дані у формулу (3.13), отримаємо

$$Q = 0{,}00164025\cdot 0{,}099\cdot 1250\cdot 120260 = 24{,}4 \text{ кДж}$$

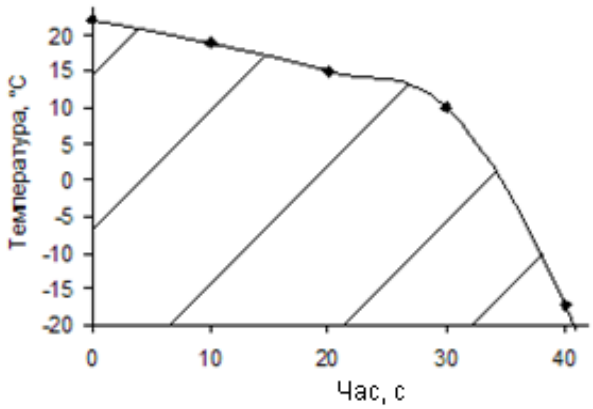


Рис. 3.7. Залежність температури від часу заморожування кабачків в рідкому азоті

Розглянемо графік заморожування кабачків в рідкому азоті (рис.3.7). Аналогічно до попереднього випадку визначимо кількість теплоти, необхідну для заморожування, підставивши в формулу (3.13) необхідні дані: площа графіка f 2 mt /м; mτ Q8 кДж.

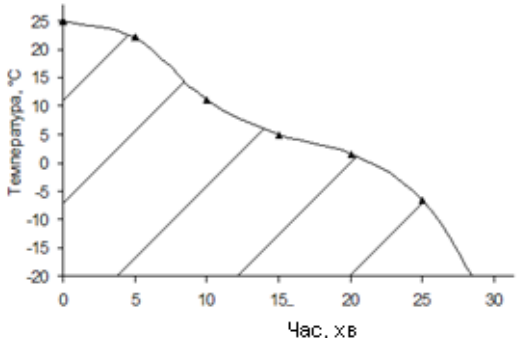


Рис. 3.8. Залежність температури від часу заморожування кабачків у парах рідкого азоту

Для випадку заморожування в парах рідкого азоту (рис.3.8): площа графіка f 2, mt град/м; mτ с/м. Отримаємо Q

Розглянемо графіки заморожування шматочків гарбуза

Гарбуз перед заморожуванням відповідно до проведених досліджень [199] розрізали на кубики з розміром граней 30 мм. Формулу (3.8) перетворимо для випадку кубиків гарбуза:

.DSMT4 (3.14)

де ***a*** – розмір грані кубика гарбуза, 0,03 м;

ρ – густина гарбуза , 920 кг/м^3

Тоді формула (3.14) набуде вигляду:

(3.15)

Для гарбуза c0 tкр інус 0,67 °С; Wсм 6].

Підставивши вищенаведені дані у формулу (3.15), отримаємо Q кДж - кількість теплоти, необхідна для заморожування кубика гарбуза, визначена теоретично.

Для визначення кількості теплоти графічним способом, розглянемо графіки залежності температури від часу заморожування гарбуза в холодильній камері, в рідкому азоті і в парах рідкого азоту [23] (рис. 3.9, 3.10 , 3.11 відповідно).

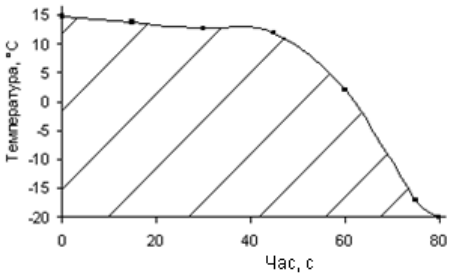


Рис. 3.9. Залежність температури від часу заморожування гарбуза в рідкому азоті

За формулою (3.15) обчислимо кількість теплоти, необхідної для заморожування гарбуза в рідкому азоті (рис.3.9), графічним методом, з урахуванням F2, площа графіка f =0,00253 м2 mtmτ Отримаємо Q =0,73 кДж.

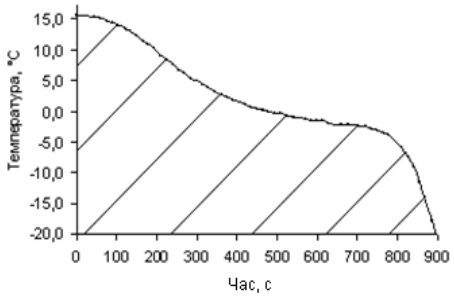


Рис. 3.10. Залежність температури від часу заморожування гарбуза в парах рідкого азоту

За формулою (3.15) обчислимо кількість теплоти, необхідної для заморожування гарбуза в парах рідкого азоту (рис.3.10), графічним методом, з урахуванням, площа графіка f =0,00245 м2, mtmτ Отримаємо Q =4,24 кДж

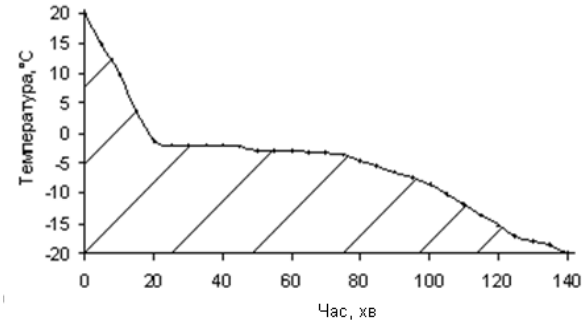
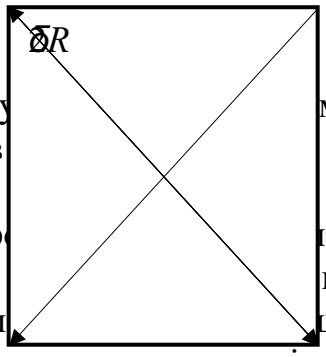


Рис. 3.11. Залежність температури від часу заморожування гарбуза в холодильній камері

За формулою (3.15) обчислимо кількість тепла, необхідного для заморожування гарбуза в холодильній камері (рис.3.11), графічним методом, з урахуванням, площа графіка f =0,00316 м2, mt = 1000 град/м; mτ Отримаємо Q =13,2 кДж.



3.1.3 Обгрунту мороженого шару фрагментів кабачків і гарбузів

Перед замор ити кабачків і гарбуза необхідно підморожувати до вологи, тобто до утворення крижаної кірки (підморожен шкоджає злипанню шматочків.

Для обґрунтування товщини підмороженого шару і температури, при якій припиняється злипання шматочків, були проведені теоретичні та експериментальні дослідження.

Товщина визначалася з наступних міркувань. Згідно запропонованої технології підготовки гарбузових овочів до холодильного зберігання вони спочатку підморожуються з метою утворення замороженого шару на поверх ні продукту, який перешкоджає злипанню шматочків продукту на наступному етапі заморожування. При цьому етапи підморожування та заморожування відбуваються у різних апаратах: Оскільки існує певний технологічний проміжок часу, коли продукт перевантажується з апарату для підморожування до швидкоморозильного апарату, то за цей час підморожений шар продукту не повинен досягти кріоскопічної температури.

Спочатку визначимо зв’язок між часом нагрівання та товщиною підмороженого шару за наступних припущень: товщина підмороженого шару δ невелика у порівнянні з характерним розміром продукту R (рис. 3.12); поверхня підмороженого шару має температуру -5 °С, бо згідно з отриманими нами результатів адгезія практично припиняється при температурі мінус 4-5 °С [173, 194]; решта продукту має кріоскопічну температуру, теплообмін на межі незамороженого та підмороженого шару відсутній; теплофізичні характеристики підмороженого шару сталі та відповідають середнім значенням на лінії фазового переходу.

Рис. 3.12. Геометрія підмороженого шару продукту.

Ці допущення аналогічні допущенням відомою формули Планка та цілком прийнятні для інженерних розрахунків.

Рівняння теплового балансу для середньої температури підмороженого шару за цих допущень записується наступним чином

, (3.16)

де Сзам – питома теплоємкість замороженого продукту, Дж/(кг·К);
ρзам – густина замороженого продукту, кг/м3;
S – площа поверхні продукту, м2;
t –середня температура замороженого шару, К;
tср – температура навколишнього середовища, К;

αср – коефіцієнт тепловіддачі від навколишнього середовища, Вт/(м2·К).

Розв’язок цього диференційного рівняння відносно кінетики середньої температури при нагріванні замороженого шару має наступний вигляд

, (3.17)

де tпід початкова температура замороженого шару, К.

З останнього рівняння можна визначити товщину замороженого шару, який за час між моментом вивантаження з апарату для попереднього підморожування до моменту завантаження у швидкоморозильний апарат досягає кріоскопічної температури

, (3.18)

де τтех тривалість технологічного інтервалу для перевантаження продукту з апарату для попереднього підморожування до швидкоморозильного апарату. с.

Залежно від тривалості технологічного інтервалу треба визначати товщину замороженого шару продукту. На рис. 3.13 наведена розрахункова товщина шару продукту, який залишається у кріоскопічному стані залежно від тривалості технологічного інтервалу при початковій температурі tпід=-5°С. Теплофізичні характеристики продуктів взято за даними табл.3.1, 3.2, коефіцієнт тепловіддачі за природної конвекції у повітрі αср за температури tср=-20°С визначали з критеріального рівняння

, (3.19)

δ, м

$\tau_{тех}$, с

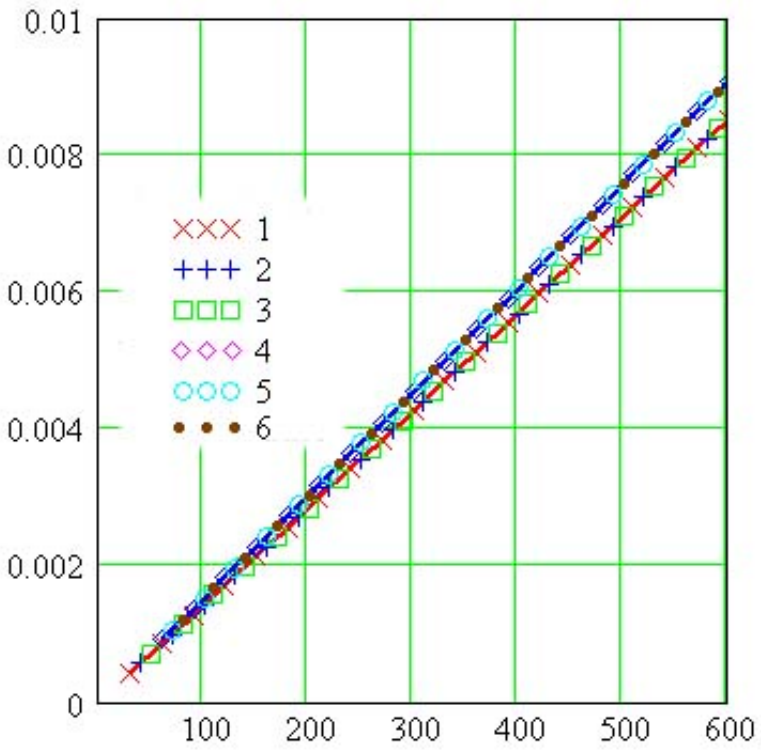


Рис.3.13 Розрахункова товщина шару продукту, який залишається у кріоскопічному стані залежно від тривалості технологічного інтервалу перевантаження продукту: кабачок: 1- R=0.01 м; 2- R=0.02 м; 3- R=0.03 м; гарбуз 4- 2R=0.02 м; 5- 2R=0.03 м; 6- 2R=0.04 м;

Таким чином, на етапі попереднього підморожування продукту треба досягти товщини замороженого шару, яка розраховується за рівнянням (3.18). На практиці під час попереднього підморожування неможливо контролювати цю товщину, а контролюється тільки час підморожування.

Час підморожування, тобто тривалість охолодження та формування шару замороженого продукту можна розрахувати за формулою [146]:

(3.20)

де С0 – питома теплоємність незамороженого продукту, Дж/(кг·К);

t0 початкова температура продукту, °С.

За рівнянням (3.20) з урахуванням (3.18) було розрахована тривалість попереднього підморожування шматочків кабачків та гарбузів різного розміру (рис.3.14) за умов швидкого заморожування (коефіцієнт тепловіддачі 300 Вт/(м2·К), радіус кружечків кабачку R=0,01…0.03 м, висота h=1/57R; кубики гарбуза розміром 2R=0,02…0.04 м), t0=20 °С.

$\tau_{зам}$, с

$\tau_{тех}$, с

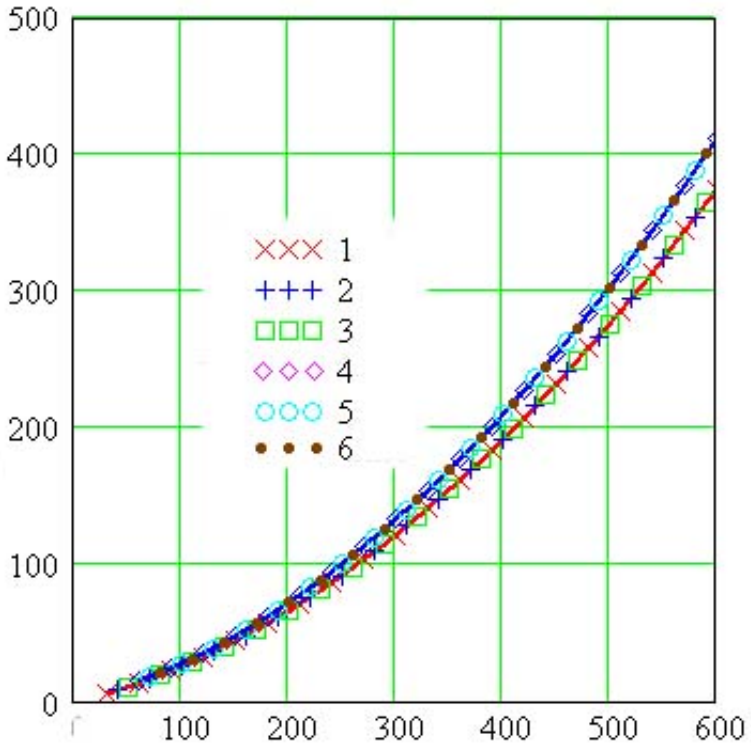


Рис.3.14 Розрахункова тривалість попереднього підморожування шматочків кабачків та гарбуза залежно від тривалості технологічного інтервалу перевантаження продукту при α=300 Вт/(м2·К): кабачок: 1- R=0.01 м; 2- R=0.02 м; 3- R=0.03 м; гарбуз 4- 2R=0.02 м; 5- 2R=0.03 м; 6- 2R=0.04 м.

Згідно проведених розрахунків видно, що тривалість попереднього заморожування не залежить від розміру шматочків продукту, бо заморожуються тільки поверхневий шар та сильно залежить від технологічного інтервалу перевантаження продукту з пристрою попереднього підморожування в швидкоморозильний апарат: при збільшенні технологічного інтервалу від 5 до 10 хвилин тривалість попереднього підморожування збільшується більше ніж в 3 рази. Тому з точки зору енергозбереження на етапі підморожування треба вживати заходів для мінімізації цього технологічного інтервалу.

Проведено експериментальну перевірку процесу замороження гарбузових овочів. Для визначення зміни температури по товщині продукту в центрі шматочка і на глибині 1 мм від поверхні, встановлювалися термопари і здійснювалося заморожування в холодильній камері. Зміну температури фіксували потенціометром КВ- 1.

З отриманих залежностей (рис.3.15) видно, що на відстані 1 мм від по верхні шматочка фазовий перехід закінчується через 25 хвилин після початку підморожування. Від точки попереднього охолодження (5 °С) до завершення фазового переходу (мінус 2 °С) проходить всього 10 хвилин. У той час як фазовий перехід триває до 120 хвилин. При цьому певна температура підморожування мінус 5 °С на відстані 1 мм від поверхні досягається на 60-ій хвилині або через 35 хвилин після закінчення фазового переходу. У цей час центр кружечка кабачка і кубика гарбуза є незамерзлим.

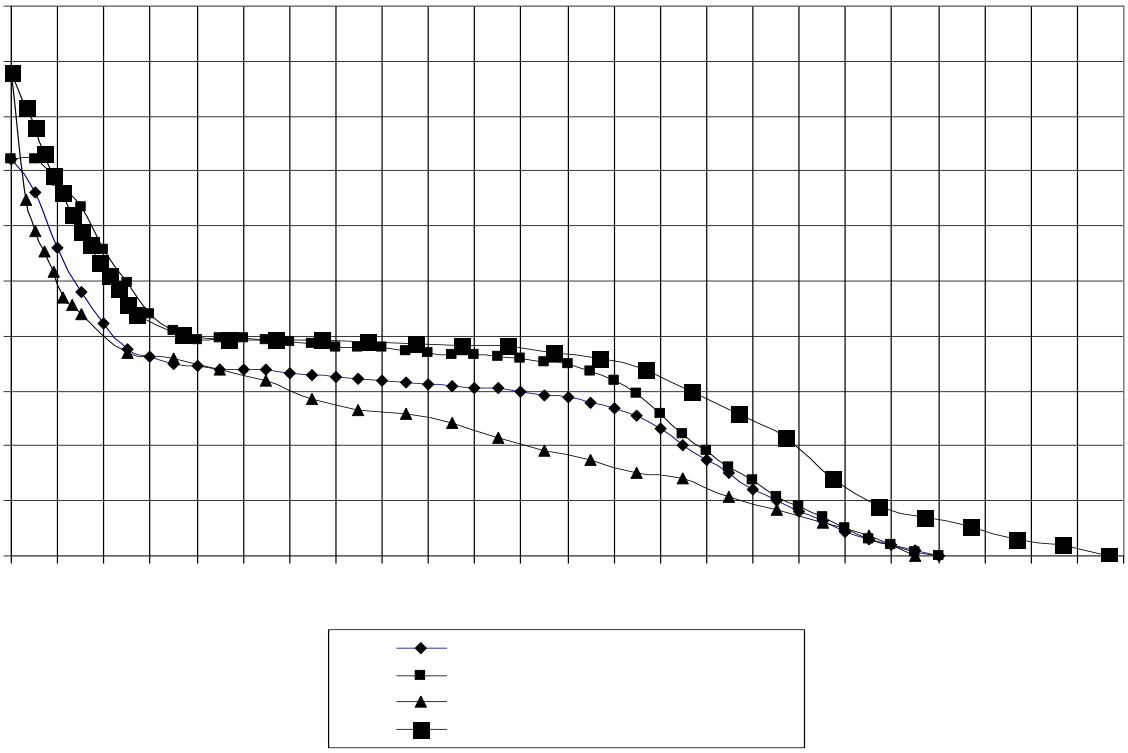


Рис.3.15 Пошарове заморожування кружечків кабачків і кубиків гарбузів

Таким чином, можна зробити висновок, що підморожування плодоовочевої продукції, що зберігається в подрібненому вигляді, дозволяє уникнути злипання і зберегти товарний вигляд і споживчі властивості.

3.1.4 Вибір температури заморожування кабачків і гарбузів по вимороженій воді

Процес заморожування тканин - це насамперед процес замерзання тканинної рідини, тобто розчину невеликої концентрації. Оскільки у воді продукту розчинені мінеральні та органічні речовини, фазове перетворення починається при відведенні тепла в момент порушення стану переохолодження. При цьому зниження температури супроводжується відповідною зміною концентрації рідкого розчину.

Вільна вода знаходиться в міжклітинному просторі продукту і є розчинником мінеральних речовин. При температурах нижче кріоскопічної вона перетворюється у лід. По мірі виморожування вільної води збільшується концентрація солей в незамерзлому міжклітинному розчині, що призводить до зміщення кріоскопічної температури в область більш низьких температур. При цьому виморожування води відбувається поступово, з підвищенням концентрації розчину, що залишився. При досягненні концентрації, визначеної для даного розчину (тканинного соку), він весь застигає в суцільну тверду масу, яку називають евтектикою; температура її утворення називається евтектичною.

Фазовий перехід води в лід обумовлює гальмування дифузійних процесів, хімічних і біохімічних реакцій, зберігаючи за рахунок цього якісні характеристики продукту на тривалий період.

Дослідження показали, що хімічний склад плодів і овочів визначає досить низькі температури замерзання. Висока масова частка водорозчинних речовин у водній фазі сільськогосподарської продукції, зумовлює підвищення осмотичного тиску, і зниження температури початку замерзання. Причому, певний набір водорозчинних речовин, їх специфічні властивості визначають індивідуальне значення кріоскопічних температур і ступінь захисту від шкідливої дії холоду.

Якість замороженої рослинної тканини більшою мірою залежить від умов заморожування і від кількості незамерзаючої води. Тому заморожування плодів і овочів для тривалого зберігання необхідно проводити при такій температурі, при якій кількість незамерзаючої води буде таким, яке недоступне для хімічних реакцій.

Перетворення води в лід при відведенні тепла є дуже важливим явищем в холодильній технології, яке тягне за собою істотні наслідки, що впливають на якість продукції. Фізиці льодоутворення, властивостям води і льоду присвячені багато досліджень [6, 30, 52, 110].

З результатів досліджень випливає, що низькі температури призводять до різкого скорочення енергії руху молекул, внаслідок чого вони з більшою інтенсивністю орієнтуються одна відносно одної в певному порядку, притаманному їх положенню в кристалі. Уповільнення руху молекул води виражається в зниженні загальної внутрішньої енергії речовини, яку класифікують як приховану теплоту льодоутворення, що виділяється під час кристалізації [39, 78, 184]. При низьких температурах молекули води входять до складу кристалів льоду, збільшуючи їх розміри і тиск, на протоплазму руйнуючи її.

Метою дослідження є вивчення кінетики фазового перетворення води в лід при різних температурах і використання отриманих даних для вибору режимів заморожування і тривалого зберігання сільськогосподарської продукції.

Щоб зробити обґрунтоване судження про якісні зміни заморожених продуктів, необхідно знати про можливі структурні зміни, пов'язані з впливом холоду. Дія холоду виражається в руйнуванні адсорбованих шарів води, особливо тих, які на більшій відстані від поверхні води.

Вимерзання вологи залежить від енергії її зв'язку з сухою речовиною плодоовочевої продукції. У процесі заморожування, осмотичні сили незамерзаючої води, що виникають, прагнуть відірвати міцно зв'язну воду і перевести її в розчин, де вона потім перейде в лід.

Рівноважну енергію зв'язку (Е) визначали в залежності від температури замороженого продукту. Для обчислень використовували формулу Д.Г. Рютова [148]:

(3.21)

где L – питома теплота перетворення води в лід, кДж/кг;

t – кінцева температура продукту, оС.

, (3.22)

Результати розрахунків представлені на рис. 3.16.

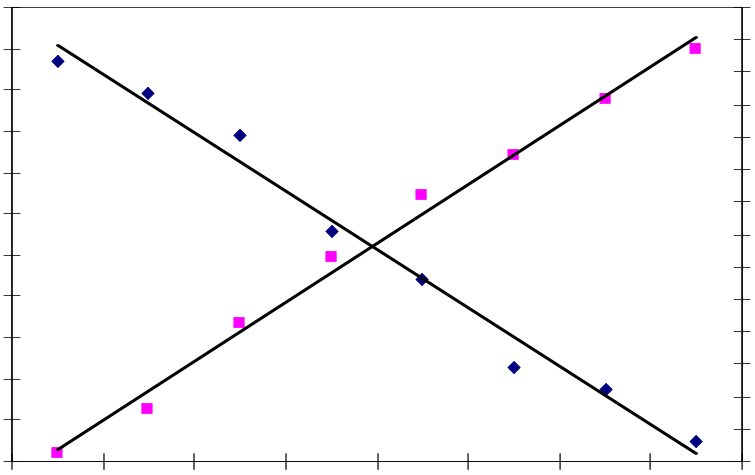


Рис. 3.16 Енергія зв'язку води в системі замороження овочевої продукції.

1 - зміна питомої теплоти перетворення води в лід;

2 - зміна енергії зв'язку води в системі замороження плодоовочевої продукції.

Стани рівноваги при температурі t прирівнюються до енергії зв'язку води з сухими речовинами продукту.

Аналіз рис. 3.16 показав, що внаслідок зниження температури овочевої продукції, у замороженій системі залишається незамерзла вода з великою енергією зв'язку. Це пов'язано з тим, що виморожування води відбувається в напрямку від малоенергоємних форм зв'язку з сухою речовиною продукту до високоенергоємних форм.

Для встановлення температури заморожування овочевої продукції, при якій кількість незамерзаючої води буде такою, що недоступна для біохімічних реакцій. Ці технологічні умови заморожування є фактором стабільності продуктів при тривалому зберіганні.

Теоретично за апроксимованою Чижовим Г.Б. із закону Рауля формули (3.22) було визначено кількість вимороженої води:

, (3.23)

де ω – кількість вимороженої води, %;
t – температура заморожування, оС;
tкр – кріоскопічна температура, оС.

Для експериментального дослідження кількості вимороженої води використовувався кріогенний спосіб заморожування. Для цього в посудину Дьюара об'ємом 30 л з рідким азотом опускали овочі з попередньо встановленими в них термопарами.

Кабачки нарізали кружечками, гарбузи – кубиками, для проведення досліду брали два однакових за розмірами фрагменти, в середину одного встановлювали термопару, а другий перед заморожуванням зважували на електронних вагах, потім обидва фрагменти поміщали в посудину Дьюара з рідким азотом. Для цього було виготовлено пристосування, що дозволяє опускати випробовувані зразки овочів на одному рівні для рівномірного теплообміну між парами рідкого азоту і зразками.

Овочі заморожували в парах рідкого азоту до температури -10, -20, -30 і -40 ° С.

Заморожування кабачка здійснювалося кружечками розміром 5 × 2 см, гарбуза кубиками 0,4 × 0,4 × 0,4 см.

Після досягнення заданої температури, яку контролювали за допомогою потенціометра КВ-1, досліджуваний зразок подрібнювали і поміщали в сушильну шафу, де висушували при температурі 103... 105 ° С до постійної маси.

Масову частку вологи визначали за формулою

(3.24)

где m1 – маса зразка до заморожування, г;
m2 – маса зразка після висушування, г.

Результати досліджень із зміни фазового стану води під впливом низьких температур в плодоовочевої продукції, замороженої до різних температур? були використані для побудови діаграм. На рис. 3.17 і 3.18 наведено графіки динаміки фазового переходу води в лід для кабачка і гарбуза відповідно. Результати досліджень дозволяють припустити, що водна фаза продукції містить незамерзаючу частину при будь-яких температурах.

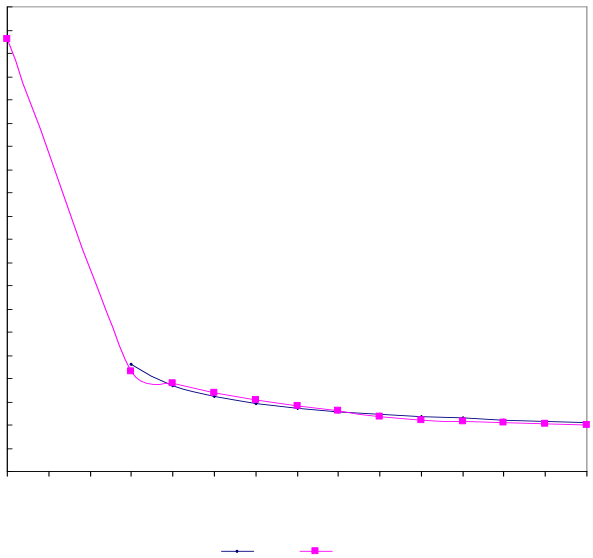


Рис. 3.17 Залежність вмісту води від температури заморожування кабачка

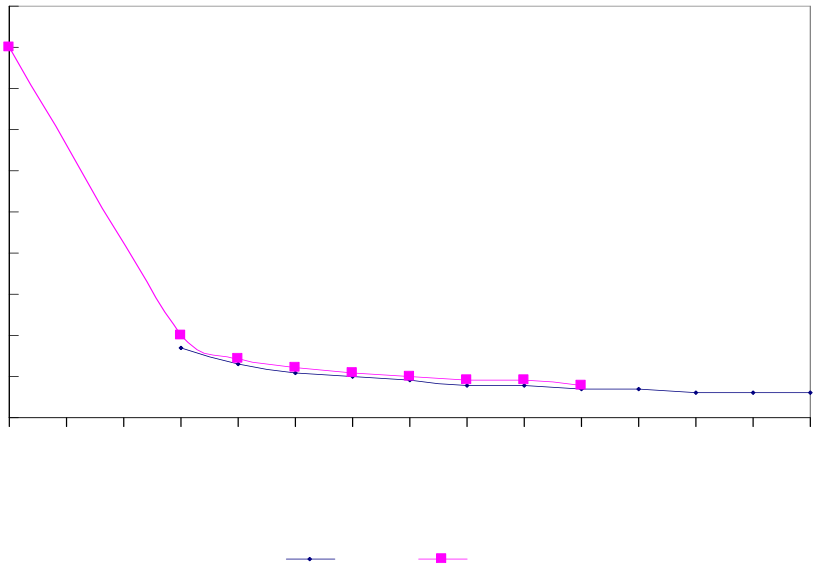


Рис. 3.18 Залежність вмісту води від температури заморожування гарбуза

Проведений аналіз діаграм показав, що кінетика зміни фазового стану води мала наступну закономірність. За час зниження температури до мінус 5 °С у водній фазі овочів в лід перейшло 60-70%. При цій температурі водна фаза являє гетерогенну систему „вода – лід”. Масова частка рідкої фази становить від 20 до 25%. На етапі заморожування до температури мінус 20 °С відзначалося незначне зниження масової частки незамерзлої води у овочах і склало 10-14%. Із пониженням температури до мінус 60 °С масова частка вимороженої води склала 4-5 % і кількість води, яка залишилася в овочах, дорівнювала 6-9 %. Отже, це ще раз підтверджує, що температура заморожування і зберігання повинна бути мінус 20 °С.

Аналіз графіків, отриманих теоретичним і експериментальним шляхами показав, що величина відхилення даних, отриманим теоретичним шляхом на 5-7% відрізняються від експериментальних.

Основні результати досліджень, викладених в підрозділі 3.1 опубліковано в [199 - 202].

3.2 Математичне моделювання процесу заморожування гарбузових овочів

Відомо, що теплофізичні властивості різних видів овочів істотно залежать від температури, особливо в області від'ємних температур. Через це крайова задача теплопровідності для одержання температурних полів об'єктів заморожування має бути нелінійною, враховувати теплові ефекти, зумовлені протіканням фазових перетворень вода – лід.

При аналізі процесів тільки охолодження сировини достатньо було б провести необхідне моделювання в рамках лінійних крайових задач теплопровідності [102]. В області від'ємних температур, при протіканні фазового перетворення вода – лід, неможливо використовувати лінійні постановки. Тому, для вирішення задач даної роботи необхідно провести моделювання в рамках нелінійних крайових задач теплопровідності, що дозволить описувати як стадію охолодження, так і стадію заморожування в рамках однієї моделі, одного розрахункового алгоритму.

