

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра холодильних установок і кондиціонування повітря



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

Підвищення ефективності систем охолодження для зберігання овочевої продукції в Одеському регіоні

Здобувач Ярощук Д Є.
2 курсу ХМ-161МН групи
Керівник к.т.н.доц. Жихарєва Н.В
Консультанти: к.т.н.доц. Когут В. О.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ протокол №

Завідувач кафедри ХУКП _____ Михайло ХМЕЛЬНЮК

| | |
|---------------------------|---|
| Інститут | <u>Холоду, кріотехнології та екоенергетики ім. В.С.Мартинівського</u> |
| Кафедра | <u>Холодильних установок і кондиціонування повітря</u> |
| Ступень вищої освіти | <u>Магістр</u> |
| Спеціальність | <u>142 «Енергетичне машинобудування»</u> |
| Освітньо-наукова програма | <u>Холодильні машини, установки і кондиціонування повітря</u> |

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
д.т.н., проф. Хмельнюк М.Г.

«__» _____ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ярощук Дмитро Євгенович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності систем охолодження для зберігання овочевої продукції і в Одеському регіоні».

Керівник кваліфікаційної роботи к.т.н. доц. Жихарєва Н.В.
(прізвище, ім'я, по батькові)

2. Затверджена наказом академії від 30.01.2025 р. наказ № 51-03.

Термін здачі здобувачем закінченої роботи: 28.05.2026

3. Вихідні дані роботи: м.Одеса, зберігання овочевої продукції

4. Перелік питань, які потрібно розробити: техніко-економічне обґрунтування, дослідження процесів забезпечення подачі свіжого повітря, розрахунок ефективності, обґрунтування вибору обладнання, підбір обладнання, наукове обґрунтування системи охолодження овочевої системи

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): актуальність теми, мета роботи та задачі дослідження, методи дослідження, експериментальні установки

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

| Розділ | Консультант | Підпис, дата | |
|--------------------|--------------------------|----------------|------------------|
| | | Завдання видав | Завдання прийняв |
| Охорона праці | к.т.н.доц. Когут В.О. | | |
| Економічний розділ | к.т.н.доц. Жихарева Н.В. | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання: 30.01.2025р.

Керівник _____ Жихарева Н.В.
 Завдання прийняв до виконання _____ Ярощук Д Є..

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|--------------------------------|----------|
| 1. | Вступ. | 03.02-28.02.26 | Виконано |
| 2. | Огляд існуючих рішень підтримки мікроклімату. | 03.03-28.03.26 | Виконано |
| 3. | Дослідження теплоприпливів та особливості повітророзподілення в овочесховищі | 01.04-08.04.26 | Виконано |
| 4. | Наукове обґрунтування вибору і підбір обладнання. | 09.04-16.04.26 | Виконано |
| 5. | Охорона праці та безпека в системах вентиляції та економічна частина. | 24.04-27.04.26 | Виконано |
| 6. | Висновки. | 28.04-28.05.26 | Виконано |

Здобувач – дипломник _____ Ярощук Д Є..

Керівник роботи _____ Жихарева Н.В.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник _____

Ярощук Дмитро Євгенович

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна магістерська робота Ярошука Дмитра Євгеновича "Підвищення ефективності систем охолодження для зберігання овочевої продукції в Одеському регіоні" включає 87 сторінок тексту, 6 ілюстрації, 5 таблиць та 27 літературних джерела.

У даній науковій роботі йде мова про питання підвищення ефективності систем охолодження для зберігання овочевої продукції в Одеському регіоні. Одеська область є одним із головних центрів агропромислового виробництва, зокрема вирощування овочів, які потребують належних умов зберігання для збереження якості та тривалості зберігання. Аналізуються сучасні технології охолодження, досліджуються особливості кліматичних умов регіону та їх вплив на роботу систем охолодження. Запропоновані інноваційні підходи до проектування та оптимізації систем охолодження, що враховують особливості умов регіону та потреб виробників. Апробація рекомендацій сприяє зниженню енергоспоживання, збереженню якості овочевої продукції та підвищенню конкурентоспроможності аграрного сектору регіону.

В роботі проведений розрахунок процесів технологічного кондиціонування повітря: досліджений вибір розрахункових параметрів зберігання картоплі; дослідження розрахунку теплопритоків і вологопритоків; ізоляційного контуру обґрунтування вибору і підбір обладнання системи; системи розподілу повітря.

. Ключові слова: сховище, овочева продукція, холодильна система зберігання, висота, чинники зберігання

ANNOTATION

The qualification master's thesis of Yaroshchuk Dmitry Yevgenyevich "Improving the efficiency of cooling systems for storing vegetable products in the Odessa region" includes 87 pages of text, 6 illustrations, 5 tables and 27 literary sources.