Експериментальні дослідження процесу заморожування кабачків і гарбузів в даній роботі вдалося провести за умов вільної конвекції охолоджуючого повітря та у потоці пари азоту. При задовільному узгодженні експериментальних даних з виміряних та розрахованих значень температур в окремих точках об'єктів заморожування стане обґрунтованим використання розробленої методики та алгоритму для прогнозування промислових режимів заморожування в умовах примусової конвекції охолоджуючого повітря. Результати для цих об'єктів відповідно до умов їх заморожування в експериментальних дослідженнях та умов можливих режимів промислового заморожування представлені нижче.

Об'єкти заморожування в даній роботі, кабачки і гарбуз, представляють собою тверді тіла, і зміни їх температурних профілів здійснюються в основному за рахунок молекулярної теплопровідності (кондуктивний теплоперенос) [207]. За геометрією ці тіла (як і їх нарізані кружками шматки) є суцільними, для них як тіл неправильної геометричної форми можливо визначити „псевдоцентр" з координатою x = 0 та розмір x = R, як характерну відстань від псевдоцентру до поверхні. Відповідно, якщо температурне поле нестаціонарне та одномірне, моделюється функцією T(x, τ), то для псевдоцентру x=0 має бути записана умова симетрії температурного поля

(3.25)

Підсумовуючи наведені вимоги до математичної моделі процесу заморожування овочевої сировини, запишемо її у наступному вигляді, з використанням загальноприйнятих позначень:

(3.26)

Тут моделюючою функцією виступає температурне нестаціонарне і одномірне поле T(x, τ), Ce(T) - ефективна питома теплоємність продукту, ρ(T) - густина продукту, λ(T) - ефективна теплопровідність (перколяція теплоти) продукту, α1(τ), α2(τ) - змінні в часі коефіцієнти тепловіддачі відповідно з внутрішньої та зовнішньої поверхні теплообміну, Tc1(τ), Tc2(τ) - температури охолоджуючого середовища, що омиває відповідно внутрішню та зовнішню поверхні.

Описану математичну модель процесів охолодження та заморожування успішно було апробовано проф. Оніщенко В.П., але для сировини тваринного походження. З метою перевірки адекватності моделі для рослинної сировини було проведено її апробацію.

В основу розрахункових співвідношень покладено напівемпіричні формули для коефіцієнтів тепловіддачі при натіканні потоку на плоску пластину:

(3.27)

(3.28)

(3.29)

Тут Nuδ,lam, Nuδ,turb - відповідно числа Нусельта для ламінарного та турбулентного пограничного прошарку газу чи рідини обтікання, Reδ - число Рейнольдса для потоку газу чи рідини, Pr - число Прандтля при температурі газу чи рідини. Індекс δ в формулах (3.27-3.29) підкреслює значення характерного розміру при розрахунках чисел Re, Nu як довжини обтікання.

Заморожування фрагментів гарбуза і кабачків за різних умов теплообміну розглянемо далі. В попередніх дослідження нами обґрунтовано доцільність заморожування гарбуза у вигляді нарізаних шматочків-кубиків, а кабачків – нарізаних кружечками [199]. Коли об’єкт заморожування має форму куба з ребром a, температури визначаться в координатному діапазоні від 0 (координата псевдоцентра) до R=a/2 (відповідає значенню найменшої напівтовщини). Характерний розмір при визначенні значень коефіцієнту тепловіддачі за формулами (3.27-3.29) залишається рівним . Щодо значень коефіцієнту геометричної форми кубика при його зовнішньому омиванні холодоносієм, то чисто геометрична оцінка об’єму і поверхні дає для нього значення 2.

Очевидно, що відмінність значень геометричної поверхні від поверхні теплообміну (узгодженої з розрахованим коефіцієнтом тепловіддачі), приведе до дещо менших від 2 коефіцієнтів геометричної форми, за різними оцінками біля 1,8…1,9. Тому нами прийнято в подальших розрахунках значення Г=1,85.

Результати апробації математичної моделі, розрахункового алгоритму та теплофізичних властивостей гарбуза представлені на рис. 3.19 для процесу заморожування кубика гарбуза в потоці насиченої пари азоту.

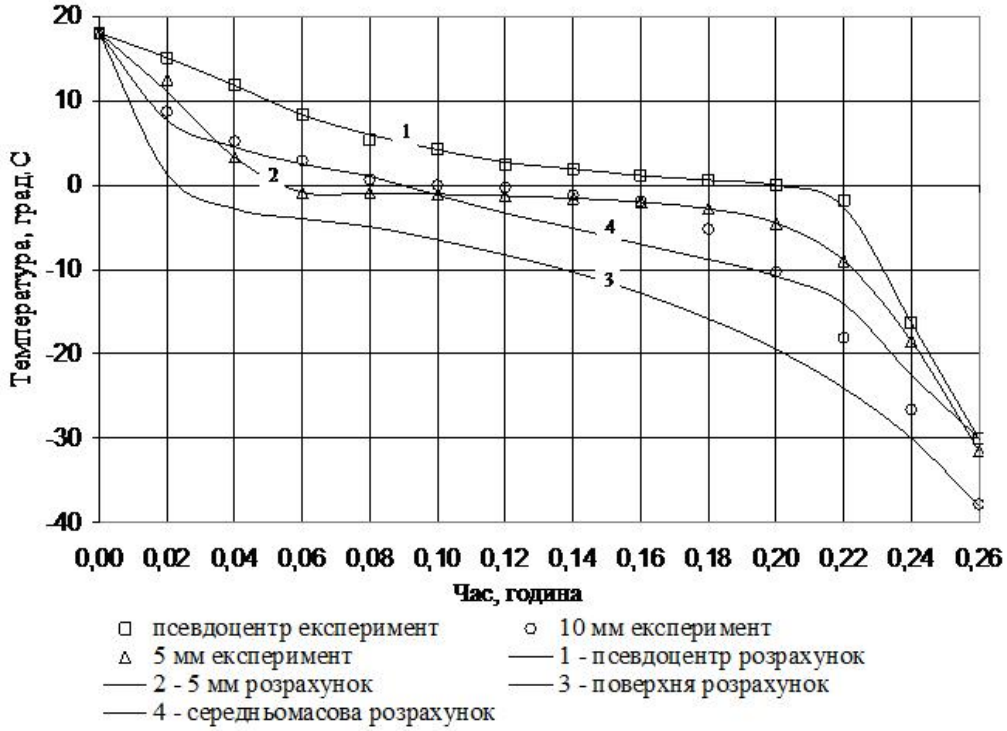


Рис. 3.19 – Експериментальні та розрахункові дані зі змін температур у характерних точках кубика гарбуза в процесі заморожування в насиченій парі азоту.

При цьому розрахункове значення швидкості руху пари азоту становило 0,206 м/с, а коефіцієнт тепловіддачі змінювався (за рахунок радіаційного теплообміну) від 13,8 до 13,3 Вт/м2К. Відповідно питомі значення теплових потоків змінювались від 2800 до 2060 Вт/м2 за весь процес заморожування, в основному за рахунок змін температури поверхні кубика. Необхідно також додати, що кубик гарбуза в цьому досліді мав ребро а=35 мм і початкову температуру 18 °С, в кінці процесу значення температури псевдоцентру і середньомасової достатньо близькі.

Заморожування в розсолі також достатньо інтенсивний процес, навіть при відносно високих температурах, як, наприклад, в разі дослідження, представленого своїми результатами на рис. 3.20.

Тут температура розсолу становила мінус 12,3 °С, початкова температура кубика гарбуза 19,0°С, а ребро кубика – 48 мм.

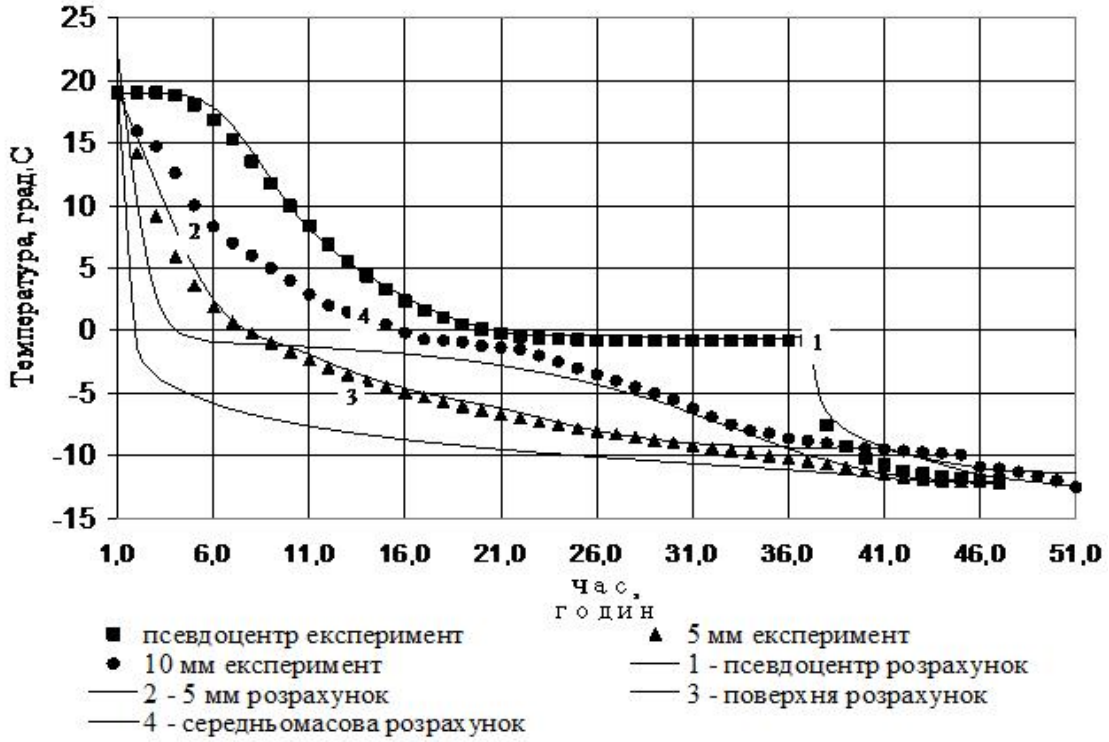


Рис. 3.20 – Експериментальні та розрахункові дані зі змін температур у характерних точках кубика гарбуза в процесі заморожування в розсолі NaCl.

Механізм теплообміну – конвективний, за умов вільної конвекції розсолу відносно кубика гарбуза, коефіцієнти тепловіддачі змінювались від значень близько 360 на початку до 130 Вт/м2К в кінці процесу заморожування, питомі значення теплового потоку відповідно від 3500 Вт/м2 до 15 Вт/м2. На рис. 3.20 представлені також результати апробаційних розрахунків, які демонструють розходження розрахункових і експериментальних данних на рівні до 0,5 -1,5 °С, за виключенням декількох точок в областях, де температура різко зменшується (наприклад, температура псевдоцентра в кінці процесу).

Звичайно, заморожування нарізаних кубиків гарбуза в розсолах NaCl в промислових умовах мабуть не є доцільним (скоріше в сиропах), але тут важливим є задовільні результати апробації. Інтенсивне заморожування кубиків гарбуза в потоці повітря при відносно високих швидкостях руху охолоджуючого повітря (у псевдозрідженому шарі) є найбільш прийнятним для промислової реалізації, тому тут представляє інтерес проведення апробаційних розрахунків.

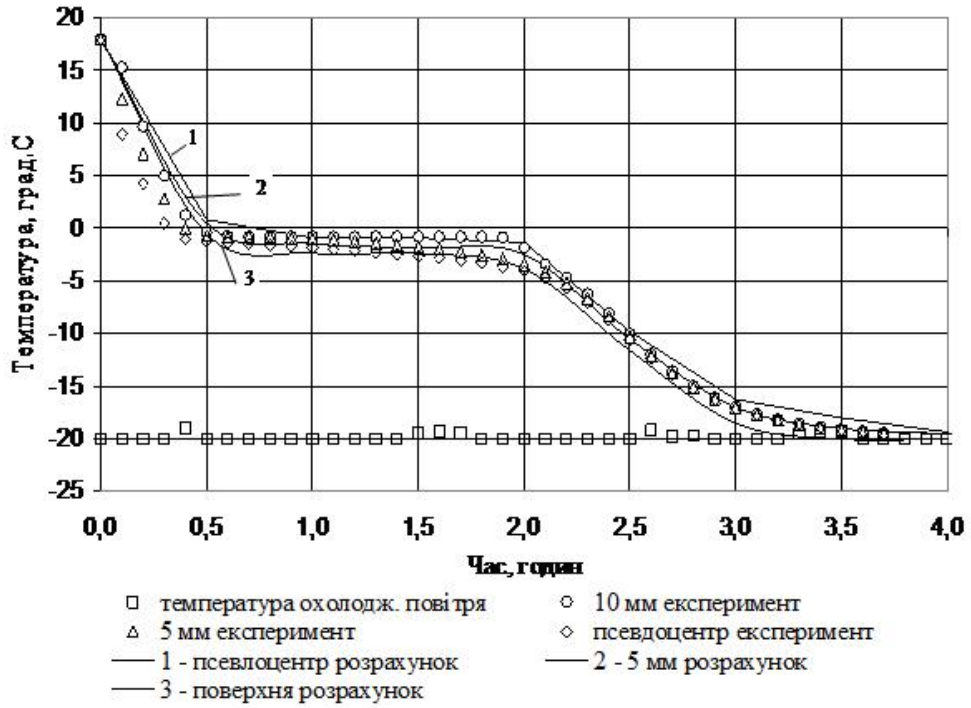


Рис. 3.21 – Експериментальні та розрахункові дані зі змін температур у характерних точках кубика гарбуза в процесі заморожування в повітрі за умов вільної конвекції у холодильній камері

На рис. 3.21 наведені експериментальні та розрахункові дані, згідно з якими кубик гарбуза з ребром 32 мм, початковою температурою 18 °С, заморожувався в повітрі холодильної камери, де підтримувалась температура біля мінус 20 °С. Розрахункові значення коефіцієнту тепловіддачі зменшувались від значень близько 13,0 на початку до значення 7,6 Вт/м2К в кінці процесу заморожування, питомі значення теплових потоків відповідно від 360 до 4,0 Вт/м2.

Узгодження розрахункових і експериментальних результатів досліджень задовільне, при заморожуванні в повітрі тут також досягаються в часі процесу температурні поля з меншою неоднорідністю, ніж у вище наведених інтенсивних процесах заморожування.

Для апробації математичної моделі процесів заморожування нарізаних кружочків кабачків достатньо експериментальних даних з характеристик процесів заморожування цих об’єктів в охолоджуючому повітрі за довільних значень його температури та швидкості руху, зокрема, за умов вільної конвекції (з урахуванням радіаційного теплообміну в холодильній камері).

Якщо виходити з того, що нарізаний кружок кабачка являє собою циліндр радіусу R та висотою δ, то оцінка геометричних значень величини його об’єму та поверхні приводить до коефіцієнту його геометричної форми Г, що дорівнює відношенню δ/R. Цей результат за відомих причин є приблизним, але коректним, оскільки при $R \to \infty$ об’єкт вироджується в нескінченну пластину товщиною δ, для якої Г=0. Тому, в разі значень δ = 25 мм та R мм одержуємо $Г \approx 0,9$, що й було прийнято в подальших розрахунках. При цьому відносно площин зрізу об’єкт заморожування є

симетричним, тому достатньо розраховути температурне поле тільки для половини тіла (по висоті), тобто для значень координати x від R1 до R2 з використанням граничної умови (3.25) або умови (3.26) з =*0*. Розрахунок проводиться за наведеними вище формулами за умов вільної конвекції охолоджуючого повітря відносно об'єкту заморожування.

На рис. 3.22 представлене порівняння розрахункових та експериментальних даних для змін в часі температури в псевдоцентрі нарізаного кружка кабачка, а також для повноти інформації і розрахункові криві для температур поверхні та середньомасової температури.

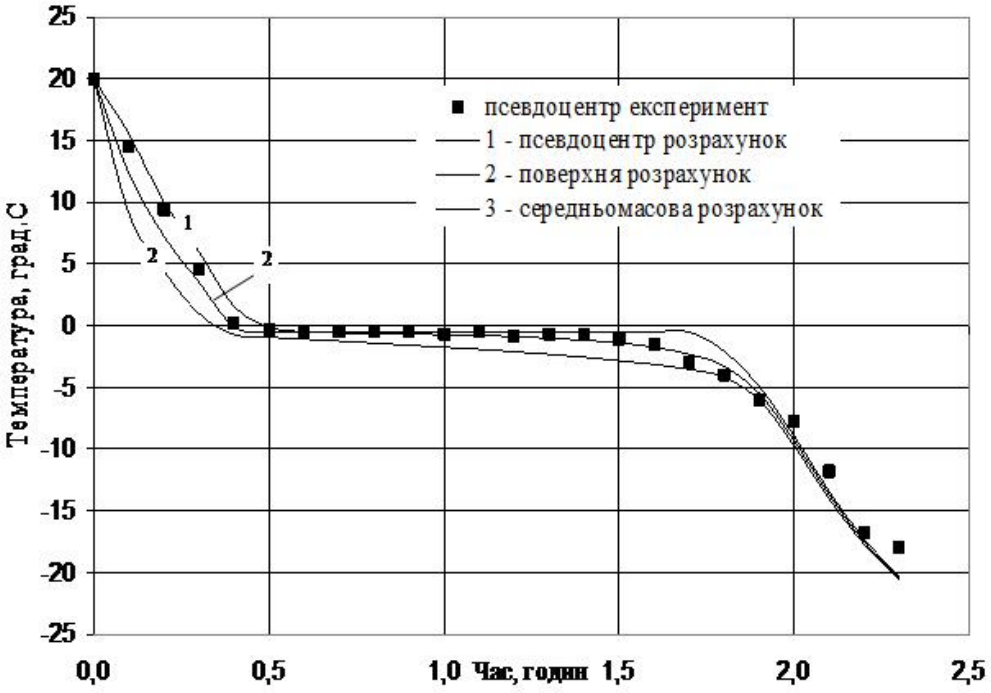


Рис. 3.22 Порівняння експериментальних значень температури в псевдоцентрі кружечка кабачка при його заморожуванні в повітрі холодильної камери за умов вільної конвекції

Узгодженість даних лежить в границях похибки експериментальних даних, яка складає не більше 1,5…2,0 °С за весь період заморожування.

Необхідно тут звернути увагу, що процес заморожування нарізаних кружків кабачка в промислових об'ємах може бути здійснено в конвеєризованих швидкоморозильних апаратах з сітчастою або суцільнометалевою (апарат типу пельменного) конвеєрною стрічками.

Сформульована нелінійна інтерполяційна математична модель для процесу охолодження і заморожування гарбузових овочів дозволяє розраховувати зміни температурних полів та теплових потоків з поверхні об'єктів холодильної обробки в часі;

На формування температурних полів і теплових потоків при холодильній обробці овочевої сировини суттєвий вплив здійснюють не тільки температура і швидкість руху охолоджуючого середовища, а і геометрія об'єкту, наявність радіаційного теплообміну між об'єктом і

огороджуючими конструкціями холодильного обладнання, теплофізичні властивості як холодоносія, так і овочевої сировини;

На основі проведення апробації сформульованої математичної моделі одержані задовільні результати апробації – розходження між розрахованими та експериментальними значеннями температур в характерних точках об'єктів заморожування не перевищує похибки експериментальних даних (± 1…2°С);

За результатами проведеної апробації сформульованої математичної моделі геометрія овочевої сировини як об'єкта холодильної обробки характеризується значеннями коефіцієнта геометричної форми *Г*, що дорівнює (1,85 ± 0,05) для кубиків нарізаного гарбуза, (0,9 ± 0,05) для нарізаних кружків кабачка.

Основні результати досліджень підрозділу 3.2 опубліковано в статті [197].

Висновки за розділом:

Запропоновано визначати оптимальну геометрію та розміри шматочків нарізаних овочів за умов досягнення швидкого заморожування (середня лінійна швидкість заморожування $\omega_{зам} \geq 5$см/год).

Теоретично встановлено, що умови швидкого заморожування виконуються для максимального розміру кубиків до $\boldsymbol{2R}$ = 42 мм за коефіцієнта тепловіддачі α=300 Вт/(м^2·К) або до $\boldsymbol{2R}$ = 30 мм за коефіцієнта тепловіддачі α=150 Вт/(м^2·К), для кружечків кабачка, радіусом до $\boldsymbol{R}$ = 37 мм за коефіцієнта тепловіддачі α=300 Вт/(м^2·К) або до $\boldsymbol{R}$ = 26 мм за коефіцієнта тепловіддачі α=150 Вт/(м^2·К) (за умов, що висота кружечка кабачку h=1,57R, що відповідає максимальному значенню коефіцієнту форми $Ф$=2,6).

Встановлено в ході визначення кількості теплоти, необхідної для заморожування теоретичним і графічним способами і порівнявши результати , що запропонований графічний спосіб визначення кількості теплоти, необхідного для заморожування, можна використовувати з достатнім ступенем точності.

Запропоновано визначати товщину підмороженого шару з умов тривалості технологічного інтервалу для перевантаження продуктів з апарату для попереднього підморожування до швидкоморозильного апарату. Запропоновані рівняння для визначення товщині підмороженого шару та необхідній тривалості підморожування залежно від тривалості технологічного інтервалу для перевантаження продуктів.

Аналіз результатів досліджень з вибору температури заморожування кабачків і гарбузів по вимороженій воді показав, що інтенсивна кристалізація води починається на початковому етапі заморожування в області температур від 0 °С до мінус 5 °С. Інтенсивність кристалізації води знижується в діапазоні температур від мінус 20 °С до мінус 60 °С. Температура

заморожування і зберігання плодів повинна бути мінус 20 °С. Встановлено, що водна фаза продукції містить незамерзаючу частину при будь-яких температурах. Теоретично і експериментально визначено кількість вимороженої води в гарбузових овочах залежно від температури, які відрізняються один від одного на 5…7%.

Встановлено адекватність сформульованої математичної моделі заморожування гарбузових овочів – розходження між розрахованими та експериментальними значеннями температур в характерних точках об’єктів заморожування не перевищує похибки експериментальних даних (± 1…2°С).

РОЗДІЛ 4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ДОСЛІДЖУВАНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ

4.1 Обгрунтування вихідних параметрів обробки сировини

4.1.1 Обгрунтування температури підморожування кабачків і гарбузів на основі адгезійних властивостей

Кабачки перед заморожуванням розрізають на кружечки, а гарбуз – кубиками, згідно наших попередніх досліджень [174]. Але заморожування супроводжується прилипанням (адгезію) кружечків кабачків і кубиків гарбузів один до одного і вони злипаються в блоки. У зв'язку з цим виникла необхідність підморожування фрагментів кабачків і гарбузів перед заморожуванням до появи льодового шару, який перешкоджатиме злипанню фрагментів.

Адгезія харчових продуктів вивчена недостатньо. Порівняно детально досліджені величини адгезії м'ясопродуктів, сирної маси, борошняного тіста, ряду кондитерських виробів. Серед вчених, які вивчали властивості адгезії харчових продуктів, слід зазначити Рогова І.А., Горбатова А.В., Ніколаєва Б. А. [123, 147]. Але літературних даних з вивчення адгезії овочевої сировини немає. Дослідження адгезійних властивостей овочевої сировини для заморожування становить практичний інтерес, має важливе значення для раціонального вибору режиму заморожування.

Здатність різних матеріалів проявляти більш-менш значні сили взаємодії з іншим матеріалом або з огороджуючими їх поверхнями з металу або тканини називають адгезією. Сам матеріал носить в цьому випадку назву адгезиву. Правильне вимірювання величини сил адгезії вдається лише тоді, коли при відривання адгезива поверхню, з якою він був пов'язаний, буде чистою (не має слідів цього матеріалу). Адгезія залежить від ряду технологічних характеристик: вологості, складу продукту, ступеня подрібнення тощо.

Для обгрунтування режиму заморожування визначали адгезійні властивості залежно від температури заморожування і часу попереднього контакту. При дослідженні використовували принципи, які реалізують

нормальний розрив двох плоскопаралельних дисків, між якими знаходиться продукт. Для оцінки впливу різних факторів на адгезію кабачків і гарбузів були проведені серії дослідів (за методикою, описаною в підрозділі 2.2.5): залежно від часу, тиску попереднього контакту і від температури підморожування. На рис.4.1 представлений графік залежності адгезії сировини від часу попереднього контакту.

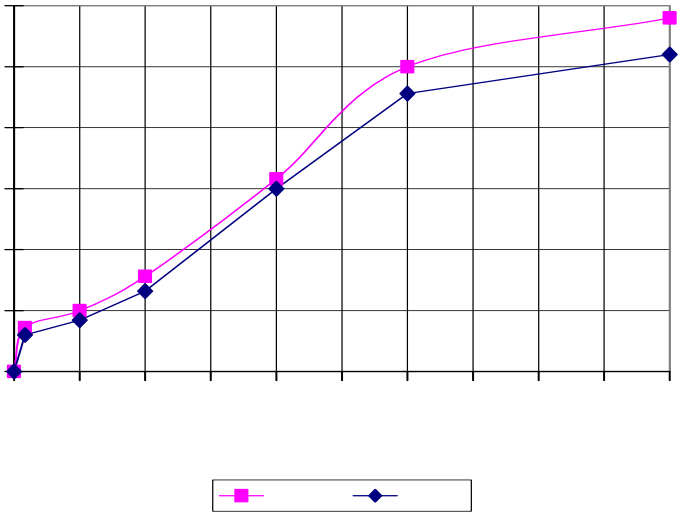


Рис. 4.1. Залежність адгезії від часу попереднього контакту

Представлена на рис.4.2 крива відображає залежність адгезії кабачків і гарбузів від тиску попереднього контакту

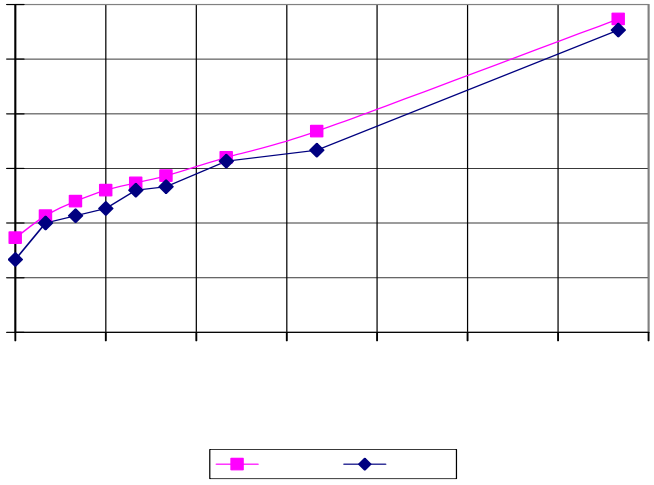


Рис. 4.2. Залежність адгезії від тиску попереднього контакту

Збільшення часу і тиску попереднього контакту супроводжується зростанням дійсної площі контакту і кількості осередків, які мають максимальне зчеплення з пластиною, що визначає змочування матеріалу пластини.

Питання про зміну адгезії при зміні температури на поверхні продукту становить значний практичний інтерес. Результати наведені на рис.4.3.

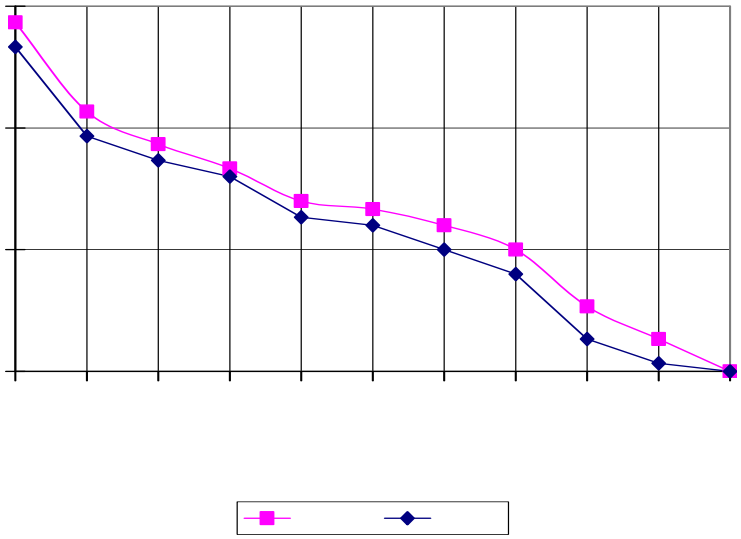


Рис. 4.3. Залежність адгезії від температури на поверхні фрагментів

Аналізуючи графік залежності, зображеної на рис. 4.3, можна сказати, що при зниженні температури на поверхні продукту адгезія зменшується, це пояснюється тим, що утворюється на поверхні фрагментів крижана кірка перешкоджає злипанню фрагментів кабачків і гарбузів між собою. Температура, при якій адгезія практично відсутня, становить мінус 4 мінус 5°С.

Таким чином, адгезія нарізаних фрагментів кабачків і гарбузів визначається умовами вимірювання і залежить від характеру прикладення зовнішнього зусилля. Адгезія визначається в основному структурно-механічними особливостями продукту.

4.1.2 Обгрунтування фізико-механічних властивостей кабачків і гарбузів у процесі заморожування і зберігання

Результати досліджень вчених доводять, що низькотемпературне заморожування викликає зміни фізико-механічних властивостей і змісту компонентів біохімічного складу плодів [24, 26]. При цьому основна частина змін відбувається безпосередньо при заморожуванні. Саме при цьому різко сповільнюється швидкість хімічних реакцій, максимально пригнічується життєдіяльність, інгібується діяльність мікрофлори. У динаміці тривалого зберігання також спостерігаються подібні зміни.

Визначення зусилля деформації і зусилля на прокол проводилося за методиками і на приладах, наведених у [25].

Різкі зміни температури, тривале перебування у замороженому стані впливають на твердість продукту, його пружні властивості. Взаємозв'язок фізико-механічних характеристик, об'єднаних у загальне поняття „консистенція“ характеризується показником „зусилля на прокол“. Звичайно для більшості плодів овочів і фруктів в міру дозрівання і підвищення ступеня

зрілості від незрілих плодів до плодів споживчого ступеня зрілості твердість (або зусилля на прокол) знижується. Для кабачків по мірі визрівання цей показник збільшується, але слід зазначити, що плоди кабачків вживають на стадії зав'язі (віком від 7 до 12 днів) коли вони ще практично не мають шкірочки тому цей показник знаходиться на невисокому рівні.

Вплив заморожування та і подальшого зберігання в замороженому стані на опір плоду стисканню та зусилля на прокол представлені на рис 4.4.

Рис. 4.4 – Зміни фізико-механічних показників плодів кабачків при заморожуванні та у динаміці зберігання: 1 – зусилля допустимої деформації; 2 – зусилля на прокол

Як видно з графіків, і зусилля деформації і зусилля на прокол при заморожуванні та зберіганні до 3-х місяців зменшуються у практично лінійній залежності до значень, що складають 62 і 52% від відповідних показників свіжого продукту. При зберіганні від 3-х до 6-ти місяців темп зменшення показників дещо уповільнюється і в кінці шостого місяця зберігання їх значення складають відповідно 49 і 41% від зусилля деформації та зусилля на прокол свіжого плода.

Беззаперечний інтерес викликає дослідження змін в процесі заморожування та подальшого зберігання показника вологовіддачі. Як видно з таблиці 4.1 показник вологовіддачі для свіжозамороженого продукту склав 4,32%, після трьох місяців зберігання він підвищився до 4,55% і на кінець шостого місяця досяг значення 4,75%. Спостерігається пряма лінійна залежність зростання даного показника.

Таблиця 4.1.

Вологовіддача і зусилля на прокол кабачка

Показники	Стан плоду, термін зберігання			
	свіжий	0 міс.	3 міс.	6 міс.

Вологовіддача, %	0	4,32	4,55	4,75

Результати регресійного аналізу залежності твердості кабачка на різних стадіях зберігання від вологовіддачі приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

Результати регресійного аналізу залежності зусилля на прокол кабачка від вологовіддачі

	Сума квадратів SS	Степені свободи df	Середній квадрат MS	Критерій Фішера, $F_{ср}$
Регресія	1,607361	3	0,535787	39,29
Залишок	0,040905	1	0,040905	–
Всього	1,648266	4	–	–

У результаті одержана лінійна модель, яка має вигляд:

,

де y – зусилля на прокол, Н; x - вологовіддача, %.

Порівняння даних експерименту і розрахунку приведено в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Експериментальні і розрахункові дані залежності твердості від вологовіддачі м’якоті кабачка

Вологовіддача, % *(x)*	Зусилля на прокол, Н *(y)*		Різниця значень
	експериментальна	розрахункова	
4,32	2,250	2,193	+ 0,057
4,55	1,05	1,128	– 0,078
4,75	0,470	0,449	+ 0,021

Модель достовірно описує одержані експериментальні дані. Коефіцієнт кореляції високий і дорівнює $r = 0,987$.

Таким чином, проведені дослідження дозволили встановити, що харчова цінність заморожених плодів кабачків залишається на достатньо високому рівні. Слід також відзначити, що і після 6 місяців зберігання є можливість отримання якісної продукції.

Дослідження фізико-механічних показників гарбуза проводилися на сорті „Мускатний“. Вплив заморожування і подальшого зберігання на деформацію стиску зразка (кубика) м’якоті гарбуза представлено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Зміна зусилля деформації зразка (кубика) гарбуза при заморожуванні і в динаміці зберігання

Зусилля деформації, Н	Деформація зразка, мм				
	свіжого	свіжозамороженого	після терміну зберігання:		
			3 міс.	6 міс.	9 міс.
0	0	0	0	0	0
0,25	0,09	0,11	0,13	0,14	0,15
0,50	0,18	0,28	0,26	0,29	0,32
0,75	0,30	0,35	0,39	0,42	0,45
1,00	0,37	0,49	0,52	0,56	0,62
1,25	0,48	0,58	0,65	0,69	0,75
1,50	0,59	0,73	0,78	0,85	0,92
1,75	0,70	0,83	0,91	0,99	1,10
2,00	0,77	0,95	1,04	1,07	1,15
2,25	0,86	1,07	1,020	1,30	1,40
2,50	0,95	1,19	1,32	1,44	1,60
2,75	1,05	1,30	1,45	1,55	1,70
3,00	1,18	1,42	1,58	1,72	1,88
3,25	1,27	1,55	1,70	1,88	2,05
3,50	1,35	1,60	1,80	2,00	2,18
3,75	1,47	1,78	2,00	2,14	2,36
4,00	1,58	1,93	2,10	2,20	2,40
4,25	1,70	2,02	2,22	2,40	2,60
4,50	1,75	2,015	2,30	2,55	2,80
4,75	1,86	2,25	2,40	2,70	2,90
5,00	1,94	2,33	2,60	2,80	3,05

Як видно з таблиці, процес заморожування на 20…25% знижує пружність м’якоті порівняно зі свіжими плодами. У динаміці зберігання також відмічалося поступове і послідовне зниження показника опору.

Для вивчення впливу зусилля деформації – чинник (А) і терміну зберігання – чинник (В) на деформацію зразка гарбуза був проведений двохфакторний дисперсійний аналіз, його результати подані в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

Результат дисперсійного аналізу впливу зусилля (А) і терміну зберігання (В) на деформацію зразка з м’якоті гарбуза

Дисперсія	Сума квадратів SS	Степені свободи df	Середній квадрат MS	Критерій Фішера, $F_{ср}$	Коефіцієнт варіації, η^2
Зусилля (А)	146,7	19	7,72	184,4	93,53

Термін збереження (В)	1,89	2	0,95	22,59	1,21
Взаємодія (АВ)	0,71	38	0,019	0,447	0,45
Залишок	7,54	180	0,042	–	4,81
Загальна	156,84	239	–	–	–

Статистичні показники свідчать, що частка впливу зусилля деформації на показник деформації максимальна 96,13%. Вплив терміну зберігання теж є значущим, але на його частку доводиться всього 1,21%, сумарний вплив чинників на величину деформації не є значущим.

З метою визначення зв'язку деформації з терміном зберігання проведений регресійний аналіз, дані якого представлені в таблиці 4.6. Рівням моделі відповідають такі терміни: 1 - до заморожування; 2 - відразу після заморожування (свіжозаморожений); 3 - після 3-х місяців; 4 - після 6-ти місяців; 5 - після 9-ти місяців зберігання.

Таблиця 4.6

Розрахункові характеристики регресійної моделі залежності деформації зразка в мм від терміну зберігання

	Сума квадратів SS	Степені свободи df	Середній квадрат MS	Критерій Фішера, $F_{ср}$
Загальна	0,7353	8	–	–
Х (термін зберігання)	0,7236	5	0,1447	185,38
Залишок	0,0117	3	0,0039	–

У результаті одержана регресійна модель типу

,

де y - деформація, мм; x - термін зберігання.

Коефіцієнт кореляції підтвердив тісний зв’язок показників $r = 0,992$.

Порівняння даних експерименту і розрахунку приведено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Показники залежності деформації від терміну зберігання

Стан плоду, або термін зберігання	Деформація *(y)*, мм		Різниця значень
	експеримент	розрахунок	
Свіжий *(x=1)*	1,940	2,006	– 0,066
0 місяців *(x=2)*	2,330	2,275	0,055
3 місяця *(x=3)*	2,60	2,544	0,056
6 місяців *(x=4)*	2,800	2,813	– 0,013
9 місяців *(x=5)*	3,050	3,082	– 0,032

Результати визначення вологовіддачі м’якоті гарбуза і зусилля на прокол приведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

Вологовіддача і твердість (зусилля на прокол) гарбуза

Показники	Стан плоду, термін зберігання				
	свіжий	0 міс.	3 міс.	6 міс.	9 міс.
Вологовіддача, %	0	3,43	3,56	3,62	3,74
Твердість, МПа	0,64	0,46	0,44	0,42	0,41

Як видно з таблиці, вологовіддача відразу після заморожування склала 3,43 % і до кінця зберігання збільшилася до 3,71 %, тобто на 0,28 %. Зусилля на прокол відразу після заморожування різко знизилося з 0,64 до 0,46 МПа, - тобто в 1,4 рази; в динаміці зберігання зниження цього показника було плавнішим і на 9-й місяць він досяг 0,41 МПа.

Результати регресійного аналізу залежності твердості на різних стадіях зберігання від вологовіддачі приведені в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9

Результати регресійного аналізу залежності твердості (зусилля на прокол) кубика гарбуза від вологовіддачі

	Сума квадратів SS	Степені свободи df	Середній квадрат MS	Критерій Фішера, $F_{ср}$
Регресія	0,001406	4	0,000351	40,96
Залишок	6,86 Е-05	2	3,43 Е-05	
Всього	0,001475	6	–	

У результаті одержана лінійна модель, яка має вигляд:

,

де y - твердість, МПа; x - вологовіддача, %.

Порівняння даних експерименту і розрахунку приведено в таблиці 4.10.

Таблиця 4.10

Експериментальні і розрахункові дані залежності твердості від вологовіддачі м’якоті гарбуза

Вологовіддача, % *(x)*	Твердість, МПа *(y)*		Різниця значень
	експериментальна	розрахункова	
3,43	0,460	0,459	+ 0,001
3,56	0,440	0,437	+ 0,003
3,62	0,420	0,427	– 0,007
3,74	0,410	0,407	+ 0,003

Згідно моделі, зусилля на прокол знаходиться у зворотній залежності від вологовіддачі. Аналіз даних, приведених в таблицях 4.9 і 4.10, показує, що модель достовірно описує одержані експериментальні дані. Коефіцієнт кореляції високий і дорівнює $r = 0,976$.

Для вивчення залежності твердості від терміну зберігання і року урожаю проведений двофакторний дисперсійний аналіз (таблиця 4.11).

Таблиця 4.11

Результати дисперсійного аналізу впливу терміну зберігання (А) і року досліджень (В) на твердість м'якоті гарбуза

Дисперсія	Сума квадратів SS	Степені свободи *df*	Середній квадрат MS	Критерій Фішера, $F_{ср}$	Коефіцієнт варіації, η^2, %
Термін (А)	0,022125	3	0,0737	24,58	62,28
Рік урожаю (В)	0,000583	4	0,00015	0,486	1,64
Взаємодія (АВ)	0,00082	12	6,8E-05	0,227	2,29
Залишок	0,0120	40	0,0003	-	33,79
Загальна	0,035525	59	-	-	-

Результати дисперсійного аналізу показали, що основним чинником, який істотно впливає на твердість м'якоті, є термін зберігання (А=62,28%). Рік вирощування і взаємодія обох чинників, як свідчить аналіз, не є значущими.

4.1.3 Обгрунтування теплофізичних властивостей кабачків і гарбузів

Слід відзначити дослідження теплофізичних характеристик овочів і плодів у роботі Гінзбурга А.С., Громова М.А. [33, 41]. Однак, в літературі значень коефіцієнта теплопровідності, питомої теплоємності і коефіцієнта температуропровідності при температурах нижче кріоскопічних немає, а їхні значення при позитивних температурах, отримані в різних роботах, помітно між собою різняться. Пов'язано це з тим, що плоди та овочі в різних дослідах відрізнялися масовою часткою вологи, температурою, фізичної щільністю, а також пористістю і структурою тканини.

Визначимо теплофізичні властивості при заморожуванні, розглядаючи кабачки як деяке квазіоднородне тіло.

Плодоовочеву продукцію можна розглядати як капілярно-пористу структуру, теплофізичні характеристики якої через складність залежать від вологості, щільності, температури, хіміко-мінерального (грунтового) походження [36].

Для визначення коефіцієнта теплопровідності кабачків і гарбузів при негативних температурах використаний експрес-метод. Дослідження проводилося шляхом вимірювання температур в продукті в певні моменти часу та перерахунку інтеграла Гауса з використанням таблиць [29].

Згідно зі значеннями температур, визначених при пошарових вимірах, величину коефіцієнта теплопровідності визначали, використовуючи рівняння

(4.1)

где λ - коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К);

χ - відстань від центру плода, м;

ρ - густина плоду, кг/м^3;

c - теплоємність плоду, Дж/(кг·К);

τ - час, с;

Y -функція нормального розподілу, згідно зі значеннями інтегралу Гаусса [29].

Узагальнені результати експериментів представлені в таблиці 4.12.

Таблиця 4.12

Коефіцієнт теплопровідності кабачків і гарбузів

Коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/(м·К)	Температура, °С					
	0	-5	-10	-15	-20	-25
Кабачки	0,2	1,21	1,36	1,45	1,52	1,57
Гарбуз	0,2	1,18	1,41	1,55	1,63	1,65

При температурі нижче 0 °С відбувається різке зростання коефіцієнта теплопровідності, що обумовлюється фазовим переходом води в лід. Оскільки теплопровідність льоду приблизно в 4 рази більше теплопровідності води, то при заморожуванні з пониженням температури λ зростає у відповідності з закономірностями зміни кількості вимороженої води в залежності від температури. Графічно це показано на рис.4.5.

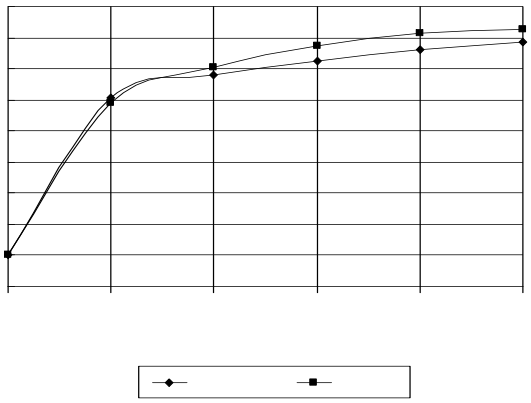


Рис. 4.5. Залежність коефіцієнта теплопровідності кабачків і гарбузів від температури заморожування

Для визначення теплоємності кабачків (рис. 4.6) отримане рівняння

$$c=4050-1849\cdot t_{кр}/t, \quad (4.2)$$

де c – теплоємність кабачків, Дж/(кг·К);

$t_{кр}$ – кріоскопічна температура (для кабачків мінус 1,07 °С);

t – температура заморожування, °С.

Теплоємність гарбуза визначимо за наступним рівнянням:

$$c=3920-1743\cdot t_{кр}/t,$$

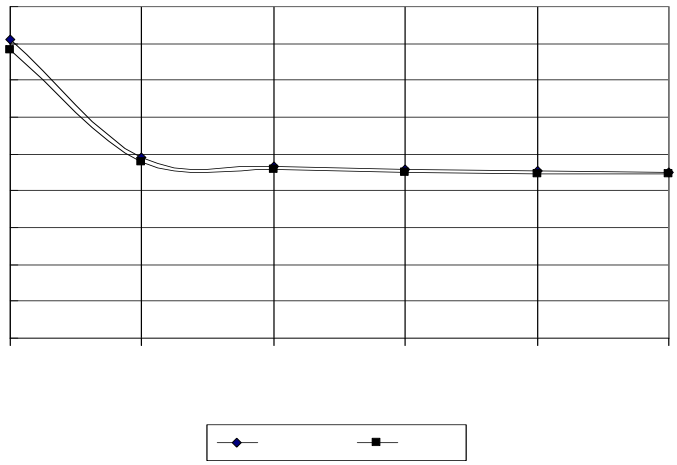


Рис. 4.6. Залежність теплоємності кабачків і гарбузів від температури заморожування

Основна причина зміни теплоємності сировини при заморожуванні полягає у відмінності теплоємкостей води і льоду.

Використовуючи отримані значення коефіцієнта теплопровідності і теплоємності, можна знайти коефіцієнт температуропровідності ***а***, 10-7м^2/с, (рис. 4.7) який характеризує теплоїнерційні властивості тіла, тобто його здатність нагріватися або охолоджуватися, і інтенсивність цих процесів.

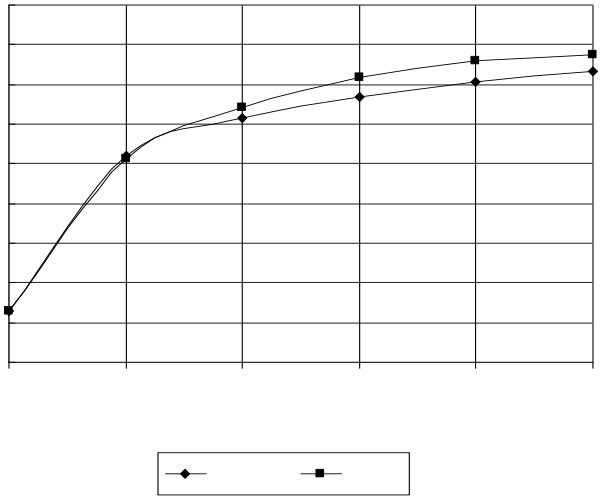


Рис. 4.7. Залежність коефіцієнта температуропроводності кабачків і гарбуза від температури заморожування

Коефіцієнт температуропроводності ***а*** харчових продуктів до початку льодоутворення так само, як і ***λ***, ***с***, приймається величиною постійною. З початком льодоутворення температуропроводність різко змінюється, що пояснюється одночасним зменшенням теплоємності і збільшенням теплопровідності [82]. При подальшому зниженні температури зростання ***а*** сповільнюється, що пов'язано з виморожуванням більшої частки вологи.

Аналіз результатів експериментів з визначення коефіцієнта теплопровідності кабачків і гарбузів при заморожуванні свідчить про те, що цей показник після проходження кріоскопічної температури збільшується, що пов'язано з підвищенням кількості вимороженої води.

Основна причина зміни теплоємності кабачків і гарбузів при заморожуванні полягає у відмінності теплоємкостей води і льоду.

Зміна температуропроводності кабачків і гарбузів при заморожуванні пояснюється одночасним зменшенням теплоємності і збільшенням теплопровідності.

4.2 Оптимізація параметрів процесу підморожування фрагментів кабачків та гарбузів

Ґрунтуючись на результатах попередніх експериментальних даних досліджуваного процесу підморожування шматочків кабачків та гарбуза за використання розробленого обладнання, здійснено статистичний аналіз якісних параметрів, згідно методики, викладеної в підрозділі 2.3.

Аналіз статистичних характеристик отриманих даних показав, що коефіцієнти їх асиметрії прямують до нуля, тобто розподіл експериментальних даних є симетричним та апроксимується за нормальним законом.

За негативного значення асиметрії несиметричність вибірки за зміщенням центру розподіляється праворуч, у протилежному разі – навпаки. Негативний коефіцієнт ексцесу свідчить про закругленість піка досліджуваного розподілу, додатній – про загостреність вершин.

Статистичний аналіз якісних параметрів представлено в табл. 4.13.

Заплановано отримати рівняння множинної регресії 2-го порядку:

, (4.3)

де – одна з якісних функцій

, , ; , , – коефіцієнти регресії, отримані методом найменших квадратів.

Таблиця 4.13

Статистична характеристика якісних параметрів

Показник	, мм
Кількість факторів, шт.	16
Мінімальне значення	0,3
Максимальне значення	1,5
Середнє значення	0,78
Верхня величина довірчого інтервала	0,96
Нижня величина довірчого інтервала	0,6
Геометричне середнє	0,71
Гармонічне середнє	0,64
Медіана	0,7
Частота моди	3
Нижній квартиль	0,5
Верхній квартиль	1
Розмах	1,2
Квартиль розмаху	0,5

Асиметрія	0,57
Коефіцієнт ексцесу (куртозису)	-0,4

Графічна інтерпретація даних таблиці 4.13 виражена на рис. 4.8.

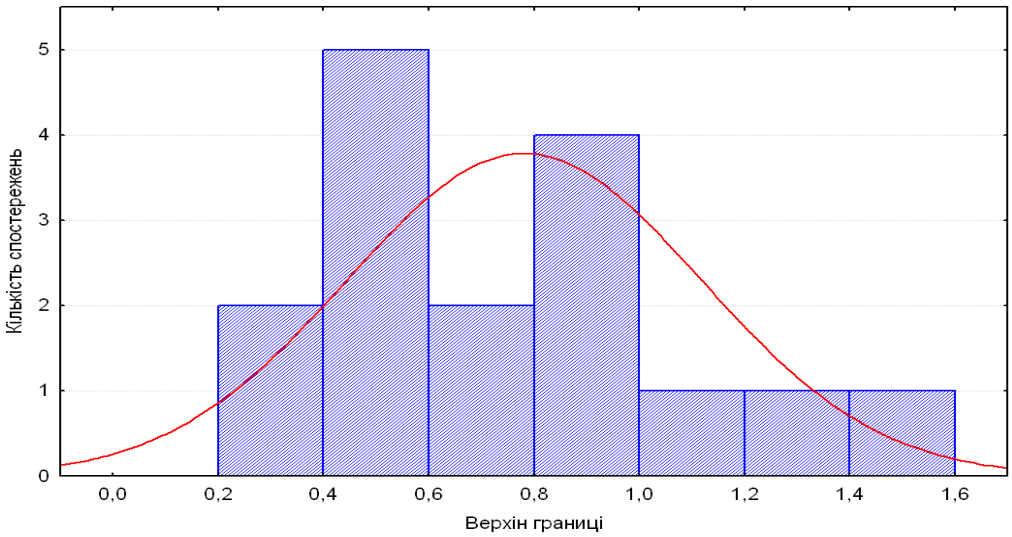


Рис. 4.8. Гістограма розподілу отриманих даних якісних параметрів досліджуваного процесу за товщиною підморожування

Для оцінки адекватності отриманих регресійних рівнянь використаємо аналітичні та графічні методи аналізу. Гіпотезу про відтворюваність дослідів перевіряємо за допомогою критерію Кохрена, який показує, що на 95% рівні довірчої ймовірності дисперсії однорідні, тому що розрахункове значення критерію менше за табличне. Перевірку значущості коефіцієнтів регресії здійснюємо за t-критерієм Стюдента. Оцінку адекватності отриманих математичних моделей провадимо за критерієм Фішера, який показав, що розрахункові значення значно нижчі від критичних, відповідно отримані регресійні моделі адекватно описують поверхні відгуку, та їх можна використовувати в цілях оптимізації досліджуваних процесів. Розрахункові значення критеріальної оцінки відображені в таблиці 4.14.

Таблиця 4.14

Значення розрахованих критеріїв до отриманих регресійних моделей

Критерій оцінки	Позначення критерію	Функція відгуку
		$M_{зм}$
Коефіцієнт детермінації;	R^2	0,6
Дисперсія адекватності	$S_{ад}$	12
Дисперсія відтворюваності	$S_{відт}$	71,8
Критерій Фішера	F	0,17
Критичне значення критерію Фішера, яке рівне значенню розподілу Фішера	$F_{α,f1,f2}$	$8,74_{0,05;3;12}$

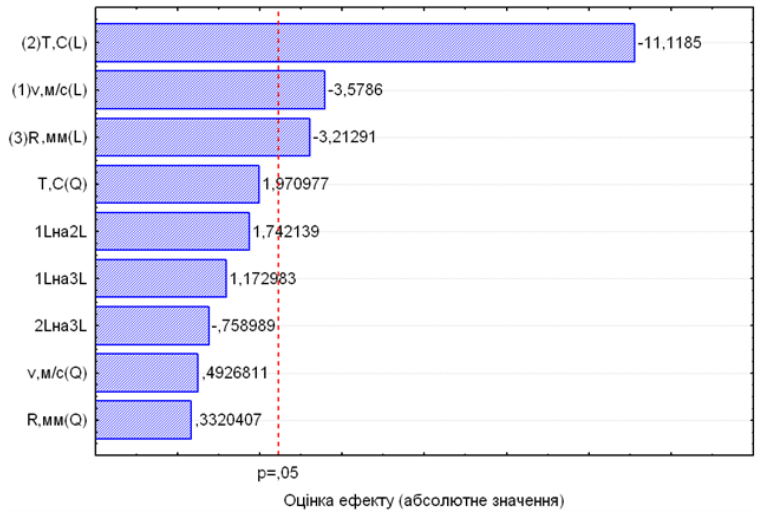
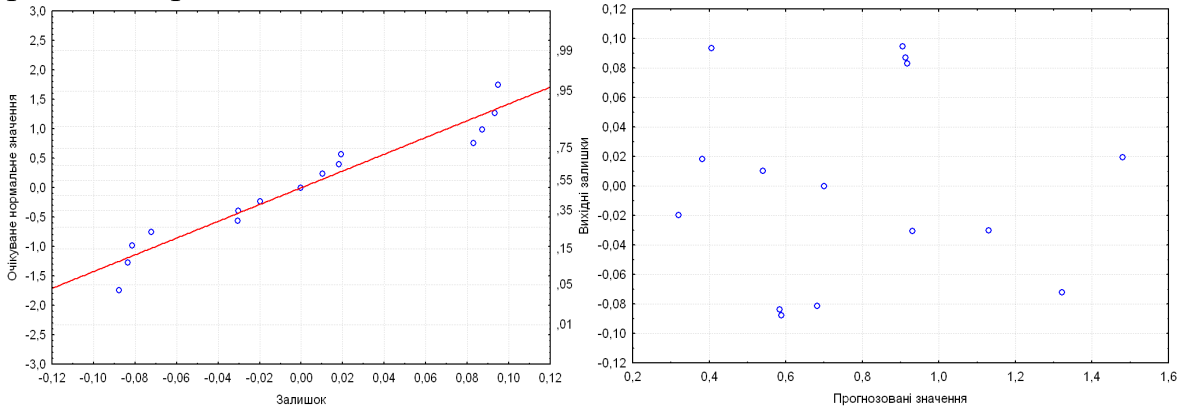


Рис. 4.9 Оцінка впливу ефекту від вхідних факторів та їх взаємодії

Графічний метод полягає в аналізі залишків на нормальній площині ймовірності, який показав достатньо близьке їх розташування до прямої, що відповідає нормальному закону розподілу (рис. 4.10, а). Тому, гіпотезу про нормальний розподіл помилок вважаємо адекватною.



а) б)

Рис. 4.10 Графічна інтерпретація розподілу ймовірнісних залишків відносно отриманих значень: а) – розподіл залишків на нормальній площині ймовірності; б) – розподілу вихідних залишків від прогнозованих значень.

Також аналіз графічної залежності (рис. 4.10, б) розподілу вихідних залишків від прогнозованих значень показав, що вони мають хаотичний характер розташування на площині і в їх поведінці не спостерігається будь-якої закономірності. Ґрунтуючись на згаданих спостереженнях, можна зробити висновок, що залишки не мають кореляційних зв’язків між собою, тобто регресійна модель достатньою мірою описує взаємозв’язок експериментальних величин та є адекватною.

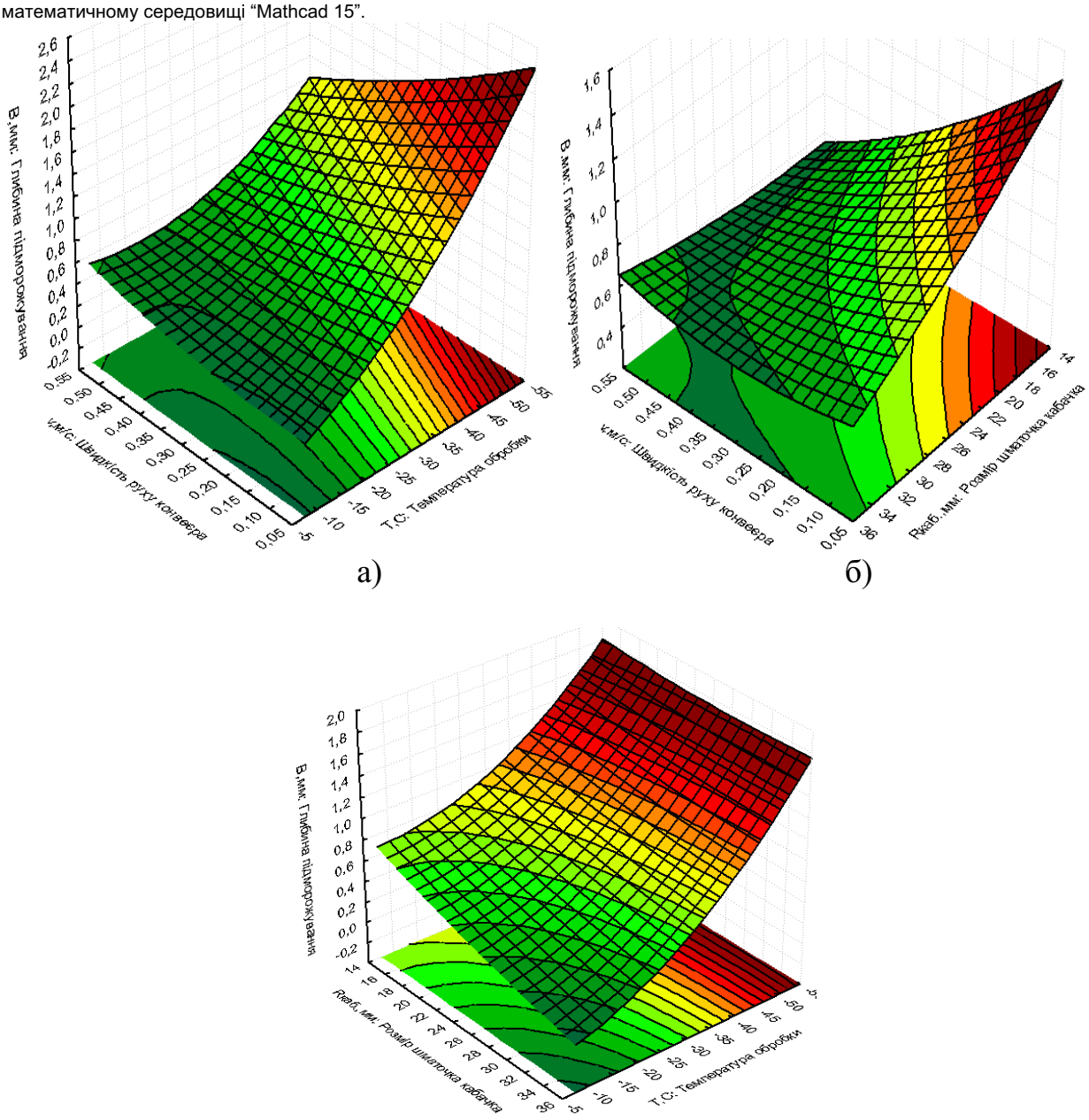
Як видно із таблиці 4.14, рівняння регресії виявилось адекватним.

Після обробки експериментальних даних у статистичному середовищі STATISTICA 6.0 було отримано коефіцієнти комплексних рівнянь множинної регресії 2-го порядку та побудовано такі залежності:

(4.4)

(4.5)

За результатами проведених експериментальних досліджень та випробувань розробленого обладнання для підморожування фрагментів кабачків і гарбузів, на основі побудованих поверхонь відгуку досліджуваного процесу (рис. 4.11, 4.12), визначено оптимальні технологічні параметри його роботи, компромісне значення яких отримано методом Крамера в математичному середовищі “Mathcad 15”.