This scientific work deals with the issue of increasing the efficiency of cooling systems for storing vegetable products in the Odessa region. The Odesa region is one of the main centers of agro-industrial production, in particular the cultivation of vegetables, which require proper storage conditions to preserve quality and shelf life. Modern cooling technologies are analyzed, the peculiarities of the climatic conditions of the region and their impact on the operation of cooling systems are studied. Innovative approaches to the design and optimization of cooling systems are proposed, taking into account the peculiarities of the conditions of the region and the needs of producers. Testing the recommendations helps reduce energy consumption, preserve the quality of vegetable products and increase the competitiveness of the agricultural sector of the region.

The work calculates the processes of technological air conditioning: the choice of design parameters for potato storage is investigated; the study of the calculation heat inflows and moisture inflows; insulation circuit justification for the choice and selection of system equipment; air distribution systems.

. Keywords: storage, vegetable products, refrigeration storage system, height, storage factors

Стор.

ЗМІСТ

| | стр |
|---|-----|
| ВСТУП | 6 |
| 1 ЧИНИКИ ШО ВПЛИВАЮТЬ НА УМОВИ ЗБЕРІГАННЯ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ | 19 |
| 2 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРИПЛИВІВ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖЕННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО МОДУЛЯ | 31 |
| 3 МОДЕЛЬ ЗВОЛОЖУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ПЛІВКОВОГО ТИПУ. | 37 |
| 3.1 Пристрої для зволоження повітря камер | 37 |
| 4 УДОСКОНАЛЕННЯ при ЗБЕРІГАННЯ ОВОЧІВ | 46 |
| 4.1 Зберігання овочевої продукції | 52 |
| 5. ГОТУЄМО КАРТОПЛЮ І ОВОЧІ ДО ЗБЕРІГАННЯ : | 52 |
| 6 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ | 69 |
| 7 ОХОРОНА ПРАЦІ | 73 |
| ВИСНОВКИ | 79 |
| ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 83 |

ВСТУП

Актуальність теми.

Технологічні системи кондиціонування повітря сховищ при збереженні картоплі різних сортів призначені для створення і автоматичної підтримки температури, відносної вологості, чистоти і швидкості руху повітря, що відповідають оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам. Всі технологічні обладнання безліччю тепловиділяючого устаткування, мають щільні склопакети, що не пропускають свіже повітря в приміщення, а поверхні зовнішнього скління пропускають великі кількості сонячної енергії

Мета роботи та задачі дослідження.

Дослідження сховищ при збереженні овочевої прожукції сортів тепловологісної обробки повітря з використанням моделювання процесів охолодження для систем кондиціонування повітря

Методи дослідження

Ескізна та графічна розробка принципової схеми плодоовочесховищ при збереженні овочевої продукції та експерименти з визначенням показників економічної ефективності холодильної установки, чисельні методи та методи оптимізації.

Теоретична цінність

Полягає в дослідженні та розробці тепловологісної обробки повітря для овочесховища при збереженні

Фактологічна база.

Фактологічною базою дослідження є типи, види і різні схемні рішення апаратів систем технологічного кондиціонування повітря. В якості джерел інформації використані: підручники, методичні рекомендації, періодичні видання за спеціальністю холодильна техніка та веб-сайти фірм виробників.

Структура роботи.

Включає 6 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел інформації та додатків.

Задачі дослідження.

Полягає в дослідженні та розробці тепловологісної обробки повітря овочесховищ для систем кондиціювання повітря , що включає розрахунок параметрів кондиціювання повітря методом сплайнів, розрахунок економічно-доцільної товщини ізоляції; розрахунок тепло-вологісного навантаження, підбір обладнання системи кондиціювання.

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Одещина – аграрна область, яка znana як регіон з вирощування великої кількості овочевої продукції. Тому перед сільгоспвиробниками стоїть завдання щодо тривалого збереження овочевої продукції без втрат її якості. Овочева продукція переважно закладається на збереження у жовтні місяці. Чим довше планується збереження продукції, тим вибагливіші умови до її збереження. Кожен вид, а іноді і сорт овочів розрахований на вміст в сховищі певної вологості, відхилення від якої може викликати зміну спрямованості хімічних і біохімічних процесів, що протікають у них. Зберігання плодів і овочів передбачає підтримку у помешканнях сховища високої відносної вологості повітря (80-95%). Необхідність витримування параметрів зберігання у досить жорстких рамках протягом тривалого часу змушує більш відповідально підходити до оснащення сховищ, в першу чергу, системами вентиляції.