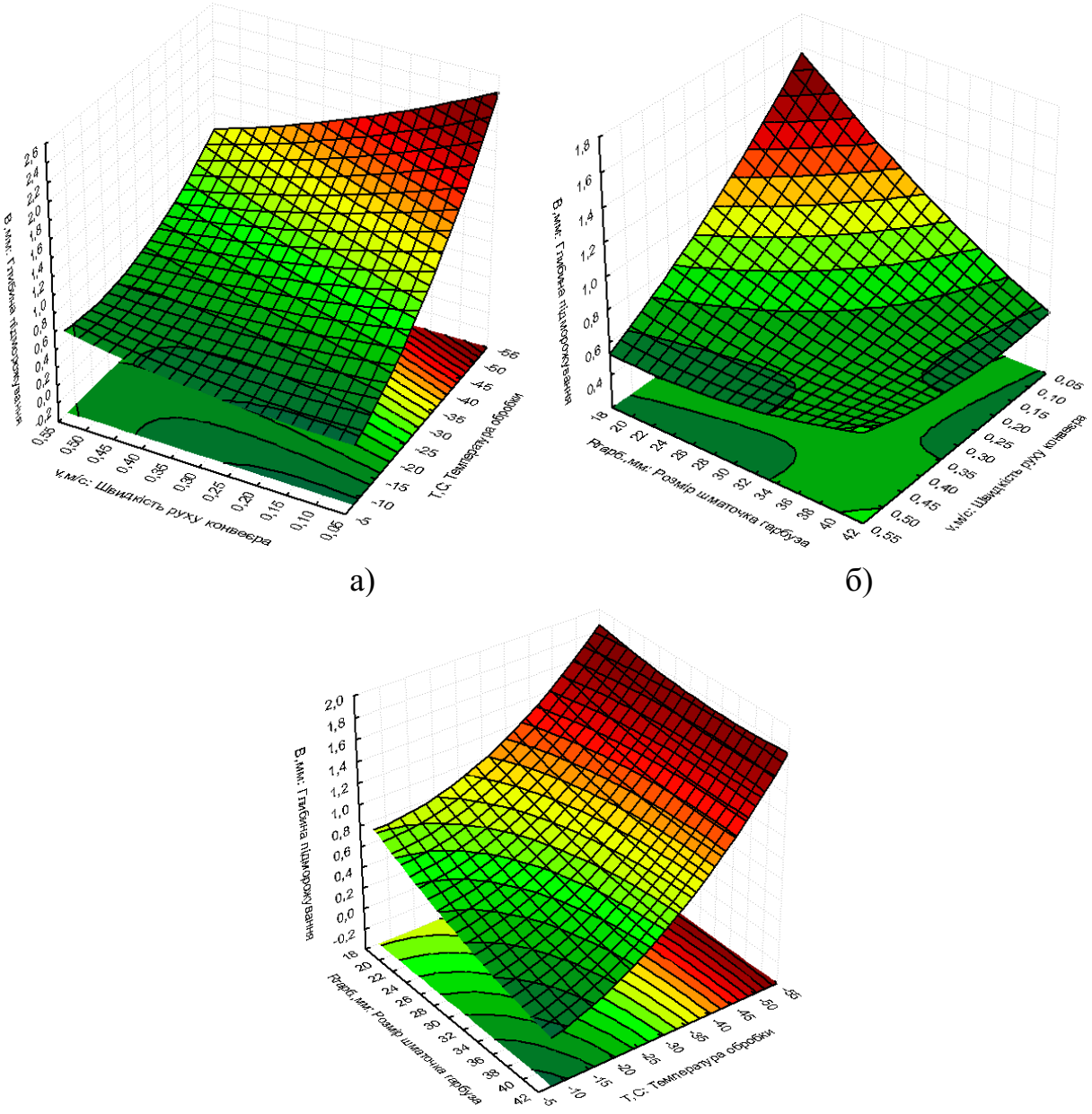


а) б)

в)

Рис. 4.11 Поверхні відгуків та їх проекції для якісних параметрів процесу підморожування шматочків кабачка:

а) – швидкість руху конвеєра та температури обробки; б) – швидкість руху конвеєра та розміру шматочка; в) – розміру шматочка та температури обробки;



а) б)

в)

Рис. 4.12 Поверхні відгуків та їх проекції для якісних параметрів процесу підморожування шматочків гарбуза:

а) – швидкість руху конвеєра та температури обробки; б) – швидкість руху конвеєра та розміру шматочка; в) – розмір шматочка та температура обробки;

Також визначено, що за цих параметрів якісні характеристики процесу підморожування набувають своїх оптимальних значень: товщина підмороженого шару становить 0,7..0,9 мм; швидкість транспортування конвеєра 0,3 м/с; температура в зоні обробки мінус 30 °С; розмір шматочків кабачка 26 мм; розмір шматочків гарбуза 30 мм.

4.3 Біохімічний та мікробіологічний аналіз гарбузових овочів при заморожуванні і низькотемпературному зберіганні

Численними дослідженнями по придатності різних культур до заморожування виявлено чітко виражений вплив сортових особливостей на якість сировини при обробці низькими температурами. Процес заморожування змінює біохімічні показники соковитої рослинної продукції, що було відзначено рядом авторів [5, 59, 186].

У наших дослідах за трьома сортами кабачків і одним сортом гарбуза відбулися зміни вмісту всіх біохімічних показників у процесі заморожування. Основні показники біохімічного складу досліджених сортів кабачків представлені в табл.. 4.15.

Таблиця 4.15

Показники біохімічного складу досліджуваних сортів

Сорт	Сухі речовини, %	Цукри %	Вітамін С, мг/100 г	Загальна кислотність %	Вологовіддача %
1	2	3	4	5	6
Кабачки					
Грибовський					
-свіж.	6,20	2,78	10,89	0,24	-
-свіжозамор.	5,63	2,65	6,54	0,26	4,33
-3 міс. зберіг.	5,4	2,5	6,12	0,27	4,55
-6 міс. зберіг.	5,28	2,42	6,10	0,272	4,75
Скворушка					
-свіж.	5,76	2,41	8,13	0,26	-
-свіжозамор.	5,13	2,29	5,34	0,28	5,25
-3 міс. зберіг.	4,92	2,18	5,21	0,29	5,40
-6 міс. зберіг.	4,65	2,05	5,05	0,31	5,32

Продовження табл.4.15

1	2	3	4	5	6
Золотінка					
-свіж.	5,18	2,67	11,97	0,19	-
-свіжозамор.	4,87	2,56	7,89	0,20	6,2
-3 міс. зберіг.	4,65	2,40	7,20	0,25	6,56
-6 міс. зберіг.	4,53	2,30	6,85	0,28	6,7
Гарбуз					
Мускатний					
-свіжі	8,2	4,2	8,1	0,10	-
-свіжозамор.	7,65	4,00	5,45	0,11	3,40
-3 міс. зберіг.	7,33	3,77	4,98	0,11	3,60
-6 міс. зберіг.	7,17	3,65	4,73	0,12	3,68

Важливим показником продукції є аскорбінова кислота. Саме вона активно реагує на дію низьких температур, окислюючись до

дегідроаскорбінової кислоти, а потім і дикетогулонової [86].

У процесі заморожування втрати її були значними і склали близько 40%. У динаміці збереження рівень цього вітаміну знижувався менш інтенсивно, за три місяці вміст аскорбінової кислоти знизився ще на 6%, а далі до кінця 6-го місяця зберігання практично не змінювався.

Згідно з нашими даними, у свіжих плодах кабачків сорту Грибовський вміст загального цукру був на рівні 2,8%; титрована кислотність – у межах 0, 24 мг/100 г. Відразу ж після заморожування відзначалося зниження вмісту загального цукру – до 2,65% ; на кінець 3-го місяця зберігання – до 2,5% і після 6 місяців вміст цього компонента досягав 2,4% (тобто близько 85% відносно свіжого продукту). Ці зміни можна пов'язати з окисними процесами , що відбуваються в замороженій продукції.

Титрована кислотність підвищилася відразу ж після заморожування на 8,3%. Така ж сама тенденція спостерігалась у динаміці збереження – до кінця 3-го місяця зростання цього показника становило 12,5% відносно свіжих кабачків. Між третім і шостим місяцем зберігання вміст титрованих кислот залишився незмінним.

Великий інтерес викликає дослідження змін вмісту сухих речовин і показника вологовіддачі у процесі заморожування та подальшого зберігання. Як видно з даних таблиці 4.15, впродовж заморожування плоди кабачків втратили 0,6% сухих речовин (тобто у відносному вимірі близько 10% їх масової частки у свіжому продукті). Протягом перших трьох місяців зберігання втрати склали ще 0,2% (тобто ще на 3,2%) і на кінець шостого місяця вміст сухих речовин знизився до 5,3%, тобто плід кабачка втратив близько 15% від їх рівня у свіжому вигляді.

Показник вологовіддачі для свіжозамороженого продукту склав 4,32%, після трьох місяців зберігання він підвищився до 4,55% і на кінець шостого місяця досяг значення 4,75%. Спостерігається пряма лінійна залежність росту даного показника.

Заморожування здійснює інгібуючу дію на вегетативні та спорові форми мікроорганізмів та дозволяє зберігати плодоовочеву продукцію за допомогою низької температури. З літературних джерел відомо [10, 65, 115], що нижніми температурними межами розвитку бактерій є діапазон від -5 до -8 °С, дріжджів – від -10 до -12 °С, цвілі – від -12 °С до -15 °С. При заморожуванні плодоовочевої продукції більшість мікроорганізмів гине або переходить в анабіотичний стан [119]. Тому метою наших досліджень стало визначення впливу заморожування і низькотемпературного зберігання на епіфітну мікрофлору кабачків.

Досліджувалася динаміка кількості епіфітної мікрофлори при зберіганні впродовж 9 місяців на таких етапах: свіжі, заморожені, після зберігання у замороженому стані 3, 6 і 9 місяців. Вивчалися наступні сорти кабачків: Грибовський, Скворушка і Золотінка. В процесі досліджень мікробіологічних процесів, які мають місце при заморожуванні, визначали чисельність бактерій, дріжджів і грибів загальноприйнятими мікробіологічними методами [109].

На поверхні свіжих кабачків сортів Грибовський, Скворушка і Золотінка кількісний склад мікроорганізмів різнився (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

Показники динаміки епіфітної мікрофлори кабачків

Сорт	До заморожу-вання	Після заморожу-вання	Через 3 міс.	Через 6 міс.	Через 9 міс.
Бактерії, КУО/мм2					
Грибовський	45850,53	375,50	524,08	8421,25	11251,26
Скворушка	47490,02	412,05	601,23	952,87	12452,60
Золотінка	53264,36	420,86	700,52	1023,58	13589,10
Гриби, КУО/мм2					
Грибовський	614,26	9,70	3,12	13,56	20,45
Скворушка	625,31	9,90	4,85	15,20	22,50
Золотінка	789,15	10,41	6,10	15,86	23,10

Основна кількість мікроорганізмів не витримує заморожування. Безпосередньо після нього різко знижується чисельність мікрофлори на поверхні кабачків. Дія негативної температури на мікроорганізми пов’язана зі зміною стану води в мікробній клітці при внутрішньоклітковому утворенні льоду.

Кількість бактерій і грибів відразу після заморожування різко знизилася, але після трьох місяців зберігання їх рівень зріс у зв’язку з адаптацією цих мікроорганізмів до низьких температур. Дріжджі не були виявлені ані в свіжих кабачках, ані протягом тривалого низькотемпературного зберігання.

Таким чином, з аналізу проведених досліджень видно, що мікробіологічні показники заморожених кабачків знаходяться в межах допустимих санітарних норм на заморожену плодоовочеву продукцію.

Дослідження мікроструктури кабачків і гарбузів при заморожуванні і тривалому зберіганні проводили за методикою, описаною у п. 2.2.6.

Мікрофотографії тканин свіжогих, заморожених та дефростованих кабачка і гарбуза представлено в табл. 4.17.

Таблиця 4.17

Мікроструктура клітин гарбуза і кабачка в динаміці зберігання

	свіжий	заморожений	розморожений
Кабачок			
Гарбуз			

Як в ла
продовгув .
тканин свіжозаморожених овоч ь
клітини більш розширені, інші більш здавлені, що пояснюється тим, що кристали льоду, які утворилися в міжклітинниках, здавили клітини..

Найбільші зміни відбулися в тканині кабачків після розморожування, форма клітин змінилася, їх розміри стали більш дрібними.

Основні наукові результати 4-го розділу опубліковані в [167-169, 191, 194, 203].

Висновки за розділом

Обґрунтовані фізико-механічні та теплофізичні властивості кабачків і гарбузів у процесі заморожування і зберігання.

На основі дослідження адгезійних властивостей доведено, що температура підморожування кабачків і гарбузів дорівнює мінус 4 мінус 5°С.

Аналіз результатів експериментів з визначення коефіцієнта теплопровідності кабачків і гарбузів при заморожуванні свідчить про те, що цей показник після проходження кріоскопічної температури збільшується, що пов'язано з підвищенням кількості вимороженої води.

Основна причина зміни теплоємності кабачків і гарбузів при заморожуванні полягає у відмінності теплоємкостей води і льоду.

Зміна температуропроводності кабачків і гарбузів при заморожуванні пояснюється одночасним зменшенням теплоємності і збільшенням теплопровідності.

За результатами проведених експериментальних досліджень обладнання для підморожування шматочків кабачка і гарбуза, на основі побудованих поверхонь відгуку досліджуваного процесу визначено оптимальні технологічні параметри його роботи, за яких якісні характеристики процесу підморожування набувають своїх оптимальних значень: товщина підмороженого шару становить 0,7..0,9 мм; швидкість транспортування конвеєра 0,3 м/с; температура в зоні обробки мінус 30 °С; розмір шматочків кабачка 26 мм; розмір шматочків гарбуза 30 мм.

Досліджено вплив низьких температур на біохімічні та мікробіологічні показники заморожених овочів. Встановлено, що основні компоненти хімічного складу та чисельність епіфітних мікроорганізмів заморожених і дефростованих кабачків і гарбузів залишаються на рівні, передбаченому в технологічній документації.

РОЗДІЛ 5 ПЕРСПЕКТИВИ ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

5.1 Оптимізація перевезень сільськогосподарської продукції

Ефективність роботи малих переробних підприємств, що належать господарствам-виробникам сільськогосподарської сировини, суттєво залежить від рівня використання закладених у проектах виробничих потужностей.

Вирішення проблеми підвищення ефективності господарювання підприємств аграрного сервісу є актуальним не тільки для даної галузі, але й для господарств-виробників сільськогосподарської сировини, оскільки втрати останньої з причин нерегламентованого зберігання, неякісної, несвоєчасної або неповної переробки ведуть до недоотримання в результаті цього частини товарної продукції, а значить, і додаткових фінансових надходжень. Розвиток сільськогосподарських підприємств на сучасному етапі характеризується розмаїттям видів і обсягів вирощування сировини [157].

В період значного подорожчання енергоносіїв, зокрема паливо-мастильних матеріалів, однією з найактуальніших проблем у галузі агро переробного сервісу є транспортування вантажу або товару з мінімальними матеріальними та часовими витратами. Через величезну кількість можливих варіантів перевезень, емпірично вирішувати дану проблему надто складно, оскільки це потребує великих витрат часу та коштів, отже виникла необхідність розробки спеціальної методики, яка дозволяє швидко вирішувати подібні задачі за допомогою застосування економічно-математичних методів. Як показує практика, дозволяє скоротити до 15% витрат за відповідними статтями застосування математичних методів у плануванні перевезень.

Сільськогосподарське виробництво пов’язане з великим обсягом перевезень вантажів. При цьому необхідний із безлічі можливих вибір найкоротшої відстані між вантажоутворюючими і вантажоприймальними пунктами. Прикладом являються перевезення зерна із господарства на елеватори, вивіз іншої сільгосппродукції, вибір маршрутів перевезення сільськогосподарської продукції від збиральної техніки та ін.

З метою удосконалення перевезень сільськогосподарських вантажів і ліквідації втрат врожаю важливе значення має раціоналізація його перевезень до місць зберігання, яка визначається удосконалюванням транспортної системи. Об’єм перевезень можна істотно збільшити за рахунок покращення управління транспортним процесом.

Тому важливо оптимізувати перевізний процес зібраного врожаю з метою мінімізації собівартості перевезення. В боротьбі за конкурентоспроможність це значущий етап.

5.1.1 Постановка задачі.

Господарству необхідно оптимізувати план перевезень виробленої продукції до місця її зберігання, при умов мінімальних витрат на дану технологічну операцію

5.1.2. Збір необхідної інформації.

У господарстві потрібно перевезти з двох полів, на яких вирощують кабачки та гарбуз у 3 сховища місткістю відповідно B_1=1500, B_2=1400 та B_3= 1850 т вирощену продукцію.

Таблиця 5.1

Додаткова інформація (в цінах 2008 р.)

Врожайність, ц/га:	
Кабачки	450
Гарбуз	500
Площа полю, га	50
Валовий збір, ц/га:	
Кабачки	2250
Гарбуз	2500
Наявна у господарстві техніка	
КамАЗ	
-витрата палива, л/км	0,064
-вартість палива, грн.	4,8
ЗИЛ-130	
-витрата палива, л/км	0,029
-вартість палива, грн.	3,2

Собівартість перевезення, ***С***, грн., обчислюється за наступною формулою [112]:

$$C = P*П+E, \quad (5.1)$$

де ***Р*** – витрата палива, л/км;

П – вартість палива, грн.;

Е – експлуатаційні витрати, грн., складають 3%(*Р*П*).

Час одного рейсу, $Ч_р$, хв.:

$$Ч_р = t_р + t_н + (L*60/V_з) + (L*60/V_б), \quad (5.2)$$

де $t_р$, $t_н$ – відповідно час розвантаження і навантаження вантажу, хв.;

L – відстань, на яку перевозиться вантаж, км;

$V_з$, $V_б$ – швидкість руху з вантажем, без вантажу, км/год.

З метою формалізації рішення запишемо вихідні дані у вигляді таблиці 5 .2.

Таблиця 5.2

Вихідні дані

Продукція	Сховища			
	B_1	B_2	B_3	
A_1	10	15	20	2250
A_2	20	15	10	2500
	1500	1400	1850	4750

A_1, A_2 – відповідно поля, на яких вирощуються кабачки і гарбуз.

B_1, B_2, B_3 – сховища місткістю відповідно 1500, 1400 і 1850 т.

У верхньому правому кутку позначені відстані між полями та сховищами.

5.2.3. Графічне зображення задачі

Графічно постановка задачі зображена на рис.5.1.

Рис. 5.1. Графічне зображення задачі

Примітки:

- відстань між полем та сховищем 10 км;
- відстань 15 км;
- відстань 20 км.

5.2.4. Побудова математичної моделі

Відповідно постановки задачі математична модель прийме вигляд

а) Критерій оптимальності

(5.3)

де Cij – собівартість, грн

Vi – обсяг перевезень

Система обмежень

Система обмежень повинна відображати необхідні умови оптимізації.

Відповідно

EMBED Equation.3 (5.4)

a_i – обсяг можливого перевезення певною маркою автомобіля

a_j – обсяг можливого завантаження

A_l – загальна можливість перевезення

B_l – загальна завантаженість сховища

5.2.5. Рішення задачі.

За допомогою використання ЕОМ знайдемо оптимальний план. При введенні у програму, написану на мові програмування Бейсік, вихідних даних, отримаємо вартість плану перевезень.

Таким чином одержимо оптимальний план перевезень (табл. 5.3). Вартості перевезень записані у верхньому правому кутку у відповідних клітках.

Таблиця 5.3

Оптимальний план перевезень

	Сховища			
	B_1	B_2	B_3	
A_1	900 9,6	14,4	19,2	900
A_2	600 3, 16	750 4, 74	6,32	1350
A_3	19,2	650 14, 4	350 9,6	1000
A_4	6,32	4,74	1500 3, 16	1500
	1500	1400	1850	

A_1 – перевезення кабачків автомобілем ЗИЛ-130;
A_2 – перевезення кабачків автомобілем КамАЗ;
A_3 – перевезення гарбуза автомобілем ЗИЛ-130;
A_4 – перевезення гарбуза автомобілем КамАЗ.

5.2.6. Аналіз отриманих результатів.

Оптимальний план перевезень виглядає наступним чином:

- з першого поля потрібно перевезти 900 т кабачків автомобілем ЗИЛ-130
- з першого поля 600т кабачків автомобілем КамАЗ у перше сховище B_1;
- з першого поля 750 т кабачків автомобілем КамАЗ;
- з другого поля 650 т гарбуза автомобілем ЗИЛ-130 у друге сховище B_2;
- з другого поля потрібно переправити 350 т гарбуза машиною ЗИЛ-130;
- з другого поля 1500 т гарбуза машиною КамАЗ.

У результаті розрахунку загальна собівартість відповідної технологічної операції складе 31551 грн.

5.2 Техніко-економічний аналіз економічної ефективності розробленої технології і оснащення процесу заморожування

Розрахунок економічної ефективності використання пропонованого пристрою для підморожування харчових продуктів проведений згідно із загальноприйнятими методиками [7, 8, 127].

Розрахунок базується на даних публічного акціонерного товариства „Мелітопольський завод холодильного машинобудування „Рема” (м. Мелітополь Запорізької області), та підтверджено актом передачі науково-технічної документації (додаток Ж), а також на даних товариства з обмеженою відповідальністю ВКФ „Мелітопольська черешня” (с. Садове,

Мелітопольський район, Запорізької області),що підтверджено відповідним актом впровадження (додаток Ж).

Проведено техніко-економічну порівняльну оцінку роботи швидкоморозильного азотного апарату АСТА – 250 з пропонованим нами пристроєм для попереднього підморожування (табл.5.4).

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Од. вим.	Азотний апарат АСТА-250	Пристрій для підморожування	Обґрунтування
1	2	3	4	5

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5
Продуктивність	кг/год	500	180	Техн. характеристика
Встановлена потужність	кВт	6,5	4	Техн. характеристика
Маса	кг	2600	1200	Техн. характеристика
Прейскурантна ціна	тис. грн	550	40	Розрахункові дані
Балансова вартість	тис. грн	673,75	49	Розрахункові дані
Займана площа	$м^2$	12	7	Розрахункові дані
Річне завантаження машини	год/рік	1520	1500	Розрахункові дані
Кількість обслуговуючого персоналу	чол.	1	1	Розрахункові дані
Річний обсяг виробництва продукції	т/рік	760	270	Розрахункові дані
Середня собівартість сировини	грн /кг	4	4	Розрахункові дані
Середньоденна заробітна плата з нарахуваннями	грн	115,0	115,0	Розрахункові дані

Продовження табл. 5.4

1	2	3	4	5
Вартість виробничої площі	тис. грн	180	105	Розрахункові дані
Витрати праці на виробництво 1 тони продукції	люд. дн.	0,01	0,02	Розрахункові дані
Норма амортизаційних відрахувань для обладнання	%	10	10	Норми амортизаційних відрахувань
Норма амортизаційних відрахувань для будинків	%	2,5	2,5	Норми амортизаційних відрахувань
Норматив для відрахувань на утримання і ремонт обладнання	%	10	10	Норми амортизаційних відрахувань
Норматив відрахувань на утримання і поточний ремонт будинків	%	3,5	3,5	Норми амортизаційних відрахувань

Прейскурантну ціну пристрою визначимо за формулою

(5.5)

де - прейскурантна ціна пристрою, грн;

- маса складальних одиниць без комплектуючих покупних виробів, кг, =900 кг;

- собівартість 1 кг деталей машини без комплектуючих покупних виробів, грн/кг, =20 грн/кг;

- загальна вартість комплектуючих покупних виробів за прейскурантними цінами, грн; =17000 грн;

1,15 – коефіцієнт, що враховує середнє перевищення оптової ціни над собівартістю.

Балансову вартість пристрою визначимо шляхом додавання до її прейскурантної ціни торгово-транспортних і складських витрат у розмірі 12, 5% і витрат на монтаж на робочому місці в розмірі 10 % прейскурантної ціни.

Результати розрахунків капітальних вкладень при впровадженні пристрою для попереднього підморожування наведені в табл.5.5.

Таблиця 5.5

Розрахунок капітальних вкладень

Показники	Од. вим.	Азотний апарат АСТА-250	Пристрій для підморожування
Балансова вартість апарата	тис. грн	673,75	49
Вартість виробничої площі	тис. грн	180	105
Разом:	тис. грн.	853,75	154
Річний обсяг виробництва	т	760	270
Питомі капітальні витрати	грн/т	1,12	0,57

Приведені витрати на одну тонну продукції визначимо за формулою

(5.6)

де - приведені витрати на виробництво 1т продукції, грн.;

, - відрахування на амортизацію, відповідно, устаткування й будівель, грн.

i (5.7)

де , - балансова вартість устаткування і виробничої площі, грн.;

, - норма відрахувань на амортизацію, відповідно, обладнання й будівель, %;

- річний обсяг виробництва продукції, т;

, - відрахування на ремонт, відповідно, устаткування й будівель, грн.

i (5.8)

де , - норма відрахувань на ремонт, відповідно, обладнання й будівель, %;

- питома вартість електроенергії, грн.

(5.9)

де - споживана потужність, кВт;

- вартість електроенергії, грн/кВт·год.

Результати розрахунків приведених витрат наведені в табл.5.6.

Таблиця 5.6

Приведені витрати на одну тонну продукції

Показники	Од. вим.	Азотний апарат АСТА-250	Пристрій для підморожування
1	2	3	4

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4
Заробітна плата з нарахуваннями	грн		
Витрати на електроенергію	грн		
Амортизація обладнання	грн		
Амортизація будинків	грн		
Утримання і поточний ремонт обладнання	грн		
Утримання і поточний ремонт будинків	грн		
Разом:	грн	1,37	2,39

Річний економічний ефект від використання промислового зразка розраховується за формулою

(5.10)

де Э - річний економічний ефект, грн.;

- нормативний коефіцієнт відрахувань на використання капіталовкладень, =15%.

К1 і К2 - питомі капітальні витрати на одиницю продукції, виробленої за допомогою базової й нової техніки, грн.

Річний економічний ефект від використання пропонованого пристрою для підморожування становить:

грн

Строк окупності капіталовкладень визначається поза формулою

(5.11)

де - балансова вартість промислового зразка, грн.;

- строк окупності капіталовкладень, рік.

рік.

Результати розрахунків техніко-економічних показників наведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7

Порівняльні техніко-економічні показники швидкоморозильного азотного апарату АСТА-250 та пристрою для підморожування

Найменування показника	Значення показників техніко-економічної ефективності	
	Азотний апарат АСТА-250	Пристрій для підморожування
Питомі капіталовкладення, грн/т	1,12	0,57
Приведені витрати, грн/т	1,37	2,39
Річний економічний ефект, грн	-	51500
Строк окупності, рік	-	1

На підставі проведеного аналізу результатів економічної оцінки обладнання, можна стверджувати, що нове технічне рішення, що пропонується до розробки, буде мати кращі техніко-економічні показники, ніж існуючі і є більш ефективним порівняно з аналогами, тому його розробка та впровадження є актуальною і доцільною.

Науково-технічна документація на пропонований пристрій для попереднього підморожування харчових продуктів передана до публічного акціонерного товариства „Мелітопольський завод холодильного машинобудування „Рефма" (м. Мелітополь, Запорізької області), що підтверджено відповідним актом (додаток Ж).

Розглянемо аналіз ринку заморожених продуктів. Останнім часом спостерігається динамічний розвиток ринку заморожених овочів і фруктів, стабільне збільшення обсягів виробництва. Вітчизняний ринок заморожених овочів і фруктів знаходиться в стадії інтенсивного розвитку, і розвиток цей підкріплений культурою споживання. Але ринок поки ще не сформований остаточно.

Така тенденція пояснюється такими причинами: прискорення ритму життя, збільшення числа працюючих жінок, підвищення рівня доходів населення, що спричинило за собою зміну раціону харчування споживачів.

Вітчизняний ринок заморожених плодів і овочів представлений у більшості іноземними виробниками (більше 80 %). За даними великого роздробу Києва, понад 80 % замороженої картоплі поставляється з Польщі і Нідерландів, більше 90% заморожених овочів - з Польщі та Бельгії і 70% заморожених фруктів - з Польщі. Саме польські виробники є головними постачальниками замороженої плодоовочевої продукції не тільки в Україні і колишні країни СРСР, а й країни ЄС. в останні роки Україна почала експорт замороженої продукції до Росії, а саме - зелений горошок і солодку

кукурудзу.

Основні чинники, що впливають на розвиток сегменту виробництва заморожених овочів і фруктів в Україні, наступні: зростання культури споживання, робота реклами „здорового харчування” і вегетаріанської кухні, подорожчання традиційних напівфабрикатів. Основний же фактор полягає в тому, що завдяки холоду споживач має можливість цілий рік забезпечувати свій організм натуральними вітамінами і мінералами.

Проблеми, з якими стикаються виробники, полягають у наступному: сировинний дефіцит, високий поріг входження в бізнес, відсутність власних мереж холодильників [114].

Структура ринку плодоовочевої заморозки за видами продукції представлена на рис. 5.2.

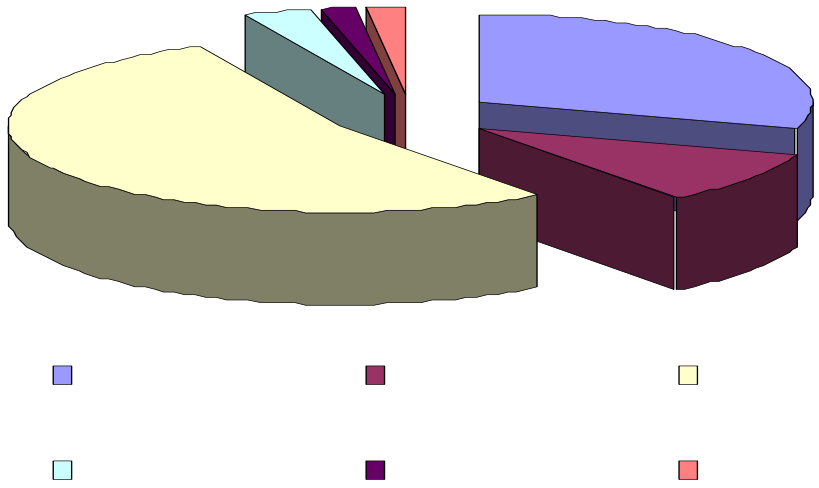


Рис. 5.2. Структура ринку плодоовочевої заморозки за видами продукції

Виробництво фасованих овочів складає від 40 до 45%, інша продукція продається в нефасованому вигляді. Це пов'язано, насамперед з тим, що великий обсяг нефасованого продукту ввозиться для подальшої переробки. На сьогоднішній день багато нефасованого товару продається через роздріб. Це пояснюється тим, що споживач може оцінити його якість і привабливість ще до покупки, він дешевший аналогічного фасованого продукту. На рис. 5.3 представлено структуру ринку заморожених овочів (за даними компанії „Євроднепр”).

Відносно фруктів ситуація інша. Частка фасованих фруктів становить від 25 до 30%, 70-75 % - нефасовані заморожені продукти. Заморожені фрукти в основному призначені для промислової переробки при виробництві йогуртів, морозива, джемів тощо.

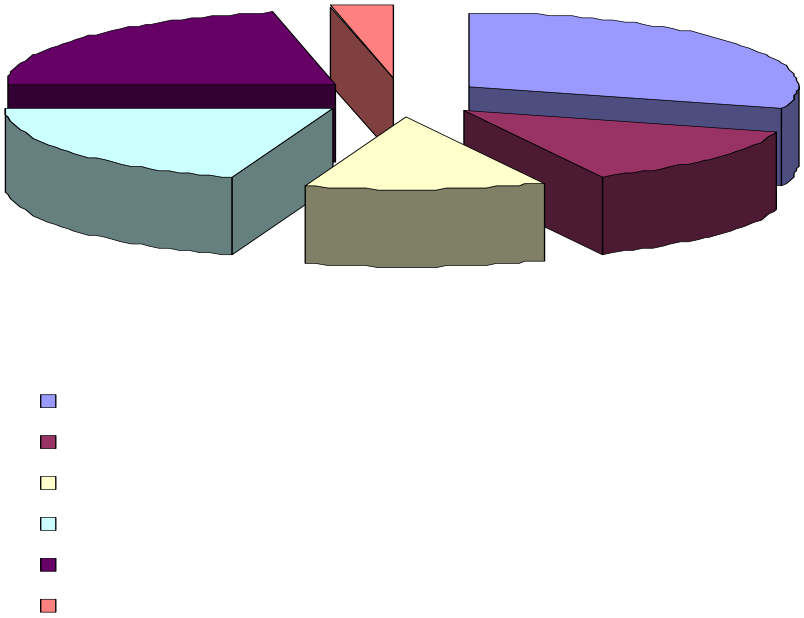


Рис. 5.3. Структура ринку заморожених овочів (за даними компанії „Євроднепр”)

За оцінками аналітиків, попит на фруктово-овочеву „заморозку” буде рости - щорічно на 15-20%. З розвитком ринку і зростанням обсягів виробництва заморожені овочі та фрукти зацікавлять і покупців зі скромними доходами. Причому збільшення попиту прогнозується з боку не тільки кінцевих споживачів, а й громадського харчування, де різноманітні гарніри з овочевих сумішей зайняли гідне місце поряд з традиційними макаронами, картопляним пюре і рисом.

Збільшення попиту і формування стійких споживчих переваг протягом року - двох призведе до згладжування сезонності ринку. Коли у заморожених продуктів остаточно сформується своє коло споживачів, обсяги продажів протягом року стануть більш рівномірними.

Таким чином, маркетингові дослідження та вивчення потенційних можливостей реалізації заморожених продуктів, свідчать про досить високий попит на дану продукцію, і отже, економічне обгрунтування для освоєння їх промислового виробництва.

Основними виробниками замороженої плодоовочевої продукції в Україні являються: Донецький комбінат заморожених продуктів (ТМ „Fayola”), Житомирський маслозавод (ТМ „Шеф-Кухар-Рудь”), ТОВ „Євроднепр” (ТМ „Дарус”), ТОВ „Ком”, ТМ „Арктика”, ТМ „Ольвіта”. Серед імпортних виробників широко представлені торгові марки „Hortex”, „Bonduelle”, „Hortino”.

Співвідношення виробленої продукції вітчизняними та зарубіжними виробниками наступне: 65-70 % - імпорт, 30-35 % - українські торгові марки [67, 113, 114].

Поки заморожена плодоовочева продукція найбільш популярна у великих містах, при цьому приблизно 10-13% українських споживачів

купують її раз на місяць і частіше. В основному, це представники середнього класу, 25-45-річні, сімейні, з вищою освітою.

Найбільш часто купують заморожену картоплю (близько 70 % від загального обсягу реалізованої замороженої плодоовочевої продукції), на другому місці овочі (більше 25%) і в менших кількостях купують фрукти і гриби (близько 20 %) [113]. Серед овочів перевагу віддають різним сумішам, а також стручковій квасолі і кольоровій капусті. З морожених фруктів найбільш популярна полуниця, чорна смородина, вишня, черешня. Негативно ставляться споживачі до заморожених яблук, моркви і цибулі ріпчастої.

Підготовче і пакувально-фасувальне обладнання в Україні виробляється в достатній кількості, тому проблем з його придбанням немає. Набагато складніша ситуація зі спеціальними холодильниками, придатними для заморожування плодоовочевої сировини. На території України їх не випускають. У СНД найбільш відомим виробником є фірма “Продтехніка

Основні результати, викладені в розділі 5, опубліковано в статтях [88, 89, 172].

Висновки за розділом

З метою удосконалення перевезень сільськогосподарських вантажів і ліквідації втрат врожаю виконано раціоналізацію його перевезень до місць зберігання, яка визначається удосконалюванням транспортної системи. Об’єм перевезень можна істотно збільшити за рахунок покращення управління транспортним процесом. Оптимізовано перевізний процес зібраного врожаю з метою мінімізації собівартості перевезення. У результаті розрахунку загальна собівартість відповідної технологічної операції складе 31551 грн.

На підставі проведеного аналізу результатів економічної оцінки обладнання, можна стверджувати, що нове технічне рішення, що пропонується до розробки, буде мати кращі техніко-економічні показники, ніж існуючі і є більш ефективним порівняно з аналогами, тому його розробка та впровадження є актуальною і доцільною.

Науково-технічна документація на пропонований пристрій для попереднього підморожування харчових продуктів передана до публічного акціонерного товариства „Мелітопольський завод холодильного машинобудування „Рефма” (м. Мелітополь, Запорізької області).

Розроблена нормативно-технічна документація, виконано впровадження у виробництво розробленої технології і оснащення процесу в умовах ТОВ ВКФ „Мелітопольська черешня” та ПАТ „Рефма”.

Виконаний техніко-економічний аналіз розробленої технології і оснащення процесу заморожування. Загальний економічний ефект від

застосування пропонованого пристрою для попереднього підморожування складає 51500 грн.

ВИСНОВКИ

1. Проведено теоретичне обґрунтування форми і розмірів кружечків кабачків і кубиків гарбуза на основі досягнення умов швидкого заморожування (середня лінійна швидкість заморожування $\omega_{зам}$≥5см/год). Встановлено, що ці умови виконуються за коефіцієнта тепловіддачі у апараті α≥300 Вт/(м^2·К) для максимального розміру кубиків гарбузу до 42 мм, для кружечків кабачка радіусом до 37 мм (висота кружечка кабачку h=1,57R).

2. Розроблено математичну модель процесу заморожування кабачків і гарбузів і і встановлено її адекватність в експерименті.

3. Обґрунтовано товщину підмороженого шару залежно від тривалості технологічного інтервалу для перевантаження продуктів з пристрою для попереднього підморожування до швидкоморозильного апарату та запропоновані рівняння для визначення необхідної тривалості підморожування.

4. Запропоновано конструктивну схему пристрою для підморожування матеріалів, який дозволить проводити попереднє підморожування до утворення на поверхні нарізаних овочів крижаного шару, що попереджує їх злипання при зберіганні у замороженому вигляді.

6. На основі дослідження адгезійних властивостей доведено, що температура підморожування кабачків і гарбузів дорівнює мінус 4 мінус 5°С.

7. Досліджено вплив низьких температур на біохімічні та мікробіологічні показники заморожених овочів. Встановлено, що основні компоненти хімічного складу та чисельність епіфітних мікроорганізмів заморожених і дефростованих кабачків і гарбузів залишаються на рівні, передбаченому в технологічній документації.

8. Розроблена нормативно-технічна документація, виконано впровадження у виробництво розробленої технології і оснащення процесу в умовах ТОВ ВКФ „Мелітопольська черешня” та ПАТ „Рефма”.

9. Виконано техніко-економічний аналіз розробленої технології і оснащення процесу заморожування. Загальний економічний ефект від застосування пропонованого пристрою для попереднього підморожування складає 51500 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. А. с. 1067317 СССР, F25D 13/06. Устройство для подмораживания пищевых продуктов / Н.А Герасимов, В.И. Мачулин, А.М. Зенченко, П. Н. Степанов (СССР). № 3461769/28-13; заявл. 01.07.1982; опубл. 15.01. 1984, Бюл. №2.
2. Айзенберг, В. Я. Длительное хранение плодов косточковых, винограда, некоторых овощей в замороженном виде и приготовление из них консервов [Текст] / В. Я. Айзенберг // Хранение и переработка картофеля, овощей и винограда. – М. : 1979. – С.310-319.
3. Алексашин, В. И. Справочник по овощеводству [Текст] / В. И. Алексашин, А. В. Алпатьев, Р. А. Андреева. – Л. : Колос, 1983. – 511 с.
4. Алексеев, Е. Л. Моделирование и оптимизация технологических процессов в пищевой промышленности [Текст] / Е. Л. Алексеев, В. Ф. Пахомова. - М. : Агропромиздат, 1987. - 272 с.
5. Алмаши, Э. Быстрое замораживание пищевых продуктов [Текст] : пер. с венгер. / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой ; под. ред. : Э. Алмаши, А.Ф. Наместникова. - М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. –- 408 с.
6. Анджелл К. А. Вода и водные растворы при температурах ниже 0 °С [Текст] / К. А. Анджелл, М. Г. Ските, С. А. Райс. – К. : Наукова Думка, 1985. – 387 с.
7. Антонов, А. А. Технико-экономическая оценка работы скороморозильных аппаратов [Текст] / А. А. Антонов, К. П. Венгер //

Мясная индустрия. – 2002. - № 7. - С. 45-47.
8. Афанасьев, М.В. Оценка эффективности организационно–технических мероприятий / М.В. Афанасьев. – К.: "ІНЖЕК", 2003 г. – 288с.
9. Бабакин, Б. С. Производство быстрозамороженных продуктов по современным технологиям [Текст] / Б. С. Бабакин, С. А. Плешанов // Мясная индустрия. - 2001. – № 7. – С. 21-23.
10. Баландина, Г. А. Микробиологические исследования пищевых продуктов [Текст] / Г. А. Баландина и др. // Холодильная техника. – 1990. – №12. – С. 51–52.
11. Барабаш, О. Ю. Довідник овочівника [Текст] / О. Ю. Барабаш, П. С. Семенчук. - 2-ге вид., доповн., переробл. - Л. : Каменяр, 1985. - 208с.
12. Бахчевые культуры [Текст] : монография / Коллектив авт.: А. О. Лымарь, А. Я.Кащеев, В. П.Диденко и др.; Под ред. А. О.Лымаря ; Укр. акад. аграр. наук, Херсон. селекц. опыт. ст. - К. : Аграрна наука, 2000. - 329 с.
13. Бедин, Ф. П. Технология хранения растительного сырья [Текст] / Ф. П. Бедин, Е. Ф. Балан, И. Г. Чумак. – Одесса : Астропринт, 2002. – 320 с.
14. Белінська, С. О. Товарознавча характеристика нових видів заморожених гарбузових овочів [Текст] : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.15 / С . О. Белінська. – К. : 2000. – 24 с.
15. Бийяр Ф. Новое в развитии глобальной холодильной цепи [Текст] / Ф. Бийяр // Холодильная техника. – 2000. - № 1. – С. 13-16.
16. Биологически активные вещества пищевых продуктов [Текст] : Справочник / В.В. Петрушевский, А.Л. Казаков, В.А. Бандюкова и др. – К. : Техніка, 1985. – 127 с.
17. Биоэнергетические основы холодильной технологии хранения фруктов и овощей [Текст] / Под ред. И. Г. Чумака. – Одесса-Кишинэу, 2004. – 244 с.
18. Болотских, А. С. Настольная книга овощевода [Текст] / А. С. Болотских. – Харьков: Фолио, 2005. – 487 с.
19. Болотских, А. С. Овощи Украины [Текст] / А. С. Болотских. – Харьков : Орбита, 2001. – 1088 с.
20. Болотских, А.С. Энциклопедия овощевода [Текст] / А.С. Болотских. – Харьков: Фолио, 2005. – 799 с.
21. Бровченко, А.А. Замораживание молодого картофеля в жидких охлаждающих средах [Текст] / А.А. Бровченко, Н.П. Луговая // Пищевая промышленность. − 1988. − №8. – С. 50-51.
22. Бровченко, С. О. Изменение биохимических свойств замороженной тыквы в динамике хранения [Текст] / С. О. Бровченко, В. Ф. Ялпачик, С. И. Пастушенко // Вісник аграрної науки Причорномор’я. – 2004. – Вип. 4. – С.204–213.
23. Бровченко, С. О. Обґрунтування способу заморожування гарбуза [Текст] / С. О. Бровченко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії / ТДАТА. – Мелітополь : ТДАТА, 2004. – Т. 25, Вип. 20. – С. 94–99.

24. Буденко, С.Ф. Біохімічний склад плодів баклажанів у процесі заморожування і тривалого зберігання. [Текст] / С.Ф. Буденко, В.Ф. Ялпачик // Вісник львівського державного аграрного університету. Агроінженерні дослідження №8 – Львів, 2004. С. 259-265.
25. Буденко, С.Ф. Прилади для визначення фізико-механічних властивостей плодів при заморожуванні і тривалому збереженні [Текст] / С.Ф. Буденко, В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко, Л.М. Кюрчева // Праці ТДАТА. Вип. 18. – Мелітополь: ТДАТА, 2004. С.78-81.
26. Буденко, С.Ф. Фізико-механічні властивості баклажанів, перцю, кукурудзи молочно-воскової стиглості і сливи до і після заморожування [Текст] / С.Ф. Буденко, В.Ф. Ялпачик, Н.П. Загорко та інші Праці / Таврійська державна агротехнічна акад. 2001. - вип. 2, Т. 18.- С. 101-109.
27. Бурмакин, А.Г. Справочник по производству замороженных продуктов [Текст] / А. Г. Бурмакин. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 464 с .
28. Василяускас, В.П. Изменение качества замороженных продуктов растительного происхождения при холодильном хранении [Текст] / В. П. Василяускас, В.В. Мицкус, В.Ю. Шапола, П.В. Урбонас // Холодильная техника. – 1983. – № 10. – С. 59-60
29. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст] / Е. С. Вентцель – М.: Наука, 1969. –576 с.
30. Вода в пищевых продуктах [Текст] / Под ред. Дакуорта. – М.: Пищевая промышленность, 1989. – 361 с.
31. Воскобойников, В.А. Определение водоудерживающей способности картофеля и моркови после их замораживания и дефростации [Текст] / В.А. Воскобойников, З.А. Кац, А.И. Мануйко, Н.П. Кольцова, Т.С. Захаренко // Холодильная техника. – 1975. - № 10. – С. 44-46.
32. Вышелесский, А.Н. Теплофизические характеристики картофеля и овощей [Текст] / А.Н. Вышелесский, М.А. Громов // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1963. - № 11. – С. 25-27.
33. Гвоздєв, В. О. Методологічні основи дослідження процесу змішування сипких компонентів [Текст] / В. О. Гвоздєв // Праці Таврійської державної агротехнічної академії / ТДАТА. – Мелітополь : ТДАТА. – 2006. – вип. 44. – С. 54–58.
34. Гергель, Н. Переработка бахчевых [Текст] / Н. Гергель // Овощеводство. – 2006. – №8. – С.75
35. Гинзбург, А. С. Теплофизические характеристики зерна, муки и крупы [Текст] / А. С. Гинзбург, М. А. Громов. - М. : Агропромиздат, 1987.- 265 с.
36. Гинзбург, А.С. Теплофизические характеристики картофеля, овощей и плодов [Текст] / А.С. Гинзбург, М.А. Громов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.
37. Говоров, С. Шоковая заморозка – это по-нашему [Текст] / С. Говоров // Холодильный бизнес. – 2001. – № 4. – С. 45.

38. Головкин, Н. А. О глубине и устойчивости переохлаждения растительной и животной ткани [Текст] / Н. А. Головкин [и др.] // Холодильная техника. - 1970. - № 6. - С. 22–-24.
39. Головкин, Н. А. Холодильная технология пищевых продуктов [Текст] / Н. А. Головкин, Г. Б. Чижов. - М. : Госторгиздат, 1963. - 237 с.
40. Гольберг, Л.Д. Вопросы замораживания овощей контактным способом в рассоле [Текст] / Л.Д. Гольберг, А.А. Чуркин // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1975. – № 7. – С. 21–23.
41. Голянд, М. М. Холодильное технологическое оборудование [Текст] : учебник / М. М. Голянд, Б. Н. Малеванный. - М. : Пищевая промышленность, 1977. - 335 с.
42. Гореньков, Э.С. Развитие индустрии производства быстрозамороженной и охлажденной продукции [Текст] / Э.С. Гореньков, В.С. Афанасьева, Е.Н. Кузнецова // Пищевая промышленность.- 1999. - № 4. – С. 45.
43. Григоренко, О.В. Оптимізація елементів технології заморожування плодів сливи [Текст] : автореферат дис… к.т.н. / Херсонський державний технічний університет. – Херсон, 2005. – 20 с.
44. Громов, М.А. Теплофизические характеристики плодов при отрицательных температурах [Текст] / М.А. Громов // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1972. - № 2. – С. 34-35.
45. Грубы, Я. Производство замороженных продуктов [Текст] / Пер. с чешск./ Я. Грубы. – .М.: Агропромиздат, 1990. – 336с.
46. Гукалина, Т.В. Выявление сортопригодности плодов и ягод для замораживания [Текст] / Т.В. Гукалина, Р.А. Диденко и др. // Холодильная техника. – 1983. – № 10. – С. 37–39.
47. Гукалина, Т. В. Содержание аскорбиновой кислоты в картофеле в зависимости от условий замораживания [Текст] / Т. В. Гукалина, Т. В. Коваленко // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1984. – № 4. – С. 17–18.
48. Гуцалюк, Т.Г. От арбуза до тыквы [Текст] / Т.Г. Гуцалюк. – Алма-Ата: Кайнар, 1989. – 272 с.
49. Дворников, В.П. Хранение бахчевых культур [Текст] / В.П. Дворников . – Кишинев, 1991.- (Обзор. информ/МолдНИИТЭИ). – 30 с.
50. Дербеденева, З.А. Гистологические изменения растительной ткани при замораживании ягод земляники [Текст] / З.А. Дербеденева // Холодильная техника. – 1971. – № 10. – С. 36–39.
51. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2004 році (витяг) [Текст] / гол. ред. В. В. Волкодав ; Державна служба з охорони прав на сорти рослин. - К. : Алефа, 2003. - 230 с.
52. Дерягин, Б.В. Вода в дисперсных системах [Текст] / Б.В. Дерягин, Н.В. Чураев, Ф.Д. Овчаренко.– М. : Химия, 1989. – 288 с.
53. Дженєєв, С.Ю. Розвиток системи зберігання плодів, овочів і винограду до 2005 року в Україні [Текст] / С.Ю.Дженєєв, В.Й. Іванченко, Е.Л. Дженєєва // Вісник аграрної науки. – 1992. - № 5. – С.45-48.

54. Дженеева, Э. Л. Подбор сортов земляники для длительного хранения в замороженном виде [Текст] : дисс… канд. с.-х.наук : 05.18.03 / Э. Л. Дженеева. – Ялта, 1986. – 162 с.
55. Диденко, Р. А. Изучение пригодности сортов сладкого перца к замораживанию [Текст] / Р. А. Диденко, Р. А. Салтук, С. И. Князюк // Замораживание и хранение пищевых продуктов: Межвуз. сб. науч. трудов / ЛТИХП; под ред. В. С. Колодязной. – Л. : ЛТИХП, 1989. – С. 21–27.
56. Дибенко, Р.А. Оценка качества ягод при замораживании и хранении / Р .А. Диденко, Т.В. Гукалина и др.[Текст] // Холодильная техника.– 1984 . – № 9. – С. 29–31.
57. Дичев, С. Дегидратация плодов и овощей при замораживании методом флюидизации [Текст] / С. Дичев // Холодильная техника. – 1971. – № 13. – С. 35–38.
58. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта [Текст] / Б.А. Доспехов. – М:. Колос, 1979. − 416 с.
59. Дружинская, Л. П. Влияние сорта и технологии замораживания на качество зеленого горошка [Текст] / Л. П. Дружинская // Ассортимент и качество товаров / КТЭИ. – К. :, КТЭИ, 1978. – С. 112–118.
60. ДСТУ 318-91 Кабачки свежие. Технические условия [Текст] : стандарт. – Вид. офіц. – К. – 1991. – 6 с.
61. ДСТУ 3190-95 Тыква продовольственная свежая. Технические условия [Текст]: стандарт. – Вид. офіц. – К. – 1995. – 6 с.
62. Дубініна, А. Мікробіологічна безпека швидкозаморожених паст [Текст] / А. Дубініна, В. Коваленко, А. Одарченко //Харчова і переробна промисловість, − 2002. – №7. − С. 14-15.
63. Економіка і організація аграрного сервісу [Текст] / За ред.. П.О. Мосіюка. – К. : ІАЕ УААН, 2001. – 345 с.
64. Жадан, В. З. Технофизические основы хранения сочного растительного сырья на пищевых предприятиях [Текст] / В.З. Жадан. – М. : Пищевая промышленность, 1974. – 423 с.
65. Жвирблянская, А. Ю. Микробиология в пищевой промышленности [Текст] / А. Ю. Жвирблянская, О. А. Бокушинская. – М. : Пищевая промышленность, 1975. – 501 с.
66. Жучков, А.В. Устойчивость белокачанной капусты к замораживанию [Текст] / А.В. Жучков // Пищевая промышленность. – 1988. - № 7. – С. 46-47.
67. Завадская, О. Замораживание плодоовощной продукции [Текст] / О. Завадская // Настоящий хозяин. – 2009. – № 1. – С. 52–59.
68. Загорко, Н.П. Вплив способів зберігання на якість плодів солодкого перцю [Текст] : автореферат дис… к.т.н. / Херсонський державний технічний університет. – Херсон, 2006. – 24 с.
69. Іванченко, В. Й. Вибір умов та параметрів зберігання баклажанів при низьких температурах [Текст] / В. Й. Іванченко, В. Ф. Ялпачик, К. М. Стручаєв // Праці Таврійської державної агротехнічної академії / ТДАТА.

– Мелітополь ТДАТА, 2001. – Вип. 1, том 23. – С. 7–13.
70. Иванченко, В.И. Комплексные исследования плодоовощной продукции для хранения в замороженном виде [Текст] / В.И. Иванченко, В.Ф. Ялпачик и др. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2002. – Вип. 4. – С.213–226.
71. Іванченко, В. Й. Обґрунтування способів заморожування і дефростації плодоовочевої продукції [Текст] / В. Й. Іванченко, А.Е. Модонкаєва, В. Ф. Ялпачик, К. М. Стручаєв, Н.П. Загорко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії / ТДАТА. – Мелітополь ТДАТА, 2001. – Вип. 1, том 25. – С. 59–69.
72. Иванченко, В.И. Определение коэффициента теплопроводности плодоовощной продукции при замораживании [Текст] / В.И. Иванченко, А.Э. Модонкаева, В.Ф. Ялпачик, К.Н. Стручаев, Н.П. Загорко // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. - № 12. – С. 24 -25.
73. Иванченко, В.И. Современные способы низкотемпературного замораживания винограда, плодов, овощей [Текст] / В.И. Иванченко, Э .Л. Дженеева, А.Э. Модонкаева – Ялта, 1991. – 60 с.
74. Исаченко, В. П. Теплопередача [Текст] / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – М. : Энергоиздат, 1981. – 416 с.
75. Кабачки, тыква… [Текст] /Сост. И. Путырский, В. Прохоров, П. Родионов. – Мн.: Книжный Дом; М.: Махаон, 2000. – 96 с.
76. Кангина, И.Б. Пригодность для замораживания плодов украинского сортамента [Текст] / И.Б. Кангина, Н.Ф. Бондаренко // Новые виды продукции из плодов и винограда. – М.: Агропромиздат, 1990. – С.105 - 111.
77. Кангина, И.Б. Пригодность для замораживания плодов украинского сортимента [Текст] / И.Б. Кангина, Н.Ф. Бондаренко // Новые виды продукции из плодов и винограда / ВАСХНИЛ; Под ред. С.Ю. Дженеева, 1990. – С. 105-111.
78. Кокшарова, Т.Е. Определение количества вымороженной влаги в твердых сычужных сырах [Текст] / Т.Е. Кокшарова, З.С. Соколова // Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов: Сб. научных трудов.– Л., 1979. – С.110–114.
79. Колесник, А.А. Влияние близкокриоскопических температур на сохранность плодоовощной продукции при длительном хранении [Текст] / А.А. Колесник, В.С. Афанасьєва и др. // Хранение и переработка плодооовощной продукции и картофеля / ВАСХНИЛ. – М. : ВАСХНИЛ, 1983. – С. 124–131.
80. Колтунов, В.А. Зберігання гарбузових плодів: наук. видання [Текст] / В.А. Колтунов, Л.М. Пузік. – Х. : Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва, 2004. – 365 с.
81. Конвісер, І.О. Холодильна технологія харчових продуктів [Текст] : Навч. посіб. / І.О. Конвісер, Т.Б. Паригіна. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2001. – 242 с.

82. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы) [Текст] / Рогов И.А., Куцакова В.Е. и др. – М.: Колос, 1999. – 176 с.
83. Консервування: охолодження і глибоке заморожування [Текст] // Харчова і переробна промисловість. – 2001. –№ 3. – С. 23–25.
84. Коробкина, З.В. Прогрессивные методы хранения плодов и овощей [Текст] / З.В. Коробкина – К.: Урожай, 1989. – 168 с.
85. Коробкина, З.В. Совершенствование технологии замораживания плодов и овощей с целью повышения качества и расширения ассортимента [Текст] / Лекция. – К., 1979. – 34 с.
86. Коробкина, З.В. Сохраняемость аскорбиновой кислоты в замороженных плодах и овощах [Текст] / З.В. Коробкина, М.Х. Абдинова, М.Я. Косенко // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1975. - № 2. – С. 25-27.
87. Короткий, И.А. Определение температуры замораживания черной смородины [Текст] / И.А. Короткий, Е.В. Короткая // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2005. – № 4. – С. 30.
88. Кравець, О. В. Обґрунтування межі ефективності зберігання сільськогосподарської продукції [Текст] / О. В. Кравець, В. Ф. Ялпачик , В. Г. Тарасенко // Холодильна техніка і технологія. – 2006. – №4 (102). – С. 68-72.
89. Кравець, О.В. Оптимізація перевезень сільськогосподарської продукції [Текст] / О.В. Кравець, В.Ф. Ялпачик, В.Г. Тарасенко // Холодильна техніка і технологія. – 2008. – №2 (112). – С. 77-79.
90. Кротов, Е.Г. Влияние замораживания на влагоудерживающую способность ткани земляники [Текст] / Е.Г. Кротов, З.А. Дербеденева // Холодильная техника. – 1972. – № 9. – С. 45–46.
91. Кротов, Е.Г. Влияние замораживания на прочность связи воды в растительных тканях [Текст] / Е.Г. Кротов, Н.А. Федюнина // Холодильная техника. – 1971. – № 12. – С. 35-36.
92. Кротов, Е.Г. О влиянии замораживания и хранения на микроструктуру ткани некоторых овощей [Текст] / Е.Г. Кротов, Н.А. Федюнина, Е.Д. Вишневецкий // Холодильная техника. – 1970. − №7. – С.18 – 21.
93. Кротов, Е. Г. О возможности контактного замораживания овощей в жидком фреоне [Текст] / Е. Г. Кротов, И. И. Плужников // Холодильная техника. – 1971. – № 13. – С. 35–38.
94. Кротов, Е.Г. О физико-химических и структурных особенностях тканей замороженных овощей [Текст] / Е.Г. Кротов // Холодильная обработка и хранение пищевых продуктов. – Л.: ЛТИХП, 1979. – С. 26–31.
95. Кротов, Е.Г. Об активности некоторых окислительно-восстановительных ферментов при разных условиях холодильной обработки и хранения овощей [Текст] / Е.Г. Кротов, А.А. Бровченко, Н. А. Федюнина // Развитие теоретических основ и практики холодильной технологии пищевых продуктов: Межвузовский сборник научных

трудов. – Ленинград: ЛТИХП. – 1986. – С. 3-6.
96. Кротов, Є. Інтенсивні технології заморожування сировини / Є.Кротов // Харчова і переробна промисловість. – 1992. - № 8. – С. 12.
97. Кудряшева, А.А. Микробиологические основы сохранения плодов и овощей [Текст] / А.А. Кудряшева. – М.: Агропромиздат, 1986. – 189 с.
98. Куцакова, В. Е. Массоотдача при замораживании [Текст] / В.Е. Куцакова, С. В. Фролов, М.И. Яковлева // Журнал прикладной химии. – 1997. – Т. 70, Вып. 12. - С. 2061-2063.
99. Куцакова, В.Е. Новое в технике и технологии производства быстрозамороженных фруктов и овощей [Текст] / В.Е. Куцакова, И.А. Кузьмина, Т.Е. Бурова. – М.: ВНИИТЭИАгропром, 1991,. – 24 с. (Серия 18: Консервная, овощесушильная и пищеконцентратная промышленность;Обзорная информация. Вып. 5).
100. Куцакова, В.Е. О времени замораживания пищевых продуктов [Текст] / В.Е. Куцакова, С.В. Фролов и др. // Холодильная техника. – 1997. – № 2. – С. 16–17.
101. Кюрчева, Л.М. Обгрунтування критеріїв придатності столового винограду до низькотемпературного заморожування: Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.15 / Л.М. Кюрчева ; Нац. аграр. ун-т. – К., 2007. – 21 с.
102. Лыков, А. В. Теория теплопроводности [Текст] / А. В. Лыков. – М. : Высшая школа, 1967. – 592 с.
103. Мазуренко, А.Г. Замораживание пищевых продуктов в блоках [Текст] / А.Г. Мазуренко, В.Г. Федоров. – М.: Агропромиздат, 1988. – 204 с .
104. Мамулова, Н.А. Тенденции в производстве и потреблении быстрозамороженных пищевых продуктов в странах западной Европы и США [Текст] / Н.А. Мамулова, Л.А. Кизима // Холодильная техника. – 1983. – № 10. – С. 61–63.
105. Марченко, В. Механизированный технологический процесс производства кабачка [Текст] / В. Марченко, О. Ткаченко, В. Опалко // Овощеводство. – 2006. – № 7. – С. 60-65.
106. Масліков, М.М. Способи швидкого заморожування харчових продуктів [Текст] / М.М. Масліков // Мясное дело. – 2005. - № 12. – С. 54-55.
107. Мелконян, А. М. Підбір сортів абрикоса для зберігання у замороженому вигляді та одержання продуктів переробки [Текст] : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 05.18.03 “Первинна обробка і зберігання продуктів рослинництва” / А. М. Мелконян. – Ялта, 2000. – 27 с.
108. Методические рекомендации по хранению плодов, овощей и винограда [Текст] / Институт винограда и вина «Магарач». – К., 1998. – 151 с.
109. Методические указания по проведению исследований с быстрозамороженными плодами, ягодами и овощами [Текст]. – М.: ВАСХНИЛ, 1989. – 31с.

110. Мендельсон, К. Физика низких температур [Текст] / К. Мендельсон; Пер. с англ. И.Н. Гончарова. – М. : Иностранная литература, 1963. – 228 с.
111. Микробиология продуктов растительного происхождения. Уч. пос. [Текст] / И.А. Еремина, Н.И. Лузина, О.В. Кригер.- Кемерово, 2003.- 87 с.
112. Мосіюк, П. О. Економіка та організація аграрного сервісу [Текст] / П. О. Мосіюк. – К. : ІАЕ УААН, 2001. – 385 с.
113. Мостовой, Ю. Рынок плодоовощной заморозки– взгляд специалистов [Текст] / Ю. Мостовой, Г. Шубина // Продукты&Ингредиенты. – 2008 . – № 10. – С. 64–68.
114. Мостовой, Ю. Сильные, и не только потому, что «донецкие» [Текст] / Ю. Мостовой // Продукты&Ингредиенты. – 2008. – № 11. – С. 69–70.
115. Мукаилов, М.Д. Влияние замораживания и низкотемпературного хранения на эпифитную микрофлору винограда [Текст] / М.Д. Мукаилов, Г.А. Абдулкеримов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2007. – № 10. – С. 23–25.
116. Мукаилов, М.Д. Низкотемпературное замораживание – фактор, обеспечивающий сохранность жизненно важных компонентов плодов и ягод [Текст] / М.Д. Мукаилов, Б.М. Гусейнова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 7. – С. 40–42.
117. Мыскин, М.М. Использование холодильников и производство быстрозамороженных пищевых продуктов на консервных предприятиях [Текст] / М.М. Мыскин, А.И. Сальников, А.И. Аляев // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1975. – № 7. – С. 18–20.
118. Мыскин, М.М. Производство плодово-ягодных и овощных консервов из замороженного сырья в межсезонный период [Текст] / М.М. Мыскин, Н.Д.Фокин // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1975. – № 11. – С. 25–26.
119. Мюллер, Г. Микробиология пищевых продуктов растительного происхождения [Текст] / Г. Мюллер, П. Литц, Г.Д. Мюнх. – М.: Пищевая пром-сть, 1977. – 343 с.
120. Наместников, А.Ф. Ассортимент и технология производства быстрозамороженных овощей и фруктов в СССР и за рубежом [Текст] / А.Ф. Наместников. – М.: ЦНИИТЭИ, 1984. – 32 с. (Серия 18: Консервная, овощесушильная и пищеконцентратная промышленность ; Обзорная информация. Вып. 1.).
121. Наместников, А.Ф. Быстрое замораживание плодов и овощей в хозяйстве [Текст] / А.Ф. Наместников // Достижения науки и техники АПК. – 1991. – № 11. – С. 36-38.
122. Нестеркин, В.Ф. Состояние и перспективы производства быстрозамороженной плодоовощной продукции [Текст] / В.Ф. Нестеркин // Холодильная техника. – 1988. – № 10. – С. 2–5.

123. Николаев, Б.А. Измерение структурно-механических свойств пищевых продуктов [Текст] . – М., “Экономика”, 1964. – 224 с.
124. Николаев, Н.С. Процесс замораживания пищевых продуктов и методика его расчета [Текст] / Н.С. Николаев, А.И. Мерзляков // Холодильная техника. – 2005. – № 8. – С. 34–37.
125. Носкова, Т.Л. Микробиология холодильного хранения пищевых продуктов [Текст] / Т.Л. Носкова, Т.Ю. Пек – М.: Госторгиздат, 1960. – 286 с.
126. Обґрунтування способів заморожування і дефростації плодоовочевої продукції [Текст] / В. Й. Іванченко, А. Е. Модонкаєва, В. Ф. Ялпачик та інші // Праці Таврійської державної агротехнічної академії / ТДАТА. – Мелітополь : ТДАТА, 2001. – Вип. 1, т.25 – С. 59–69.
127. Організація і планування на підприємстві: навч. посіб. / [Семенов Г.А ., Станчевский В.К., Панкова М.О. і інш.] – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 528 с.
128. Орлова, Н. Ефективні способи стабілізації харчової та біологічної цінності замороженої плодоовочевої продукції [Текст] / Н. Орлова, С. Белінська // Харчова і переробна промисловість. – 2002. – № 3. – С. 20–21.
129. Пат. 14893 Україна, МКИ[5] А 23 В 7/04. Спосіб консервування плодово-ягідної та овочевої сировини / С. Ю. Дженєєв, В.І. Іванченко. - № 93007431; Заявл. 18.02.97; Опубл. 30.06.97, Бюл. №3.
130. Пат. 64454 Україна, МКИ[7] А 23 В 7/04. Спосіб підготовки баклажанів до зберігання / О.В. Гвоздєв, В.Ф. Ялпачик. - № 2003065108; Заявл. 03 .06.03; Опубл. 16.02.04, Бюл. №2.
131. Пат. №26205 Україна, МПК А23В7/04 Спосіб підготовки кабачків до зберігання / В.Г Тарасенко, В.Ф.Ялпачик: Заявл. 23.04.2007, Опубл. 10.09.2007 Бюл. №14 – 2с.
132. Пат. №27716 Україна, МПК А23В7/00 Спосіб виготовлення консервованої овочевої ікри / В.Г. Тарасенко, Н.П. Загорко, В.Ф. Ялпачик: Заявл. 09.07.2007, Опубл. 12.11.2007 Бюл. №18 – 2с.
133. Пат. № 44109 Україна, МПК (2009) А23В 7/00 Спосіб консервування кабачків / В.Г. Тарасенко, Н.П. Загорко, В.Ф. Ялпачик: Заявл. 29.12. 2008, Опубл. 25.09.2009 Бюл. №18 – 2с.
134. Пат. 72656 Україна, МПК (2012.01) F25D 3/00. Пристрій з періодичною дією акумулятора холоду для охолодження та заморожування харчових продуктів / М.О. Хмельнюк, І.О. Подмазко (Україна). - № 201201550; заявл. 13.02.2012; опубл. 27.08.2012, Бюл. № 16.
135. Пилипенко, Т.Д. Изменение биохимического состава плодов и овощей в процессе холодильной обработки и его влияние на обратимость воды по данным ПМР [Текст] / Т.Д. Пилипенко, Е.Г. Кротов, В.В. Манк // Холодильная техника. – 1986. – № 4. – С. 20–24.
136. Планирование эксперимента : Учеб. пособие для студ. экон. и техн. спец. вузов / ред.: А. А. Янцевич; сост.: Ю. А. Александров; Нар. укр.

акад. - Х. : Изд-во НУА, 2004. - 207 с.
137. Покровский, А.А. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов [Текст] / А.А. Покровский. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 227 с.
138. Полишко, С. П. Управление качеством продукции [Текст] / С. П. Полишко, А. Л. Козлов. – К. : Техника, 1978. – 144 с.
139. Попова, Т.Я. Микробиологическое исследование быстрозамороженных плодов и овощей [Текст] / Т.Я Попова, Н.Н. Корнеева // Холодильная техника. – 1983. – № 10. – С. 49-51.
140. Постольски, Я. Замораживание пищевых продуктов [Текст] / Я. Постольски, З. Груда. – М.: Пищ. пром-ть, 1978. – 606 с.
141. Потапов, В. О. Наближене аналітичне розв’язання задачі теплообміну для тіл довільної форми / В. О. Потапов, О. С. Сомов, Є. М. Якушенко // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. пр. / ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк : ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2009. Вип. 21. С. 261-269.
142. Производство быстрозамороженной плодоовощной продукции [Текст] / Экспресс-информация // МолдНИИНТИ. – Кишинев, 1988. – 15 с.
143. Пушкарь, М. С. Введение в криобиологию [Текст] / М. С. Пушкарь, А. М. Белоус. – К. : Наук. мысль, 1975. – 342 с.
144. Рекомендации МИХ по замораживанию и хранению пищевых продуктов [Текст] // Холодильная техника. – 1990. – № 9. – С. 53–57.
145. Рекомендации по замораживанию плодов косточковых культур [Текст] / Южное науч.–производств. плодопитомническое объединение, Укр. НИИ орошаемого садоводства. – Запорожье, 1988. – 12 с.
146. Рогов, И. А. Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы) [Текст] И.А. Рогов, В. Е. Куцакова, В.И. Филиппов, С. В. Фролов / — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Колос, 1999. — 176 с.
147. Рогов, И.А. Физические методы обработки пищевых продуктов [Текст] / И.А. Рогов, А.В. Горбатов. – М.: “Пищевая промышленность”, 1974. – 583 с.
148. Рютов, Д. Г. Влияние связной воды на образование льда в пищевых продуктах при их замораживании [Текст] / Д. Г. Рютов // Холодильная техника. –1976. – №5. – С. 32–37.
149. Рютов, Д.Г. Температура замерзания и удельная теплота плодов и овощей [Текст] / Д.Г. Рютов, А.М. Веселова // Холодильная промышленность. – 1939. - № 1. - С. 33-38.
150. Саатчан, А. Влияние низких температур на активность ферментов в пищевых продуктах [Текст] / А. Саатчан // Холодильная техника. – 1951. - № 3. – С. 29-32.

151. Салашинский, Н. А. Исследование естественных потерь быстрозамороженных слив при хранении [Текст] / Н. А. Салашинский, Е. А. Бершеда, Л. М. Снайчук // Научные основы хранения и переработки плодоовощной продукции и картофеля : сб. ст. / ВАСХНИЛ ; под ред. П. Сокола и др. – М. : Агропромиздат, 1987. – С. 213.
152. Салашинский, Н.А. Потери быстрозамороженной черной смородины при длительном хранении [Текст] / Н.А. Салашинский, Н.А. Бершеда, А.Л. Зубатый, Р.И. Ковалева // Холодильная техника. – 1989. - № 8. – С. 24-25.
153. Саркисян, Ж.А. Новое оборудование для линий по производству быстрозамороженных продуктов [Текст] // Холодильная техника. – 1993. – № 5. – С. 3–4.
154. Сенина, Е. П. Замораживание плодов – один из прогрессивных способов сохранения их качества [Текст] / Е. П. Сенина // Научные основы хранения и переработки плодоовощной продукции и картофеля : сб. ст. / ВАСХНИЛ; под ред. П. Сокола и др. – М. : Агропромиздат, 1987. – С. 203–207.
155. Синяков, А.Ф. Овощи – источник целебных пищевых волокон [Текст] / А.Ф. Синяков // Картофель и овощи. – 1992. – № 1. – С. 31 – 32.
156. Синяков, А.Ф. Худейте без лекарств [Текст] / А.Ф. Синяков // Огородник. – 2002. – № 7. – С. 13 – 15.
157. Сидорчук, О. Функціональна структура переробних підприємств у їх проектах [Текст] / О. Сидорчук, І. Флис // Вісник Львівського державного аграрного університету / ЛДАУ. – Львів : ЛДАУ, 2004. – № 8. – С. 82–88.
158. Сич, З. Д. Гармонія овочевої краси та користі [Текст] / З.Д. Сич, І.М. Сич. — К. : Арістей, 2005. — 192с.
159. Скалецька, Л.Ф. Товарознавство продукції рослинництва: навч. посібник [Текст] / Л.Ф. Скалецька, Г.І. Подпрятов, В.І Войцехівський. – К.: Арістей, 2005. – 496 с.
160. Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов [Текст] / И. М. Скурихин. М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
161. Смоляр, В.Н. Рациональное питание [Текст] / В.Н. Смоляр. – К.: Наукова думка, 1991. – 368 с.
162. Сокол, П.Ф. Улучшение качества продукции овощных и бахчевых культур [Текст]. – М.: Колос, 1978. – 293 с.
163. Справочник по овощеводству [Текст] / под общ. ред. В. А. Брызгалова . – Л., 1971. – 472 с.
164. Стручаев, К. Н. Методика определения оптимальных кусочков тыквы при замораживании [Текст] / К. Н. Стручаев, В. Ф. Ялпачик, С. О. Бровченко // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції " Проблеми та перспективи розвитку аграрної механіки". – Дніпропетровськ. – 2004. – С. 92–94.
165. Стручаев, К. Н. Теоретическое обоснование толщины подмораживания тыквы [Текст] / К. Н. Стручаев, В. Ф. Ялпачик, С.О.

Бровченко // Проблемы легкой и текстильной промышленности Украины. – 2004. – № 2. – С. 189–193.
166. Таран, Б. А. Математическая модель холодильного консервирования продукции [Текст] / Б. А. Таран, А. И. Покатилов // Пищевая промышленность. – 1990. – № 11. – С. 69–71.
167. Тарасенко, В. Г. Вплив заморожування і низькотемпературного зберігання на епіфітну мікрофлору кабачків [Текст] / В. Г. Тарасенко // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету: зб. наук. праць / ЛНАУ; за ред. М. В. Брагінця. – Луганськ, 2008. – №87. – С. 257-259. - (Технічні науки)
168. Тарасенко, В. Г. Змінення властивостей плодів кабачків у процесі заморожування і тривалого зберігання [Текст] / В. Г. Тарасенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наук. фах. видання / ТДАТУ ; відп. за вип. Ф. Ю. Ялпачик. - Мелітополь, 2010. - Вип. 10, т. 3. - С. 106-113.
169. Тарасенко, В.Г. Зміни біохімічного складу та мікробіологічних показників кабачків за умов низькотемпературного зберігання [Текст] / В.Г. Тарасенко // Обладнання та технології харчових виробництв: зб. наук. праць / ДонНУЕТ ім. Михайла Туган-Барановського. – Донецьк, 2011. - Вип. 26. - С. 255-259.
170. Тарасенко, В. Г. Оптимізація процесу заморожування кабачків і гарбузів [Текст] / В. Г. Тарасенко, С. В. Кюрчев // Збірник тез всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів [„Інноваційні технології розвитку у сфері харчових виробництв, готельно-ресторанного бізнесу, економіки та підприємництва: наукові пошуки молоді”], (26 березня 2014 р.) / редкол. О.І. Черевко [та ін.]. – Харків: ХДУХТ, 2014. – Ч.1. – С.348.
171. Тарасенко, В.Г. Підготовка гарбуза до заморожування [Текст] / В.Г. Тарасенко, Я.О. Подлубна // Збірник наукових праць магістрантів та студентів Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 10, том 5. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. - С.88-89
172. Тарасенко, В.Г. Розрахунок економічної ефективності (бізнес-план) по плануванню і організації виробництва замороженої плодоовочевої продукції [Текст] / В.Г. Тарасенко, В.Ф. Ялпачик // Холодильна техніка і технологія. – 2009. – №2 (118). – С. 48-50.
173. Тарасенко, В.Г. Технология хранения кабачков и тыквы при помощи замораживания [Текст] / В.Г. Тарасенко // Сб. материалов V международного форума молодежи «Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке» / ХНТУСХ. – Харьков: ХНУТСХ, 2009. – С.79.
174. Тепло- и массообмен, теплотехнический эксперимент : справочник [Текст] / под ред. В. А. Григорьева и В. М. Зорина. – М. : Энергоиздат , 1982. – 512 с.
175. Технологическая инструкция по производству быстрозамороженных овощей [Текст] / Сборник технологических инструкций по

производству консервов. Том 2. Консервы плодово-ягодные, быстрозамороженные плоды и овощи. – М.: Пищепромиздат. – 1960. – С. 337-347.
176. Третьяков, Н.А. Интенсивная технология быстрого замораживания лесных ягод [Текст] : автореферат дис… к.т.н. / Санкт-Петербургская государственная академия холода и пищевых технологий. – Санкт-Петербург, 1999. – 24 с.
177. Физико-технические основы холодильной обработки пищевых продуктов: Учеб. пособие [Текст] / Аверин Г.Д., Журавская Н.К., Каухчешвили Э.И. и др.; Под ред. Э.И. Каухчешвили. – М.: Агропромиздат, 1985. – 255 с.
178. Фикин, А. Физические условия флюидизационного замораживания фруктов и овощей [Текст] / А. Фикин // Холодильная техника. – 1980. – № 7. – С. 59–61.
179. Флауменбаум, Б. Л. Основы консервирования пищевых продуктов [Текст]/ Г. Л. Флауменбаум, С. С. Танчев, М. А. Гришин. – М. :Агропромиздат, 1986. – 494 с.
180. Фролов, С.В. Тепло- и массообмен в расчетах процессов холодильной технологии пищевых продуктов [Текст] / С.В. Фролов, В.Е. Куцакова, В.Л. Кипнис. - М.: Колос-пресс, 2001. – 144 с.
181. Холодильная техника и технология : [учебник] [Текст] / Под ред. А. В . Руцкого. – М. : ИНФРА – М, 2000. – 286 с.
182. Хранение овощей и плодов бахчевых культур [Текст] / Обзор литературы. – М., 1970. – 96 с.
183. Чижов, Г. Б. Вопросы теории замораживания пищевых продуктов [Текст]/ Г. Б. Чижов. – М. : Пищепромиздат, 1956. – 140 с.
184. Чижов, Г.Б. Теплофизические процессы в холодильной технологии пищевых продуктов [Текст] / Г.В. Чижов. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 302 с.
185. Чижов, Г.Б. Формирование кристаллов льда в пищевых продуктах при их замораживании [Текст] / Г.Б. Чижов, О.А. Цуранов. – М.: ЦНИИТЭИ, 1970. – 16 с.
186. Чумак, И. Г. Контактное замораживание растительных продуктов в рассоле [Текст] / И. Г. Чумак, Л. Д. Гольберг, А. А. Чуркин. – М. : Пищевая промышленность, 1977. – 29 с.
187. Шевченко, Г. Тыквы, кабачки, патиссоны [Текст] / Г. Шевченко // Россия молодая. – 1992. – № 3. – С. 31 – 32.
188. Шубина, Г. Рынок плодоовощной заморозки [Текст] / Г. Шубина // Продукты & ингредиенты. – 2008. – № 7 (49). – С. 60–62.
189. Яковенко, М.Н. Производство замороженных продуктов – индустриальная основа общественного питания [Текст] / М.Н. Яковенко // Продукты & ингредиенты. – 2004. – № 1. – С. 26-27.
190. Ялпачик, В.Ф. Влияние времени хранения некоторых сельскохозяйственных продуктов в замороженном виде на микроструктуру ткани [Текст] / В.Ф. Ялпачик, К.Н. Стручаев, Н.П.

Загорко // Праці ТДАТА. 2005. - вип. 25, - С. 92-96.
191. Ялпачик, В.Ф. Дослідження змінень показників якості гарбуза в процесі заморожування та зберігання [Текст] / В.Ф. Ялпачик, С.Ф. Буденко, В.Г.Тарасенко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії: наук. фах. видання / ТДАТА ; відп. викон. Ф. Ю. Ялпачик. - Мелітополь: ТДАТА, 2006. – Вип. 44. – С. 35-41.
192. Ялпачик, В.Ф. Енергетичний аналіз процесів заморожування і дефростації плодоовочевої продукції [Текст] / В.Ф. Ялпачик, К.М. Стручаєв, С.А. Мінько // Праці Таврійської державної агротехнічної академії / ТДАТА. – Мелітополь : ТДАТА, 2005. – Вип. 34. – С.62-–67.
193. Ялпачик, В. Ф. Змінення властивостей плодів кабачків у процесі заморожування та тривалого зберігання [Текст] / В. Ф.Ялпачик, С. Ф. Буденко, В. Г.Тарасенко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: Зб. наук. праць. – Харків: Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. - Х., 2007. - Вип. 2 (6). - С. 176-182.
194. Ялпачик, В. Ф. Исследование адгезионных свойств кабачков [Текст] / В. Ф. Ялпачик, С. Ф. Буденко, В. Г. Тарасенко // Холодильна техніка і технологія. – 2007. – № 4 (108). – С. 58–60.
195. Ялпачик, В.Ф. Методика визначення фізико-механічних та теплофізичних властивостей плодів, овочів і ягід при тривалому зберіганні в замороженому виді [Текст] / В.Ф. Ялпачик // Праці ТДАТА. Вип.29 – Мелітополь. – 2005. – С.81-90.
196. Ялпачик, В. Ф. Методологические основы исследования процесса получения дефростированной плодоовощной продукции [Текст] / В. Ф. Ялпачик, А. В. Гвоздев, В. Г. Тарасенко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії : наук. фах. видання / ТДАТА ; відп. за вип. Ф. Ю. Ялпачик. - Мелітополь, 2007. - Вип. 7, т. 5. - С. 11-16.
197. Ялпачик, В.Ф. Моделювання процесу заморожування гарбузових овочів [Текст] / В.Ф. Ялпачик, С.В. Кюрчев, В.Г. Тарасенко // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, вип. 43, ч. II. – Кіровоград: КНТУ, 2013. – С.297-303
198. Ялпачик, В.Ф. Новый метод замораживания и размораживания [Текст] / В.Ф. Ялпачик // Овощеводство. – 2005. – № 11. – С. 63
199. Ялпачик, В. Ф. Обоснование размеров кусочков тыквы и кабачков при замораживании [Текст] / В. Ф. Ялпачик, К. Н. Стручаев, В. Г. Тарасенко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії / відп. за вип. А. І. Панченко. – Мелітополь, 2006. – Вип. 37. – С. 176–182.
200. Ялпачик, В.Ф. Обоснование толщины подмороженного слоя кусочков кабачков и тыквы в процессе подготовки к длительному хранению в замороженном виде [Текст] / В.Ф. Ялпачик, Н.И. Стручаев, В.Г. Тарасенко // MOTROL Motoryzacja i energetyka rolnictwa, TOM 10A,

Lublin 2008.– S. 187-190.
201. Ялпачик, В. Ф. Обґрунтування розмірів і товщини підмороженого шару кабачків і гарбуза в процесі тривалого зберігання у замороженому вигляді [Текст] / В. Ф. Ялпачик, В. Г. Тарасенко // Соціум. Наука. Культура : матер. III Всеукр. научно-практ. інтернет-конф., (29-31 січня 2008р.). - К., 2008. - Ч. 2. - С. 57-58.
202. Ялпачик, В. Ф. Определение количества тепла при замораживании некоторых видов плодоовощной продукции [Текст] / В. Ф. Ялпачик, В. Г. Тарасенко// Холодильна техніка і технологія. - 2007. - № 3 (107). - С. 57-62
203. Ялпачик, В. Ф. Определение теплофизических свойств кабачков при замораживании [Текст] / В. Ф. Ялпачик, В. Г. Тарасенко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії : наук. фах. видання / ТДАТА ; відп. за вип. В. Т. Надикто. - Мелитополь, 2007. - Вип. 7, т. 1 . - С. 58-61.
204. Ялпачик, В. Ф. Оптимізація технології заморожування баклажанів [Текст] : автореф. дис. … канд. техн. наук : 05.18.03 / В.Ф. Ялпачик ; Херсонський держ. технічний ун-т. - Херсон, 2004. – 22 с.
205. Ялпачик, В. Ф. Перспективні технологічні схеми зберігання та переробки плодоовочевої продукції [Текст] / В.Ф. Ялпачик, С.Ф. Буденко // MOTROL Motoryzacja i energetyka rolnictwa, TOM 8A, Lublin 2006, S. 320-326.
206. Ялпачик, В. Ф. Підготовка гарбуза до заморожування [Текст] / В. Ф. Ялпачик, В. Г. Тарасенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету : наук. фах. видання / ТДАТУ ; відп. за вип. В. Т. Надикто. - Мелітополь, 2008. - Вип. 8, т. 1. - С. 166-169.
207. Ялпачик, В.Ф. Розвиток наукових основ енергозберігаючих технологій заморожування та низькотемпературного зберігання плодоовочевої сировини: дис. ... доктора техн. наук : 05.18.13 / Ялпачик Володимир Федорович. – Одеса, 2012. – 294 с.
208. Ялпачик, В.Ф. Спосіб підготовки гарбуза до зберігання [Текст] / В.Ф . Ялпачик, С.О. Бровченко, К.М. Стручаєв. Патент А 22В7/04. Бюл. № 4 15.04.2005.
209. Ялпачик, В. Ф. Технологическая схема процесса замораживания кабачков и тыквы [Текст] / В. Ф. Ялпачик, В. Г. Тарасенко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії : наук. фах. видання / ТДАТА ; відп. за вип. А. І. Панченко. - Мелітополь, 2007. - Вип. 7, т. 4 . - С. 92-95.
210. Ялпачик, В.Ф. Характеристика кабачків як перспективного об’єкта на ринку швидкозамороженої продукції [Текст] / В. Ф. Ялпачик, В. Г. Тарасенко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка: наук. фах. видання / ХНТУСГ ім. Петра Василенка. - Х., 2007. - Вип. 58. - С. 262-266.

211. Bartolome, A.P. Freezing rate and frozen storage effects on color and sensory characteristics pineapple fruit slices / A.P. Bartolome, P. Ruperez, C. Fuster // Food Sci. -1996.-Vol.61. - N1. - P. 154-156.
212. Brown, M. Frozen fruits, vegetables nein chemistry physics and cryobiology / M. Brown // Advances in Food Research Perkily/ California / USA, 1979. – № 25. – P.181-–235.
213. Brown, M. Effect of freezing of fruit vegetables structure / M. Brown // Food. Technol. – 1979 – № 5. – P.106–114.
214. Calbassi, M. Changes during possessing of frozen vegetables and fruits / M. Calbassi // Quall. Stored and Process. Veg. and Fruit: Prog. Athlong Ashton Symp., Bristol. – S. 12A pr., 1979. – London, 1981. - P. 112–114.
215. Chumak, J. G. Mathematical modelling of cooling and freezing of various foodstuffs / J. G.Chumak, V. P. Onisthenco, J. A. Chriaziki // Науч. трудове / Висш. ин-т по хранителна и вкусова промышленность. – Пловдив, 1998. – Т. 43, свитък 3. – С. 279–287.
216. Kidimose, U. Changes in texture, microstructure and nutritional quality of carrot slices during blanching and freezing / U. Kidioose, H. J.Martons // J. Sc. Food Agr. – 1999. – Vol 79, № 12. – P.1747–1753.
217. Moro, V. Methods for assessing freezing damage instrawberrigahd mushroom / V. Moro, T.R. Gormley // Farm Food – 1999. – Vol.8, №4 – P . 37–40.
218. Shi, X. Mechanical property changes during freezing of a biomaterial. / Shi X., Datta A.K., Troop J.A. // Trans. ACAE. – St.Joseph (Mich.) , 1998. – Vol.41, №5. – P. 1407–1414.
219. Torija, E. Influence of freezing process on free sugars content of papaya and banana fruits / E. Torija, C. Diez, C. Matallana // J. Sc. Food Agr. – 1998. – Vol. 76, N 3. – P. 315–319.
220. Urbanyi, G. Changes of surface color of the fruit and of the antho-cyanin content of sour cherries during frozen storage / G. Urbanyi, K. Horti // Acta alim. – 1992. – N 3-4. – P. 307–323.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиці температурних залежностей теплофізичних властивостей кабачків і гарбузів

Таблиця А.1

Теплофізичні властивості кабачків в залежності від температури

(W_{in}= 0.942; T_{KP}= -1,07 °C **)**

T,K	Ro,kg/m3	Cp,J/kgK	I,J/kg	L,W/mK	WT
-40.0	879.1	1901.5	0.0	2.028	0.984
-39.0	878.8	1909.5	1819.2	2.018	0.984
-38.0	878.4	1918.0	3646.6	2.008	0.984
-37.0	878.1	1927.0	5482.6	1.999	0.984
-36.0	877.8	1936.4	7327.7	1.989	0.983
-35.0	877.4	1946.3	9182.3	1.980	0.983
-34.0	877.1	1956.7	11047.0	1.971	0.983
-33.0	876.8	1967.6	12922.2	1.962	0.982
-32.0	876.4	1979.2	14808.5	1.953	0.982
-31.0	876.1	1991.4	16706.5	1.944	0.982
-30.0	875.7	2004.4	18617.1	1.936	0.982
-29.0	875.4	2018.2	20540.9	1.927	0.981
-28.0	875.1	2033.0	22479.0	1.919	0.981
-27.0	874.7	2048.8	24432.1	1.911	0.980
-26.0	874.4	2065.9	26401.7	1.903	0.980
-25.0	874.1	2084.4	28388.8	1.895	0.979
-24.0	873.7	2104.5	30395.2	1.887	0.979
-23.0	873.4	2126.6	32422.5	1.879	0.978
-22.0	873.1	2151.0	34472.9	1.872	0.978
-21.0	872.8	2178.0	36548.9	1.864	0.977
-20.0	872.4	2208.3	38653.4	1.857	0.976
-19.0	872.1	2242.6	40790.0	1.850	0.975
-18.0	871.8	2281.8	42963.1	1.843	0.974
-17.0	871.5	2327.0	45178.2	1.836	0.973
-16.0	871.2	2379.9	47442.2	1.829	0.972
-15.0	871.0	2442.6	49763.5	1.822	0.971
-14.0	870.7	2517.9	52153.5	1.815	0.969
-13.0	870.5	2610.1	54626.8	1.807	0.967
-12.0	870.2	2725.0	57202.8	1.800	0.965
-11.0	870.1	2871.4	59908.5	1.793	0.962
-10.0	869.9	3062.8	62781.6	1.785	0.959
-9.0	869.8	3320.7	65877.0	1.776	0.956
-8.0	869.8	3681.2	69277.7	1.767	0.951
-7.0	869.9	4208.8	73115.1	1.756	0.945
-6.0	870.2	5027.4	77611.1	1.743	0.937
-5.0	870.8	6402.1	83171.7	1.726	0.925
-4.0	871.8	8986.0	90626.7	1.701	0.908
-3.0	874.0	14771.4	101980.8	1.660	0.878
-2.0	878.9	32517.5	123628.6	1.573	0.815
-1.0	897.2	150814.3	192910.7	1.276	0.601
0.0	991.9	4071.1	384435.0	0.483	0.000
1.0	991.9	4067.9	388413.9	0.485	0.000
2.0	991.8	4064.9	392389.6	0.486	0.000
3.0	991.8	4062.1	396362.3	0.488	0.000
4.0	991.7	4059.4	400332.1	0.490	0.000
5.0	991.6	4056.9	404299.3	0.492	0.000
6.0	991.4	4054.7	408264.0	0.494	0.000
7.0	991.3	4052.6	412226.4	0.495	0.000
8.0	991.2	4050.6	416186.7	0.497	0.000
9.0	991.0	4048.9	420145.1	0.499	0.000
10.0	990.9	4047.4	424101.7	0.500	0.000
11.0	990.7	4046.0	428056.9	0.502	0.000
12.0	990.5	4044.8	432010.6	0.503	0.000
13.0	990.3	4043.8	435963.2	0.505	0.000
14.0	990.1	4043.0	439914.7	0.506	0.000
15.0	989.8	4042.2	443865.4	0.507	0.000

16.0	989.6	4041.6	447815.3	0.509	0.000
17.0	989.3	4041.2	451764.6	0.510	0.000
18.0	989.1	4040.8	455713.3	0.511	0.000
19.0	988.8	4040.4	459661.6	0.513	0.000
20.0	988.5	4040.2	463609.5	0.514	0.000
21.0	988.2	4040.0	467557.1	0.515	0.000
22.0	987.9	4039.7	471504.4	0.517	0.000
23.0	987.6	4039.5	475451.4	0.518	0.000
24.0	987.3	4039.3	479398.1	0.519	0.000
25.0	987.0	4039.1	483344.5	0.520	0.000
26.0	986.6	4038.8	487290.5	0.521	0.000
27.0	986.3	4038.4	491236.1	0.522	0.000
28.0	985.9	4038.1	495181.3	0.524	0.000
29.0	985.5	4037.6	499126.0	0.525	0.000
30.0	985.2	4037.1	503070.1	0.526	0.000
31.0	984.8	4036.6	507013.6	0.527	0.000
32.0	984.4	4036.1	510956.6	0.528	0.000
33.0	984.0	4035.6	514898.9	0.529	0.000
34.0	983.6	4035.1	518840.7	0.530	0.000
35.0	983.2	4034.8	522782.0	0.531	0.000
36.0	982.8	4034.6	526722.9	0.532	0.000
37.0	982.3	4034.6	530663.7	0.533	0.000
38.0	981.9	4034.9	534604.5	0.534	0.000
39.0	981.5	4035.6	538545.7	0.535	0.000
40.0	981.1	4036.8	542487.8	0.536	0.000

Таблиця А.2

Теплофізичні властивості гарбуза в залежності від температури

(W_{in}= 0.9160; T_{KP}= -0.67 °C)

T,K	Ro,kg/m3	Cp,J/kgK	I,J/kg	L,W/mK	WT
-40.0	853.0	1925.5	0.0	1.851	0.986
-39.0	852.5	1937.6	1816.1	1.841	0.985
-38.0	852.1	1950.4	3644.5	1.832	0.985
-37.0	851.6	1963.9	5485.9	1.822	0.984
-36.0	851.1	1978.0	7340.9	1.813	0.984
-35.0	850.7	1993.0	9210.2	1.804	0.983
-34.0	850.2	2008.7	11094.7	1.795	0.983
-33.0	849.8	2025.5	12995.4	1.787	0.982
-32.0	849.3	2043.3	14913.1	1.778	0.981
-31.0	848.9	2062.4	16849.1	1.769	0.981
-30.0	848.4	2082.8	18804.7	1.761	0.980
-29.0	848.0	2104.8	20781.3	1.753	0.979
-28.0	847.6	2128.6	22780.6	1.744	0.978
-27.0	847.1	2154.5	24804.5	1.736	0.978
-26.0	846.7	2182.7	26855.3	1.728	0.977
-25.0	846.3	2213.7	28935.6	1.720	0.976
-24.0	845.9	2247.9	31048.2	1.713	0.974
-23.0	845.4	2285.9	33196.7	1.705	0.973
-22.0	845.0	2328.4	35385.2	1.697	0.972
-21.0	844.6	2376.2	37618.6	1.690	0.970
-20.0	844.3	2430.5	39902.9	1.682	0.969
-19.0	843.9	2492.7	42245.1	1.674	0.967
-18.0	843.5	2564.5	44653.9	1.667	0.965
-17.0	843.2	2648.3	47140.2	1.659	0.963
-16.0	842.9	2747.3	49717.4	1.651	0.960

-15.0	842.6	2865.5	52402.6	1.643	0.958
-14.0	842.3	3008.9	55218.0	1.635	0.954
-13.0	842.1	3185.3	58192.2	1.627	0.951
-12.0	841.9	3406.5	61364.0	1.618	0.946
-11.0	841.8	3689.7	64786.1	1.608	0.941
-10.0	841.7	4061.0	68532.5	1.597	0.935
-9.0	841.8	4562.3	72710.8	1.585	0.927
-8.0	842.0	5263.6	77482.6	1.572	0.918
-7.0	842.4	6288.8	83103.8	1.555	0.905
-6.0	843.2	7875.8	90003.6	1.533	0.889
-5.0	844.4	10528.2	98962.2	1.504	0.866
-4.0	846.6	15472.8	111560.7	1.460	0.831
-3.0	850.7	26387.7	131566.2	1.387	0.771
-2.0	859.8	58931.8	170704.7	1.236	0.649
-1.0	892.2	258475.9	293360.4	0.765	0.254
0.0	1003.7	3998.1	374350.3	0.440	0.000
1.0	1003.7	3995.0	378225.1	0.442	0.000
2.0	1003.6	3992.2	382096.8	0.443	0.000
3.0	1003.5	3989.4	385965.6	0.445	0.000
4.0	1003.4	3986.9	389831.6	0.447	0.000
5.0	1003.3	3984.6	393695.1	0.448	0.000
6.0	1003.2	3982.4	397556.1	0.450	0.000
7.0	1003.1	3980.4	401414.9	0.451	0.000
8.0	1002.9	3978.6	405271.7	0.452	0.000
9.0	1002.8	3977.0	409126.6	0.454	0.000
10.0	1002.6	3975.5	412979.9	0.455	0.000
11.0	1002.4	3974.3	416831.6	0.457	0.000
12.0	1002.2	3973.2	420682.1	0.458	0.000
13.0	1002.0	3972.2	424531.4	0.459	0.000
14.0	1001.8	3971.4	428379.7	0.460	0.000
15.0	1001.6	3970.8	432227.1	0.461	0.000
16.0	1001.3	3970.2	436073.9	0.463	0.000
17.0	1001.1	3969.8	439920.0	0.464	0.000
18.0	1000.8	3969.5	443765.6	0.465	0.000
19.0	1000.5	3969.2	447610.8	0.466	0.000
20.0	1000.2	3969.0	451455.6	0.467	0.000
21.0	999.9	3968.8	455300.1	0.468	0.000
22.0	999.6	3968.7	459144.3	0.469	0.000
23.0	999.3	3968.5	462988.2	0.470	0.000
24.0	999.0	3968.4	466831.9	0.471	0.000
25.0	998.7	3968.2	470675.2	0.472	0.000
26.0	998.3	3967.9	474518.2	0.473	0.000
27.0	998.0	3967.6	478360.9	0.474	0.000
28.0	997.6	3967.3	482203.1	0.475	0.000
29.0	997.2	3966.9	486044.8	0.476	0.000
30.0	996.8	3966.5	489886.0	0.477	0.000
31.0	996.5	3966.1	493726.6	0.478	0.000
32.0	996.1	3965.6	497566.7	0.479	0.000
33.0	995.7	3965.1	501406.2	0.480	0.000
34.0	995.3	3964.7	505245.1	0.480	0.000
35.0	994.8	3964.4	509083.6	0.481	0.000
36.0	994.4	3964.3	512921.7	0.482	0.000
37.0	994.0	3964.3	516759.6	0.483	0.000
38.0	993.6	3964.7	520597.6	0.484	0.000
39.0	993.1	3965.4	524436.1	0.485	0.000
40.0	992.7	3966.6	528275.3	0.485	0.000

Додаток Б

Результати вимірювань Т (τ), °С, при заморожуванні об'єктів досліджень

Таблиця Б.1

Заморожування гарбуза в рідкому азоті (ребро кубика - 37 мм)

Час, с	псевдоцентр	10 мм (від поверхні)	5 мм (від поверхні)
0	18	18	18
15	16	15	9
30	10	8	-2,5
45	2	-2,5	-32
60	-20	-31,8	-50
75	-38	-50	
90	-50		

Таблиця Б.2

Заморожування гарбуза в парі рідкого азоту.

Час, хв.	Т0, °С	Т10, °С	Т5, °С
0.0	18.0	18.0	18.0
1.0	16.2	15.0	11.9
2.0	13.4	12.0	6.9
3.0	9.5	8.1	4.1
4.0	7.0	4.9	1.9
5.0	5.1	3.2	0.8
6.0	4.2	2.6	0.0
7.0	2.5	1.4	-0.5
8.0	2.0	1.0	-1.1
9.0	1.6	0.0	-1.6
10.0	1.0	-1.1	-2.2
11.0	0.5	-2.9	-5.5
12.0	0.0	-4.2	-10.3
13.0	-1.5	-6.2	-17.6
14.0	-6.0	-12.0	-25.2
15.0	-20.0	-22.1	-38.0
16.0	-35.0	-37.0	-49.5

Т0 – температура у псевдоцентрі кубика із гарбуза;
Т10 - температура на глибині 10 мм від поверхні;
Т5 - температура на глибині 5 мм від поверхні;
Ребро кубика - 35 мм, швидкість руху пари 0.206 м/с.

Таблиця Б.3

Заморожування гарбуза в розсолі NaCl

Час, хв.	T0, °C	T10, °C	T5, °C
0.0	19.0	19.0	19.0
2.0	18.8	15.5	14.2
4.0	18.2	13.4	6.4
6.0	16.3	9.8	2.5
8.0	13.4	7.6	0.5
10.0	10.2	4.4	-0.7
12.0	8.1	2.4	-1.9
14.0	5.6	0.0	-3.0
16.0	3.9	-0.5	-4.1
18.0	2.7	-0.6	-4.6
20.0	2.65	-0.8	-5.3
22.0	0.4	-0.6	-6.2
24.0	-0.1	-0.9	-6.2
26.0	-0.65	-2.5	-7.1
28.0	-0.65	-3.8	-7.4
30.0	-0.65	-4.5	-8.0
32.0	-0.65	-5.3	-8.3
34.0	-0.65	-6.1	-8.7
36.0	-0.65	-6.6	-9.0
38.0	-0.65	-7.1	-9.1
40.0	-0.68	-7.8	-9.2
42.0	-0.7	-8.6	-9.3
44.0	-3.4	-8.8	-9.4
46.0	-6.8	-9.1	-9.5
48.0	-9.3	-9.5	-9.5
50.0	-9.8	-9.7	-10.0
52.0	-10.4	-10.5	-10.5
54.0	-10.7	-10.9	-11.5
56.0	-11.0	-11.2	-11.3
58.0	-11.2	-11.3	-11.8
60.0	-11.4	-12.0	-12.2

T0 – температура у псевдоцентрі кубика із гарбуза;
T10 - температура на глибині 10 мм від поверхні;
T5 - температура на глибині 5 мм від поверхні;
Ребро кубика - 48 мм, швидкість руху розсолу – вільна конвекція, температура розсолу мінус 12.3 °C.

Таблиця Б.4

Заморожування гарбуза в холодильній камері.

Час, хв.	T_C,°C	T10, °C	T5, °C	T0, °C
0.0	-20	18	18	18
5.0	-20	13	12	14.5

10.0	-19.69	9	8	10.5
15.0	-20	7	6.5	7.5
20.0	-19.2	4.5	4.0	4.9
25.0	-20.33	1.4	-0.48	1.7
30.0	-20	0.5	-0.52	0.83
35.0	-19.62	-0.1	-0.61	0.32
40.0	-19.76	-0.3	-0.95	0.1
45.0	-19.4	-0.75	-1.1	-0.5
50.0	-19.7	-1.1	-1.3	-0.8
55.0	-20.1	-1.25	-1.7	-0.9
1.0 год.	-20	-1.44	-1.8	-0.9
5.0	-20	-1.54	-1.9	-0.9
10.0	-20	-1.54	-2.0	-0.9
15.0	-19.48	-1.6	-2.2	-0.9
20.0	-19.55	-1.7	-2.23	-0.9
25.0	-19.55	-1.8	-2.30	-0.9
30.0	-19.7	-1.85	-2.41	-0.9
35.0	-19.8	-1.9	-2.60	-0.9
40.0	-20	-1.95	-2.80	-0.9
45.0	-20.3	-2.0	-3.0	-0.9
50.0	-20	-2.1	-3.2	-0.9
55.0	-20	-2.2	-3.5	-1.12
2.0 год.	-20	-2.5	-3.86	-1.32
5.0	-19.55	-3.0	-4.4	-1.7
10.0	-19.6	-4.0	-5.1	-2.9
15.0	-19.69	-5.8	-6.3	-5.5
20.0	-19.76	-7.6	-7.9	-7.2
25.0	-19.82	-9.5	-10.1	-8.8
30.0	-20	-10.5	-11.6	-9.8
35.0	-20	-13.5	-14.5	-12.3
40.0	-19.55	-14.5	-15.2	-13.1
45.0	-19.48	-15.3	-15.9	-14.4
50.0	-19.9	-15.7	-16.1	-15
55.0	-20	-16.5	-18.5	-16
3.0 год.	-20	-17	-18.5	-16.25
5.0	-19.9	-17.5	-19	-16.5
10.0	-19.69	-18	-19	-17
15.0	-19.8	-18	-19	-17.5
20.0	-20	-18.5	-19.5	-17.75
25.0	-19.69	-18.5	-19.5	-18
30.0	-19.65	-19	-20	-18
35.0	-19.76	-19.5	-20	-18
40.0	-20.4	-19.5	-20	-18.25
45.0	-20.4	-19.5	-20	-18.25
50.0	-20.4	-20	-20	-18.5
55.0	-20	-20	-20	-18.5
4.0 год.	-20.2	-19.5	-19.5	-19.34
5.0	-20	-20	-20	-19.48
10.0	-20	-20	-20	-20

T0 – температура у псевдоцентрі кубика із гарбуза;
T10 - температура на глибині 10 мм від поверхні;
T5 - температура на глибині 5 мм від поверхні;
Ребро кубика - 32 мм, швидкість руху повітря - вільна конвекція.

Таблиця Б.5

Заморожування кружечка кабачка в холодильній камері

Час, хв.	T0, °C
0.0	20.0
6.0	14.5
12.0	9.4
18.0	4.6
24.0	0.2
30.0	-0.3
36.0	-0.4
42.0	-0.5
48.0	-0.5
54.0	-0.5
1.0 год.	-0.7
6.0	-0.5
12.0	-0.9
18.0	-0.7
24.0	-0.8
30.0	-1.1
2.0 год.	-7.8
6.0	-11.8
12.0	-16.8
18.0	-18.0

T0 - температура у псевдоцентрі кружочка (всередині між площинами зрізів), діаметр кружочка - 58 мм, товщина кружочка - 25 мм, температура охолоджуючого повітря мінус 29 °С.

Додаток В

Результати експериментів з визначення фізико-механічних характеристик

Таблиця В.1

Результати дослідів по зміні вологовіддачі плодів кабачків при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (1 рік)

Варіант	Вологовіддача					
	1	2	3	4	5	Середнє
	4,40	4,40	4,20	4,30	4,20	4,30

Відразу після заморожування						
Після 3-х місяців зберігання	4,50	4,65	4,60	4,65	4,60	4,60
Після 6-ти місяців зберігання	4,70	4,80	4,80	4,90	4,80	4,80

Таблиця В.2

Результати дослідів по зміні вологовіддачі плодів кабачків при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (2 рік)

Варіант	Вологовіддача					
	1	2	3	4	5	Середнє
Відразу після заморожування	4,30	4,20	4,20	4,50	4,30	4,30
Після 3-х місяців зберігання	4,40	4,60	4,60	4,50	4,40	4,50
Після 6-ти місяців зберігання	4,80	4,80	4,90	4,60	4,65	4,75

Таблиця В.3

Результати дослідів по зміні вологовіддачі плодів кабачків при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (3 рік)

Варіант	Вологовіддача					
	1	2	3	4	5	Середнє
Відразу після заморожування	4,40	4,40	4,30	4,40	4,50	4,40
Після 3-х місяців зберігання	4,45	4,60	4,65	4,55	4,50	4,55

Після 6-ти місяців зберігання	4,70	4,80	4,80	4,60	4,60	4,70

Таблиця В.4

Зміна вологовіддачі плодів кабачків (середнє за три роки) при заморожуванні і в динаміці зберігання, %

Роки	Відразу після заморожування	Після 3-х місяців зберігання	Після 6-ти місяців зберігання
1 рік	4,3	4,6	4,8
2 рік	4,3	4,5	4,75
3 рік	4,4	4,55	4,7
Середнє	4,33	4,55	4,75

Середні значення зміни зусилля деформації плодів кабачків після тривалого зберігання у замороженому виді (за три роки)

Зусилля, Н	Деформація плоду, мм															
	Свіжого				Після заморожування				Після 3-х місяців				Після 6-ти місяців			
	1 рік	2 рік	3 рік	Середнє	1 рік	2 рік	3 рік	Середнє	1 рік	2 рік	3 рік	Середнє	1 рік	2 рік	3 рік	Середнє
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1,8	2,0	1,6	1,8	2,0	2,3	2,3	2,2	2,3	2,6	2,6	2,5	2,5	2,6	2,7	2,6
20	3,0	2,7	3,0	2,9	3,2	3,5	3,5	3,4	3,5	3,8	3,5	3,6	3,5	3,6	3,4	3,5
30	3,3	3,6	3,6	3,5	3,8	4,2	4,0	4,0	4,0	4,3	4,3	4,2	4,3	4,6	4,6	4,5
40	4,0	4,3	4,3	4,2	4,6	4,9	4,9	4,8	5,0	5,1	5,2	5,1	4,9	5,0	5,1	5,0
50	5,1	5,5	5,3	5,3	5,9	6,2	6,2	6,1	6,0	5,9	6,1	6,0	6,2	6,3	6,4	6,3
60	5,5	5,9	5,4	5,6	6,5	6,7	6,6	6,6	7,1	7,3	7,2	7,2	7,5	7,6	7,4	7,5
70	6,2	6,6	6,4	6,4	7,0	7,5	7,1	7,2	7,7	7,8	7,9	7,8	8,0	8,2	8,1	8,1
80	7,1	7,0	6,9	7,0	7,7	8,0	8,0	7,9	8,1	8,5	8,6	8,4	8,5	8,6	8,7	8,6
90	7,6	7,7	7,5	7,6	8,6	8,8	9,0	8,8	8,7	9,0	9,0	8,9	8,8	9,0	8,9	8,9
100	8,0	8,2	8,1	8,1	9,3	9,5	9,7	9,5	9,6	10,2	10,2	10,0	9,2	9,7	9,3	9,4
110	8,5	8,5	8,5	8,5	9,7	10,0	10,0	9,9	10,9	11,3	11,4	11,2	10,0	10,5	10,4	10,3
120	9,0	8,9	9,4	9,1	10,0	10,3	10,3	10,2	12,2	12,5	12,5	12,4	11,0	11,2	11,4	11,2
130	10,0	9,7	10,0	9,9	11,1	11,4	11,7	11,4	13,0	13,5	13,4	13,3				
140	10,5	10,6	10,7	10,6	12,3	12,6	12,6	12,5								
150	11,0	11,3	11,3	11,2	13,0	13,5	13,7	13,4								
160	12,7	12,2	12,3	12,4	14,6	14,8	14,7	14,7								
170	13,1	12,8	12,8	12,9	15,6	15,9	15,9	15,8								
180	13,5	13,2	13,2	13,3												
190	14,1	13,9	14,0	14,0												
200	14,3	14,2	14,4	14,3												

Зміна твердості (зусилля на прокол) плодів кабачків
при заморожуванні і в динаміці зберігання, Н (1 рік)

Варіант	Твердість за даними дослідів, МПа										
	Номер плоду										Середнє
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Свіжий	3,40	3,30	3,50	3,40	3,20	3,10	3,10	3,50	3,20	3,30	3,30
Свіжозаморожений	2,15	2,20	2,20	2,15	2,25	2,25	2,30	2,25	2,10	2,15	2,20
Після 3 місяців зберігання	1,00	1,10	1,15	1,00	1,15	1,10	1,15	1,10	1,15	1,10	1,10
Після 6 місяців зберігання	0,60	0,55	0,65	0,70	0,55	0,60	0,60	0,60	0,55	0,60	0,60

Зміна твердості (зусилля на прокол) плодів кабачків
при заморожуванні і в динаміці зберігання, Н (2 рік)

Варіант	Твердість за даними дослідів, МПа										
	Номер плоду										Середнє
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Свіжий	3,50	3,30	3,50	3,50	3,30	3,55	3,50	3,50	3,45	3,40	3,45
Свіжозаморожений	2,30	2,20	2,30	2,25	2,30	2,40	2,25	2,35	2,25	2,40	2,30
Після 3 місяців зберігання	1,20	1,25	1,30	1,30	1,15	1,30	1,15	1,30	1,25	1,30	1,25
Після 6 місяців зберігання	0,60	0,65	0,65	0,70	0,70	0,60	0,70	0,60	0,65	0,65	0,65

Зміна твердості (зусилля на прокол) плодів кабачків
при заморожуванні і в динаміці зберігання, Н (3 рік)

Варіант	Твердість за даними дослідів, МПа										
	Номер плоду										Середнє
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Свіжий	3,30	3,20	3,20	3,40	3,30	3,15	3,30	3,30	3,20	3,15	3,25
Свіжозаморожений	2,25	2,20	2,15	2,25	2,30	2,15	2,25	2,30	2,35	2,30	2,25
Після 3 місяців зберігання	1,00	1,10	1,10	1,05	1,15	1,05	1,15	1,05	1,20	1,15	1,10
Після 6 місяців зберігання	0,65	0,70	0,65	0,70	0,75	0,75	0,70	0,75	0,65	0,70	0,70

Зміна твердості (зусилля на прокол) плодів кабачків
при заморожуванні і в динаміці зберігання, Н (середнє за три роки)

Роки	Свіжий	Відразу після заморожування	Після 3 місяців заморожування	Після 6 місяців заморожування
1 год	3,3	2,2	1,1	0,6
2 год	3,45	2,3	1,25	0,65
3 год	3,25	2,25	1,1	0,7
Середнє	3,33	2,25	1,15	0,65

Додаток Г
Експериментальні дані з біохімічних досліджень

Таблиця Г.1

Вміст сухих речовин в м'якуші гарбуза сорту Мускатний при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (1 рік)

Варіант	Сухі речовини					
	1	2	3	4	5	Середнє
Свіжий	8,2	8,1	8,4	8,0	8,2	8,20
Відразу після заморожування	7,9	7,8	7,3	7,6	7,4	7,6
Після 3 місяців зберігання	7,6	7,4	6,9	6,9	7,1	6,80
Після 6 місяців зберігання	7,2	7,3	6,9	6,9	6,6	6,80

Таблиця Г.2

Вміст сухих речовин в м'якуші гарбуза сорту Мускатний при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (2 рік)

Варіант	Сухі речовини					
	1	2	3	4	5	Середнє
Свіжий	7,6	7,8	7,7	7,8	7,6	7,70
Відразу після заморожування	6,5	6,6	6,8	6,9	6,7	6,70
Після 3 місяців зберігання	6,4	6,6	6,6	6,9	6,5	6,60
Після 6 місяців зберігання	6,4	6,5	6,6	6,6	6,4	6,50

Таблиця Г.3

Вміст сухих речовин в м'якуші гарбуза сорту Мускатний при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (3 рік)

Варіант	Сухі речовини					
	1	2	3	4	5	Середнє
Свіжий	8,0	7,9	8,2	7,5	7,6	8,3
Відразу після заморожування	7,6	7,8	8,0	6,6	6,6	7,8
Після 3 місяців зберігання	7,4	7,5	7,8	6,4	6,5	7,31
Після 6 місяців зберігання	6,9	7,4	7,4	6,3	6,2	7,1

Таблиця Г.4

Вміст сухих речовин в м'якуші гарбуза сорту Українська великоплідна при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (за три роки)

Роки	Стан плоду і термін зберігання			
	свіжий	0 міс.	3 міс.	6 міс.
1 рік	8,2	7,6	7,41	7,2
2 рік	8,1	7,63	7,22	7,0
3 рік	8,3	7,8	7,31	7,1
Середнє	8,2	7,65	7,33	7,17

Таблиця Г.5

Вміст цукрів в м'якуші гарбуза сорту Мускатний при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (1 рік)

Варіант	Цукри					
	1	2	3	4	5	Середнє
Свіжий	4,22	4,34	4,16	4,31	4,27	4,26
Відразу після заморожування	4,14	4,12	4,06	4,07	4,16	4,11
Після3 місяців зберігання	4,07	4,01	3,94	4,91	4,12	4,21
Після 6 місяців зберігання	3,03	3,96	3,91	3,88	4,07	3,66

Таблиця Г.6

Вміст цукрів в м'якуші гарбуза сорту Мускатний при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (2 рік)

Варіант	Цукри					
	1	2	3	4	5	Середнє
Свіжа	3,26	3,16	3,22	3,20	3,21	3,21
Відразу після заморожування	3,08	3,05	3,03	3,10	3,04	3,06
Після 3 місяців зберігання	2,91	2,86	2,84	2,88	2,91	2,88
Після 6 місяців зберігання	2,87	2,81	2,77	2,79	2,81	2,81

Таблиця Г.7

Вміст сахарів в м'якуші гарбуза сорту Мускатний при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (3 рік)

Варіант	Цукри					
	1	2	3	4	5	Середнє
Свіжа	3,51	3,44	3,48	3,44	3,43	3,46
Відразу після заморожування	3,12	3,03	3,01	3,02	3,02	3,04
Після 3 місяців зберігання	2,99	2,91	2,89	2,99	2,87	2,93
Після 6 місяців зберігання	2,92	2,90	2,89	2,88	2,86	2,89

Таблиця Г.8

Зміна вмісту цукрів гарбуза сорту Мускатний при заморожуванні і в динаміці зберігання, % (за три роки)

Роки	Стан плоду і термін зберігання			
	свіжий	0 міс.	3 міс.	6 міс.
1 рік	4,26	4,11	4,01	3,6
2 рік	4,0	4,04	3,78	3,71
3 рік	4,46	3,96	3,73	3,69
Середнє	4,2	4,0	3,77	3,65

Таблиця Г.9

Зміна вмісту сухих речовин в плодах кабачків при заморожуванні і динаміці зберігання, % (1 рік)

Варіант	Сухі речовини за даними дослідів					
	1	2	3	4	5	Середнє
До заморожування	6,10	6,10	6,05	6,00	5,75	6,00
Свіжозаморожений	5,50	5,35	5,30	5,35	5,50	5,40
Після 3 місяців зберігання	5,30	5,20	5,20	5,15	5,15	5,20
Після 6 місяців зберігання	5,00	5,20	5,10	5,15	5,05	5,10

Таблиця Г.10

Зміна вмісту сухих речовин в плодах кабачків при заморожуванні і динаміці зберігання, % (2 рік)

Варіант	Сухі речовини за даними дослідів					
	1	2	3	4	5	Середнє
До заморожування	6,50	6,30	6,40	6,45	6,35	6,40
Свіжозаморожений	6,00	5,80	5,70	5,80	5,70	5,80
Після 3 місяців зберігання	5,30	5,20	5,20	5,15	5,15	5,20
Після 6 місяців зберігання	5,55	5,35	5,45	5,55	5,60	5,50

Таблиця Г.11

Зміна вмісту сухих речовин в плодах кабачків при заморожуванні і динаміці зберігання, % (3 рік)

Вариант	Сухі речовини за даними дослідів					
	1	2	3	4	5	Середнє
До заморожування	6,30	6,20	6,15	6,25	6,10	6,20
Свіжозаморожений	5,70	5,70	5,50	5,60	5,50	5,60
Після 3 місяців зберігання	5,50	5,25	5,25	5,40	5,60	5,40
Після 6 місяців зберігання	5,40	5,40	5,15	5,25	5,30	5,30

Таблиця Г.12

Зміна вмісту сухих речовин в плодах кабачків при заморожуванні і динаміці зберігання, % (середнє)

Роки	До заморожування	Відразу після заморожування	Після 3 місяців	Після 6 місяців
1 рік	6,00	5,40	5,20	5,10
2 рік	6,40	5,80	5,60	5,50
3 рік	6,20	5,60	5,40	5,30
Середнє	6,20	5,60	5,40	5,30

Додаток Д
Матриця планування повнофакторного експерименту

№ досліду	Фактори				Параметри			
	x_1	x_2	x_3	x_4	*v,* м/с	T,°C	R, мм	B, мм
1	+	+	+	+	0,4	-40	30	20
2	-	+	+	+	0,2	-20	20	16
3	+	-	+	+	0,4	-40	30	18
4	-	-	+	+	0,2	-20	20	18
5	+	+	-	-	0,4	-40	30	22
6	-	+	-	-	0,2	-20	20	17
7	+	-	-	-	0,4	-40	30	25
8	-	-	-	-	0,2	-20	20	12
9	+A	0	0	0	0,5	-40	30	15
10	-A	0	0	0	0,1	-20	20	10
11	0	+A	0	0	0,3	-50	30	35
12	0	-A	0	0	0,3	-10	20	8
13	0	0	+A	+A	0,3	-30	35	10
14	0	0	-A	-A	0,3	-30	15	30
15	0	0	0	0	0,3	-30	25	23
16	0	0	0	0	0,3	-30	25	23

Трифакторна матриця

Фактори	Рівні факторів					Інтервал варіювання	$\Delta = 2^{(n-1)/4}$
	$-\alpha$	-1	0	+1	+		
Процес підморожування							
x1 – швидкість руху конвеєра, м/с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,1	
x2 – температура підморожування, С	-10	-20	-30	-40	-50	10	
x3 – розміри шматочків кабачка, мм	15	20	25	30	35	5	
x4 – розміри шматочків гарбуза, мм	20	25	30	35	40	5	

Додаток Е
Технологічна інструкція, патенти на корисну модель

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор ТДАТУ

_____ В.М.Кюрчев

" " _____ 2008 р.

ТЕХНОЛОГІЧНА ІНСТРУКЦІЯ

З ВИРОБНИЦТВА КАБАЧКІВ І ГАРБУЗА ЗАМОРОЖЕНИХ

РОЗРОБЛЕНО

Таврійський державний

агротехнологічний університет

(ТДАТУ)

Строк введення в дію з 1.вересня 2008 р.

_____ В.Ф. Ялпачик

_____ В.Г. Тарасенко

Мелітополь - 2008

Настоящая технологическая инструкция распространяется на производство замороженных кабачков и тыквы, вырабатываемых из свежих овощей путем предварительной подготовки и замораживания в холодильных камерах, предназначены для реализации через розничную торговую сеть, предприятия общественного питания и для промышленной переработки.

1. Ассортимент

Овощи замороженные выпускают следующих наименований:

- кабачки, замороженные кружочками;
- тыква, замороженная кубиками.

2. Сырье и материалы

2.1. Требования к кабачкам, предназначенным для замораживания.

2.1.1. Кабачки должны соответствовать требованиям, предъявляемым к плодам, заготавливаемым и реализуемым для потребления и промышленной переработки по ДСТУ 318-91.

2.1.2. При сборе кабачков, предназначенных для длительного хранения в замороженном виде, необходимо соблюдать следующие требования:

- наступление съемной зрелости кабачков определяют по внешним признакам согласно ДСТУ 318-91. Кабачки потребляют в технической стадии зрелости.
- плоды кабачков должны быть молодые, свежие, чистые, здоровые, целые, с нежной неогрубевшей кожицей, форма и окраска – свойственные ботаническому сорту.
- мякоть сочная, плотная, без пустот, с молодыми недоразвитыми семенами.
- размер плодов по наибольшему поперечному диаметру, не более 6 см.

2.1.3. Для переработки не допускается сырье, в котором остаточное количество пестицидов превышает допустимые уровни, предусмотренные СанПиН 42-123-4550, содержание нитратов – норм, утвержденных СанПиН 42-123-4619.

2.1.4. Для замораживания используют овощи равномерно и полностью созревшие, плотные, не мятые, не поврежденные сельскохозяйственными вредителями и болезнями, без механических повреждений, не загрязненные.

2.1.5. Свежие кабачки, подготовленные для упаковывания, не должны быть влажными. Кабачки при перевозке с поля на перерабатывающее предприятие упаковывают в ящики ГОСТ 13359, ГОСТ 17812 массой нетто не более 20 кг. Тара для упаковывания должна быть прочной, чистой, сухой, без постороннего запаха.

2.2. Требования к тыкве, предназначенной для замораживания.

2.2.1. Тыква должна соответствовать требованиям, предъявляемым к плодам, заготавливаемым и реализуемым для потребления и промышленной переработки по ДСТУ 3190-95.

2.2.2. По внешнему виду плоды тыквы должны быть свежими, зрелыми , целыми, здоровыми, незагрязненными, без заболеваний и формой плодов,

свойственной данному ботаническому сорту, с плодоножкой или без нее. Допускаются плоды с отклонениями от правильной формы, но не безобразные, с заживленными повреждениями коры от порезов и царапин.

2.2.3. К зрелым плодам относят плоды, имеющие окраску мякоти, свойственную данному помологическому сорту.

2.2.4. Размер плодов по наибольшему поперечному диаметру должен быть для сортов с удлиненной формой не менее 12 см, а с плоской формой - 15 см. Не допускаются в партии плоды раздавленные, треснутые, помятые.

3. Технологический процесс

3.1. Доставка, приемка, подготовка овощей

3.1.1. Доставляют и хранят овощи в ящиках деревянных решетчатых по ГОСТ 13359 вместимостью до 20 кг или в специальных ящичных поддонах по ГОСТ 21133 и других конструкций, обеспечивающих полную сохранность овощей.

3.1.2. Тара, применяемая для сбора и доставки овощей, должна быть чистой, сухой, прочной, без посторонних запахов.

3.1.3. В каждую единицу тары укладывают овощи одного вида и помологического сорта.

3.1.4. Каждую партию продукции снабжают документом с указанием ботанического сорта, массы нетто, наименования хозяйства-отправителя, времени съема и поступления на предприятие.

3.1.5. Приемку сырья (входной контроль) осуществляют по количеству и качеству. Количество определяют взвешиванием, качество оценивают в соответствии с требованиями действующей нормативной документации на соответствующий вид сырья.

3.1.6. Поступившие плоды моют в моечных машинах КУМ-1 чистой, проточной водой при давлении 200-300 кПа до полного удаления загрязнений, передают на сортировку, повторно моют, удаляют влагу с поверхности плодов воздухом.

3.1.7. Кабачки режут кружочками толщиной 15-25 мм, тыкву очищают от кожуры и режут кубиками с размерами граней 30-40 мм.

3.1.8. Подготовленные овощи доставляют в камеру для предварительного охлаждения автотранспортом не позже 3 часов с момента сбора.

3.2. ЗАМОРАЖИВАНИЕ

3.2.1. Обработку овощей холодом производят в последовательности их поступления с поля и с учетом качественного состояния.

3.2.2. Во избежание смерзания нарезанных кружочков кабачков и кубиков тыквы в большие блоки, их подмораживают до температуры минус 5… минус 6°С в камерах предварительного охлаждения.

3.2.3. Подмороженные кабачки и тыкву замораживают в морозильных камерах с принудительной циркуляцией воздуха при температуре внутри камеры минус 24±2 °С.

3.2.4. Замораживание считают законченным при достижении в центре нарезанных овощей температуры минус 18□2□С.

4. ФАСОВКА, УПАКОВКА И ХРАНЕНИЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ овощей

4.1. Замороженные овощи фасуют в мелкую потребительскую тару для розничной торговли: в пачки из ламинированного картона по ГОСТ 12303-80 вместимостью 1,0 кг, в пакеты из пленки целлюлозной по ГОСТ 7730-89 или пленки полиэтиленовой пищевой по ГОСТ 10354-82 вместимостью до 1 кг с последующим упаковыванием в транспортную тару: ящики из гофрированного картона №5 по ГОСТ 13511-91 вместимостью до 15 кг, снабженные обечайками по ГОСТ 9142-90. Ящики укладывают в стоечные поддоны по ГОСТ 9570.

4.2. В каждую единицу упаковки укладывают нарезанные овощи одного предназначения и помологического сорта, соответствующего размера и качества.

4.3. Упакованные замороженные овощи следует хранить в холодильных камерах при температуре не выше минус 20 °С и относительной влажности воздуха не более 95%, не более 9 месяцев.

4.4. Размораживание и повторное замораживание не допускается.

5. ОПИСАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ЭТАПАХ ЗАМОРАЖИВАНИЯ И НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ

Таблица 1

Методы и средства технологического контроля

Объект контроля	Место контроля	Периодичность контроля	Контролируемый параметр	Предельные значения параметра	Метод и средство контроля
Кабачки	Партия продукции	В каждой партии	Окраска, внешний вид, консистенция, вкус, аромат	5,0	Органолептический
Тыква	Партия	В каждой партии	Окраска, внешний вид, консистенция, вкус, аромат (балл)	5,0	Органолептический
Воздух	В холодильнике	2 раза в сутки	Температура предварительного охлаждения, □С	0 +1	Термометры метрологические стеклянные типа ТМ I (максимальный) по ГОСТ 112-78
Воздух	В холодильнике	2 раза в сутки	Температура замораживания, хранения, □С	минус 24 + 2 минус 18 + 2	Термометры жидкостные стеклянные ГОСТ 112-78

Воздух	**В холодильнике**	**2 раза в сутки**	**Относительная влажность, %**	**90-95**	**Гигрометр «Волна-2М»**

6. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

6.1. Правила приемки по ОСТ 111-7-82.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ РУКОВОДЯЩЕЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Таблица 2

Перечень основной руководящей нормативно-технической документации

Обозначение нормативно-технической документации	Наименование нормативно-технической документации
ДСТУ 318-91	**Кабачки свежие. Технические условия**
ДСТУ 3190-95	**Тыква продовольственная. Технические условия**
СТСЭВ 3013-81	**Пищевые и вкусовые продукты. Порядок отбора проб для микробиологических анализов.**
СТСЭВ 3014-81	**Пищевые и вкусовые продукты. Подготовка проб для микробиологических анализов.**
ГОСТ 112-78	**Термометры метрологические стеклянные. Технические условия.**
ГОСТ 28498-90	**Термометры жидкостные стеклянные. Общие ТУ.**
ГОСТ 7730-89	**Пленка целлюлозная. Технические условия.**
ГОСТ 9142-90	**Ящики из гофрированного картона. Общие технические условия.**
ГОСТ 10131-93	**Ящики из древесины и древесных материалов для продукции пищевых отраслей промышленности, сельского хозяйства и спичек. Технические условия**
ГОСТ 10354-82	**Пленка полиэтиленовая.**
ГОСТ 13511-91	**Ящики из гофрированного картона для пищевых продуктов, спичек, табака и моющих средств. Технические условия**
ГОСТ 2226-88	**Мешки бумажные. Технические условия.**
ОСТ 111-7-82	**Овощи быстрозамороженные. Технические условия.**

8. Контроль производства

На всех стадиях производства замороженных овощей осуществляют контроль за соблюдением технологических процессов.

Контроль температуры в производственных помещениях, камерах хранения сырья и готовой продукции осуществляют стеклянными жидкостными термометрами по ГОСТ 28498-90, термографами и др.

Температуру в центре замороженных овощей определяют с помощью цифрового прибора типа Щ 455/1 с термопреобразователем сопротивления ТСП 0987 или спиртовыми стеклянными термометрами в металлической оправе с диапазоном измерения от минус 30 до 70 °С с ценой деления 2 °С и с диапазоном измерения от 0 до 50 °С с ценой деления 1 °С по ГОСТ 9871-75 .

Контроль относительной влажности воздуха в камерах хранеbния сырья и готовой продукции осуществляют гигрометрами типа ВИТ-1 по ТУ 25-11.1645-84, гигрографами волосными недельными с диапазоном измерения от 30 до 100 % при температурах от минус 35 до 45 °С с точностью 1% или другими аналогичными средствами.

Взвешивание сырья и готовой продукции производят на весах общего назначения с нормативами точности по ГОСТ 14004-68, ГОСТ 23671-79.

Фасовка готовой продукции осуществляется с помощью весовых дозаторов по ГОСТ 30124-94.

Перед реализацией замороженных овощей каждую партию проверяют по органолептическим показателям и отбраковывают не соответствующие по качеству требованиям ОСТ 111-7-82 Овощи быстрозамороженные. Технические условия.

Для контроля за соблюдением качества замороженных овощей проводят анализы по физико-химическим и микробиологическим показателям. Испытания проводят по ГОСТ 26323-84, ГОСТ 25555.6-82, ГОСТ 24104-88, ГОСТ 26668-85, ГОСТ 104444.12-88.

Содержание токсичных элементов определяют по ГОСТ 26927-86, ГОСТ 26929-94, ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26932-86, ГОСТ 26933-86.

Контроль по показателям безопасности осуществляют в соответствии с порядком, установленным производителем продукции согласно тренований СанПиН 42-123-4540

Результаты контроля вносят в удостоверение качества и безопасности на партию, № качественного удостоверения указывают в товарно-транспортной накладной.

9 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Технологический процесс должен соответствовать требованиям безопасности ГОСТ 12.3.002-75.

Применяемое производственное оборудование должно отвечать требованиям ГОСТ 12.2.003-91 по технике безопасности и производственной санитарии для предприятий пищевой промышленности.

Уровень шума, производственная вибрация и микроклимат производственных помещений на рабочих местах должен отвечать требованиям ГОСТ 12.1.003-83.

Выполнение работ в условиях воздушных электрических полей промышленной частоты должно производиться в соответствии с правилами и нормами, предусмотренными СанПиН 5802-91.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны (окись углерода, кетоны, альдегиды, кислоты) не должно превышать предельно допустимые концентрации (ПДК), предусмотренные

(11) **26205**

(19) **UA**

(51)

(21) Номер заявки: **u 2007 04459**

(22) Дата подання заявки: **23.04.2007**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **10.09.2007**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **10.09.2007, Бюл. № 14**

(72) Ви
Та
Ял
Фе

(73) Вл
Та
аг
пр
м.
72

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ПІДГОТОВКИ КАБАЧКІВ ДО ЗБЕРІГАННЯ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб підготовки кабачків до зберігання, що включає сортування різання, заморожування і розфасовку у тару, який **відрізняється** тим щиною 15-25 мм, підсушують повітрям, охолоджують до температури вигляді в морозильних камерах при температурі мінус 40 °С.

УКРАЇНА

(19) UA (11) 26205 (13) U

(51) МПК (2006)
A23B 7/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під відповідальність власника патенту

(54) СПОСІБ ПІДГОТОВКИ КАБАЧКІВ ДО ЗБЕРІГАННЯ

(21) u200704459
(22) 23.04.2007
(24) 10.09.2007
(46) 10.09.2007, Бюл. № 14, 2007 р.
(72) Тарасенко Віра Григорівна, Ялпачик Володимир Федорович
(73) ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ

(57) Спосіб підготовки кабачків до зберігання, що включає сортування, миття, видалення вологи, інспекцію, різання, заморожування і розфасовку у тару, який відрізняється тим, що кабачки розрізають на кружки товщиною 15-25 мм, підсушують повітрям, охолоджують до температури мінус 2-5 °С і заморожують у розсипному вигляді в морозильних камерах при температурі мінус 40 °С.

Корисна модель відноситься до харчової промисловості, а саме до консервування плодоовочевої сировини заморожуванням, і може бути використана на консервних, переробних та холодильних підприємствах.

Відомий спосіб одержання заморожених ягід [А.с. СССР №1549578, A23B7/04, опубл. 06.08.1987. - Бюл.№7]. Вказаний спосіб має недолік - погіршення якості продукції через зниження харчової і біологічної цінності при зберіганні великоплідних плодів та овочів.

Найбільш близьким аналогом є спосіб заморожування кабачків, який полягає в тому, що кабачки, очищені від шкірочки і внутрішньої порожнини, миють, ріжуть, подрібнюють на смужки і запаковують. Нарізана локшина має довжину 15-25см [Алмаши Э., Эрдели Л., Шарой Т. Быстрое замораживание пищевых продуктов. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1981. -с. 151-152].

Основними недоліками цього способу є змерзання запакованого продукту, значне зниження Харчової і біологічної цінності і підвищена соковіддача після розморожування. Це спричинене надто високим ступенем подрібнення та неможливістю видалення вологи з нарізаних овочів.

В основу винаходу покладена задача удосконалення способу підготовки кабачків до зберігання, яка досягається шляхом зменшення явища соковіддачі; кабачки розрізаються на кружки товщиною 15-25мм, кружки обдуваються повітрям, попередньо охолоджуються до температури мінус 2...5°С і заморожуються у розсипному вигляді в морозильних камерах при температурі мінус 40°С до досягнення в центрі кружка температури мінус 18-20°С, що дозволяє попередити злипання овочевих кружків при заморожуванні, зменшити втрати соку при розморожуванні, знизити розслаблення консистенції, зберегти корисні речовини і вітаміни на протязі тривалого періоду зберігання та після розморожування кабачків, значно зменшити витрати часу на подальшу кулінарну обробку.

Поставлена задача вирішується тим, що спосіб підготовки кабачків до зберігання, який включає сортування, мийку, видалення вологи, інспекцію, різання, заморожування і розфасовку у тару, згідно запропонованої корисної моделі кабачки розрізають на кружки товщиною 15-25мм, кружки обдувають повітрям, попередньо охолоджують до температури мінус 2....5°С до утворення криганої кірки на поверхні кружка і заморожують у розсипному вигляді в морозильних камерах при температурі мінус 40°С до досягнення в центрі кружка температури мінус 18-20°С.

Запропонований спосіб підготовки кабачків до зберігання у порівнянні з відомим способом має наступні переваги: попереднє розрізання кабачків спрощує подальшу кулінарну обробку кабачків і дозволяє використовувати кабачки як напівфабрикат при приготуванні з них консервів, тому що в існуючих технологічних інструкціях на приготування консервів використовуються кабачки з розміром кружків саме 15-25мм: виробництво кабачків маринованих, ікри кабачкової тощо; збереження харчової та біологічної цінності кабачків при швидкому заморожуванні та неістотно змінюється при тривалому зберіганні, не виникає змерзання розфасованої порції кружків кабачків, зберігаються корисні властивості і вітаміни після розморожування а також зменшується час на кулінарну обробку. Підмо-

(19) UA (11) 26205 (13) U

рожування кружків кабачків до утворення крижаної кірки на поверхні перед швидким заморожуванням дозволяє зменшити витрати соку, який утворюється при розрізанні кабачків на кружки, запобігає утворенню змерзлого блоку під час заморожування і зберігання та дозволяє зберегти кружки кабачків. Таким чином, істотно підвищується якість продукту у процесі зберігання та після заморожування. Утворення крижаної кірки на поверхні кружка перед швидким заморожуванням дозволяє зменшити витікання соку та зберігає вихідні властивості.

Кабачки повинні відповідати ДСТУ 318-91 і повинні бути молоді, свіжі, чисті, здорові, цілі, з ніжною не огрубілою шкірочкою. Форма і забарвлення властиві ботанічному сортові. Діаметр кабачків, що підлягають заморожуванню, повинен бути не більше 6 см.

Про позитивний вплив запропонованого спо-

Варіант	Сухі речовини, %	Загальний цукор, %	В
До заморожування	6,20	2,78	
Після заморожування	5,63	2,65	
2 місяці	5,45	2,54	
4 місяці	5,32	2,46	
6 місяців	5,28	2,41	

З таблиці видно, що заморожування викликає повільне зниження показників якості і поживна цін-

Комп'ютерна верстка О. Рябко Підпис

Міністерство освіти

Державний департамент інтелектуальної власності,

ДП "Український інститут промислової власно

УКРАЇНА

ПАТЕ

НА КОРИСНУ М

№ 27716

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСЕРВОВ

Видано відповідно до Закону України "Про о
корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі патен
моделі **12 листопада 2007 р.**

Голова Державного департаменту
інтелектуальної власності

(11) **27716**

(19) **UA**

(51) **МПК (2006)**
A23B 7/00

(21) Номер заявки: **u 2007 07679**

(22) Дата подання заявки: **09.07.2007**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **12.11.2007**

(46) Дата публікації відомостей про видачу патенту та номер бюлетеня: **12.11.2007, Бюл. № 18**

(72) Винахідники:
Тарасенко Віра Григорівна (UA),
Загорко Надія Петрівна (UA),
Ялпачик Володимир Федорович (UA)

(73) Власник:
ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ (ТДАТА),
72321, Запорізька обл., м.Мелітополь, пр.Б.Хмельницького,18, UA

(54) Назва корисної моделі:

СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСЕРВОВАНОЇ ОВОЧЕВОЇ ІКРИ

(57) Формула корисної моделі:

Спосіб виготовлення консервованої овочевої ікри, який включає підготовку дефростованих овочів, їх подрібнення, внесення компонентів, їх змішування, уварювання ікри, фасування готової ікри у тару з подальшою герметизацією тари і стерилізацію, який **відрізняється** тим, що після уварювання ікри додається аскорбінова кислота у кількості 0,1% від маси основної сировини.

УКРАЇНА

(19) UA (11) 27716 (13) U

(51) МПК (2006)
A23B 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під відповідальність власника патенту

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСЕРВОВАНОЇ ОВОЧЕВОЇ ІКРИ

(21) u200707679
(22) 09.07.2007
(24) 12.11.2007
(72) ТАРАСЕНКО ВІРА ГРИГОРІВНА, UA, ЗАГОРКО НАДІЯ ПЕТРІВНА, UA, ЯЛПАЧИК ВОЛОДИМИР ФЕДОРОВИЧ, UA
(73) ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ (ТДАТА), UA
(56)

(57) Спосіб виготовлення консервованої овочевої ікри, який включає підготовку дефростованих овочів, їх подрібнення, внесення компонентів, їх змішування, уварювання ікри, фасування готової ікри у тару з подальшою герметизацією тари і стерилізацію, який відрізняється тим, що після уварювання ікри додається аскорбінова кислота у кількості 0,1% від маси основної сировини.

Корисна модель відноситься до сільського господарства, а саме до способів виробництва консервів з використанням дефростованої рослинної сировини, замороженої шматочками.

Відомий спосіб виготовлення ікри овочевої зі свіжої сировини, розфасованої в консервну тару, загерметизованої з послідуючим здійсненням процесу стерилізації (ДСТУ 3797-98 Консерви. Ікра овочева. Технічні умови).

Недоліком даного способу є низька харчова та біологічна цінність готових консервів у зв'язку з недостатнім вмістом вітамінів і мінеральних речовин, недостатнім для задоволення добової потреби організму людини.

Найбільш близьким за технічним рішенням до того, що заявляється і прийнятим за прототип є спосіб виготовлення консервів, які містять дефростовані рослинні компоненти, який передбачає фасування твердих компонентів і заливальної рідини, яка містить воду, цукор і куховарську сіль, у споживчу тару, її герметизацію і стерилізацію [Загибалов А.Ф. Биохимические изменения зеленого горошка при различных методах консервирования. Автореферат дис. к.т.н. - Одесса: ОТИПП, 1970]

Недоліком цього способу є незначний вміст вітаміну С, який обумовлений втратами при заморожуванні і тривалому зберіганні овочів.

Заморожування овочів та тривале зберігання їх у цьому вигляді призводить до значної втрати вітаміну С, а це знижує якість харчової продукції та її біологічну цінність.

Свіжі овочі, як правило, втрачають максимум поживної цінності через 2 години після збору і зберігання. На сировинних майданчиках дозволяється зберігати, наприклад, кабачки до 14 днів при температурі не вище 7°С. Плодоовочева сировина, яка призначена для заморожування, відразу після збирання направляється на заморожування згідно технології і, таким чином, поживні речовини плодів і овочів зберігаються значно краще. Виходячи з цього, можна продовжити термін переробки овочів і використовувати їх як сировину для виробництва консервованої ікри.

В основу корисної моделі поставлена задача шляхом додавання аскорбінової кислоти в оптимальному співвідношенні компонентів значно підвищити якість продукції та показники вітамінної цінності овочевої ікри, виготовленої з заморожених овочів після дефростації. Після заморожування овочі втрачають деяку кількість вітаміну С і тому важливо компенсувати ці втрати, розширити асортимент консервів, що містять дефростовані рослинні компоненти.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі виготовлення консервованої овочевої ікри, який включає підготовку дефростованих овочів, їх подрібнення, внесення компонентів, їх змішування, уварювання ікри, фасування готової ікри у тару з подальшою герметизацією тари і стерилізацію, згідно з винаходом, після уварювання ікри додається аскорбінова кислота у кількості 0,1% від маси основної сировини. У якості основної сировини використовують дефростовані овочі, нарізані кружечками шириною 15-25мм, після тривалого низькотемпературного зберігання (при мінус 20°С). Аскорбінову кислоту додають у

(19) UA (11) 27716 (13) U

змішувач після підігріву підготовленої маси, ретельно перемішують і подають на фасування. Додавання аскорбінової кислоти дозволяє підвищити якість продукції за показниками вітамінної цінності з метою наближення її до збалансованих біохімічних показників якості, рекомендованих Міністерством охорони здоров'я та закладкою компонентів у наступному співвідношенні (на прикладі кабачків), мас. %:

Кабачки дефростовані	77,33
Морква	4,6
Білі коріння	1,3
Ріпчаста цибуля	3,2
Зелень свіжа, усього	0,3,
у тому числі:	
кріп	0,15
петрушка	0,15
Сіль куховарська	1,5
Цукор	0,75
Перець чорний мелений	0,05
Перець запашний мелений	0,05
Аскорбінова кислота	0,1
Олія рослинна	3,6
Томатна паста 30%-ва	7,22

Введення в рецептуру консервів аскорбінової кислоти у кількості 0,1% від маси основної сировини дозволяє підвищити вітамінну цінність готових консервів і компенсувати втрати вітаміну С, які відбулися під час заморожування, тривалого зберігання і дефростації кабачків.

Таблиця 1

Вміст вітаміну С в ікрі овочевій	
Продукція	Вміст вітаміну С, мг/100г готової продукції
Ікра овочева, приготовлена бездодавання аскорбінової кислоти	7
Ікра овочева, приготовлена із додаванням аскорбінової кислоти у кількості 0,1%	85

Додавання аскорбінової кислоти у кількості 0,1% від маси основної сировини у оптимальному співвідношенні компонентів дозволяє підвищити (в середньому на 78мг/100г готової продукції) вітамінну цінність готових консервів, тим самим компенсувати втрати вітаміну С при заморожуванні, тривалому зберіганні і дефростації овочів.

Крім того, цей спосіб дозволяє отримати харчовий продукт, збалансований по хімічному складу, з високими органолептичними показниками і харчовою цінністю, невеликою собівартістю.

Спосіб може бути здійснений на стандартному обладнанні на підприємствах консервної промисловості.

УКРАЇНА

(19) UA (11) 44109 (13) U

(51) МПК (2009)
A23B 7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під відповідальність власника патенту

(54) СПОСІБ КОНСЕРВУВАННЯ КАБАЧКІВ

(21) u200815202
(22) 29.12.2008
(24) 25.09.2009
(46) 25.09.2009, Бюл.№ 18, 2009 р.

(72) ТАРАСЕНКО ВІРА ГРИГОРІВНА, ЗАГОРКО НАДІЯ ПЕТРІВНА, ЯЛПАЧИК ВОЛОДИМИР ФЕДОРОВИЧ
(73) ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ

(57) Спосіб консервування кабачків, який передбачає сортування сировини, у склад якої входять кабачки, петрушка, кріп, часник; обробку, подрібнення, бланшування, фасування, заливку маринадом, який містить воду, сіль кухонну, цукор-пісок, кислоту лимонну, кислоту аскорбінову; закупорювання, заморожування і подальше тривале низькотемпературне зберігання продукту в морозильній камері (при мінус 20°С), який відрізняється тим, що сировину фасують в стаканчики з термоформованого пластику і заливають маринадом у наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

сировина:	55,00-65,00
кабачки	50,60-60,00
петрушка	1,75-2,00
кріп	1,75-2,00
часник	0,90-1,00,
маринад:	35,00-45,00
вода	31,50-40,50
сіль кухонна	1,20-1,54
цукор-пісок	1,80-2,32
кислота лимонна	0,20-0,32
кислота аскорбінова	0,30-0,32.

1 2

Корисна модель відноситься до сільського господарства і харчової промисловості, а саме до способів консервування плодоовочевої сировини шляхом заморожування.

Відомий спосіб консервування кабачків, який передбачає підготовку рецептурних компонентів, нарізання кабачків, приготування заливки, яка містить питну воду, кухонну сіль і оцтову кислоту, фасування кабачків, зелені петрушки, кропу, селери, хрону і м'яти, часнику, перця червоного пекучого, перця чорного пікого, лаврового листя і заливки маринадом, герметизацію і стерилізацію (Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т.І. Консервы овощные. - М.: Ассоциация предприятий плодовощной промышленности "Консервплодовощ" , 1990 - с. 43-48).

Недоліком даного способу консервування є те, що високі температури в значній мірі знижують вітамінну цінність готового продукту. Вітамін С є досить лабільним і підчас високотемпературної теплової обробки руйнується на 60-70%, а при подальшому тривалому зберіганні ще на 10%. Такі способи консервування дозволяють знищити патогенну мікрофлору, значно знижують біологічну цінність продукту.

Найбільш близьким за технічною суттю та досягнутим результатом до того, що заявляється, є прийнятий за прототип спосіб консервування кабачків, за яким відібрані, почищені і помиті овочі подрібнюють, бланшують, охолоджують у проточній воді до температури 10-20°С. За допомогою повітря з поверхні овочів видаляють вологу і заморожують в швидкоморозильних апаратах при температурі мінус 24°С з подальшим зберіганням продукту в морозильній камері при температурі мінус 18-20±2°С (Сборник технологических инструкций по производству консервов. Том 2. Консервы плодово-ягодные, быстрозамороженные плоды и овощи. - М.: Пищепромиздат. - 1960. - с.337-347).

Загальними ознаками способу, який заявляється і способу-прототипу є відбір, обробка, подрібнення, бланшування, фасування, закупорювання і заморожування з подальшим зберіганням продукту в морозильній камері.

За відомим способом знижується якість заморожених овочів через гістологічні зміни під час тонього заморожування, внаслідок чого дефростація призводить до втрати разом з соком основної кількості поживних речовин. Під час зберігання продукції вказаним способом мають місце окисні процеси, а продукт, отриманий даним способом, перед вживанням в їжу потребує кулінарної обробки. На заморожених таким способом плодах розвиваються патогенні холодостійкі мікроорганізми.

(19) UA (11) 44109 (13) U

В основу корисної моделі поставлена задача: розширити асортимент продуктів харчування, придатних до вживання без попередньої кулінарної обробки, підвищити їх вітамінну і біологічну цінність, поліпшити споживчі властивості за рахунок введення до складу маринаду лимонної кислоти та використання зручної тари, що дозволить швидко проводити розморожування продукту.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі консервування кабачків, який передбачає сортування сировини, у склад якої входять кабачки, петрушка, кріп, часник; обробку, подрібнення, бланшування, фасування, заливку маринадом, який містить воду, сіль кухонну, цукор-пісок, кислоту лимонну, кислоту аскорбінову; закупорювання, заморожування і подальше тривале низькотемпературне зберігання продукту в морозильній камері (при мінус 20°С), відповідно до пропонованої корисної моделі, сировину фасують в стаканчики з термоформованого пластику і заливають маринадом у наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

Сировина:	55,00-65,00
- кабачки	50,60-60,00
- петрушка	1,75-2,00
- кріп	1,75-2,00,
- часник	0,90-1,00
Маринад:	35,00-45,00
- вода	31,50-40,50
- сіль кухонна	1,20-1,54
- цукор-пісок	1,80-2,32
- кислота лимонна	0,20-0,32
- кислота аскорбінова	0,30-0,32

Бланшування проводиться у водному розчині кухонної солі, цукру і аскорбінової кислоти. Концентрація аскорбінової кислоти у розчині повинна бути не нижче 0,5% по масі, що обумовлено необхідністю збереження вихідного кольору сировини. Значне перевищення концентрації аскорбінової кислоти вказаного значення недоцільно, оскільки не приводить до покращення якості цільового продукту.

Заливання маринадом подрібненої овочевої сировини припиняє доступ кисню повітря, що перешкоджає окисленню продукту і руйнуванню мікроструктури тканини кабачків за дії низьких температур. Лимонна кислота у співвідношенні 0,20-0,35мас. % знижує активну кислотність середовища, це зменшує втрати вітаміну С та інших біологічно активних речовин, а також знижує ризик розвитку патогенної мікрофлори, цукор-пісок підвищує енергетичну цінність, аскорбінова кислота підвищує С-вітамінну цінність готового продукту. Використання зручної, дешевої і функціональної тари - стаканчиків з термоформованого пластику дозволяє провести розмороження продукту у НВЧ-печі за 10-15 хвилин.

Комп'ютерна верстка М. Ломалова Підписне Тираж 28 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український Інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

ДОДА
Акти вп

ЗАТВЕР
Проректо
роботи Г
«___»

АКТ
впровадження результатів науково-д
згідно теми „Технологічно-конструктивн
підморожування кабачків і гарбузів при під
зберігання”
у навчальний процес кафедри „Обладна
виробництв” Таврійського державного агрот

Даним актом підтверджується, що
Григорівною результати наукової роботи з розр
адгезійних властивостей харчових продуктів та
досліджень їх визначення за різних режимн
навчальному процесі підготовки бакалаврі
„Машинобудування” при вивченні дисципліни
виробництв”.

Завідувач кафедри ОПХВ
к.т.н., проф.

Провідний викладач
к.т.н., доц.

”ЗАТВЕРДЖУЮ”
Голова правління ПАТ ”Рефма”
_____ Д.Б. Франк
«___» _____2014 р.

Акт передачі науково-технічної документації на виготовлення пристрою для попереднього підморожування харчових продуктів за результатами виконання науково-дослідної роботи

Комісія у складі представників підприємства ПАТ „Рефма”
Баринов С.П. - заступник голови правління, головний інженер
Іванов Н.Л. - начальник відділу технічного контролю

з однієї сторони і представників Таврійського державного агротехнологічного університету канд. техн. наук Кюрчева С.В., асистента ТДАТУ Тарасенко В.Г. з іншої сторони, підписали акт про те, що до ПАТ ”Рефма” передано науково-технічну документацію по розрахунку та проектуванню пристрою для попереднього підморожування харчових продуктів.

Результати виконаної науково-дослідної роботи мають практичну значимість, в результаті впровадження пристрою для попереднього підморожування харчових продуктів досягається зменшення енерговитрат, підвищення ефективності процесу.

Від ПАТ ”Рефма”

Баринов С.П.

Іванов Н.Л.

Від ТДАТУ
Канд. тех. наук
_____ С.В. Кюрчев

Асистент ТДАТУ
_____ В.Г. Тарасенко

«ЗАТ

Дирек

„Мелі

Акт впроваджен

результатів науково-дослідної роботи

у замороженому ви

Комісія у складі начальника хо

Линника Д.С., головного бухга

аспіранта Тарасенко В.Г.

склала даний акт, що за період з липня 2013 п

ВКФ „Мелітопольська черешня" проведено

технології зберігання кабачків у заморож

заморожування відбувалося у два етапи: підморо

поверхні нарізаних овочів мінус 3 – мінус 5 °С зг

на корисну модель „Спосіб підготовки кабачк

A23B 7/04 і заморожування до температури

зберігання при цій температурі.

На зберігання було закладено 1 тонну каб

результаті заморожування і подальшого зберіг

відмічалося незначне потемніння забарвлення; к

практично була на рівні вихідної. Після реаліза

отриманий прибуток1560 грн у порівнянні з базо

Начальник холодильника

Гол. бухгалтер

Аспірант