Важлива роль вентиляції для збереження плодовоовочевої продукції полягає в ряді особливостей, що враховують продовження процесів життєдіяльності, таких як: випаровування, виділення тепла, «дихання», під час їх зберігання. Ці процеси безпосередньо впливають на газовий склад повітря в приміщеннях сховища, його температуру і вологість. Крім «дихання» і випаровування, джерелами тепла і вологи в приміщеннях сховища можуть бути, наприклад, ґрунт або тепло, що виділяється при конденсації вологи на границі зіткнення теплого повітря, що піднімається вгору к даху до більш холодного. Температурний фактор є вирішальним у прискоренні біохімічних і хімічних процесів у продукції, що зберігається. Саме за рахунок підвищення температури активізуються збудники хвороб. Причому не тільки підвищення температури здатне привести до появи вогнищ цвілі або грибкових уражень, але і її скачки, так як різкі коливання

температурних параметрів можуть викликати утворення конденсату, зайве зволоження овочів і, як наслідок, їх псування і гниття.

«Дихання» овочів супроводжується утворенням енергії у вигляді тепла. Тепло, що виділяється при інтенсивному «диханні», є одним з негативних факторів, що впливає на ефективність зберігання, оскільки може призводити до самозігрівання овочевої продукції або її запарюванню.

Зменшення маси плодів і овочів, також є наслідком «дихання». На активність «дихальних» процесів впливають різні чинники: вид овочів, ступень їх зрілості, наявність пошкоджень, у тому числі і підмерзання.

Найвища інтенсивність «дихання» зафіксована у зеленої продукції і томатів, найменша – у коренеплодів і цибулі ріпчастої. Вище активність дихання у недозрілих плодів і овочів в порівнянні з продукцією в стані повної зрілості. Механічні або інші пошкодження також підсилюють інтенсивність «дихання».

Якщо «дихання» овочів можна назвати свого роду внутрішнім фактором, що впливає на процес зберігання, то температура навколишнього повітря – це найбільш впливовий зовнішній фактор. Підвищення температури повітря в сховищі стимулює процеси «дихання» в овочевій продукції і призводить, тим самим, до незапланованих втрат поживних речовин, що позначається на споживчих властивостях овочів.

В'янення овочів є наслідком випаровування з них вологи. Інтенсивність випаровування вологи овочами безпосередньо залежить від швидкості циркуляції повітря в овочесховищі.

Звичайно, в якійсь мірі, використання сучасних методів агротехніки здатне поліпшити лежкість овочів під час зберігання, проте основним шляхом збільшення тривалості зберігання є будівництво сховищ нового покоління з інноваційними прогресивними системами вентиляції та охолодження

Основними вимогами до вентиляційної системи овочесховищ можна назвати:

1. -забезпечення необхідного повітрообміну;
2. -видалення надлишку вуглекислого газу;
3. -видалення етилену;
4. -робота в режимах обігріву, сушіння або лікування плодоовочевої продукції;
5. -запобігання утворення конденсату на теплоізолюючих огорожах і поверхні продукції.

Найпоширенішим типом вентиляційної системи, що застосовується в сховищах овочевої продукції, є комбінована припливно-витяжна вентиляція, при якій приплив повітря здійснюється штучним шляхом з використанням вентиляторів через вентиляційні припливні шахти, а видалення відпрацьованого повітря засноване на природному вентиляванні за допомогою витяжних каналів. Оскільки температура припливного повітря повинна бути вище 0 градусів, то в холодну пору року слід передбачити його попередній прогрів до необхідної температури, щоб уникнути підмороження овочевої продукції. Зігрівання припливного повітря в системах припливно-витяжної вентиляції відбувається за рахунок його повної або часткової рециркуляції, при якій зовнішнє повітря потрапляє спочатку в повітря змішувальної камери, де прогрівається до потрібної температури, змішуючись з внутрішнім повітрям. У овочесховище по повітряходам надходить уже прогріте таким чином повітря. При негативних зовнішніх температурах використовується режим повної рециркуляції, коли здійснюється циркуляція лише внутрішнього повітря овочесховища. Припливу зовнішнього повітря в даному випадку немає.

Вміст вуглекислого газу у внутрішньому повітрі сховища регулюється постійним припливом свіжого зовнішнього повітря і змішуванням його з внутрішнім у необхідній пропорції.

Найбільш ефективною на сьогоднішній день визнана система активної вентиляції, що припускає періодичне інтенсивне продування із заданою

швидкістю повітря з певними параметрами температури і вологості крізь масу овочів (залежно від застосованої схеми вентилявання: знизу нагору або зверху вниз). Подача зовнішнього повітря може здійснюватися як безпосередньо в масу продукції без змішування з повітрям сховища, так і з частковою рециркуляцією, при якій відбувається змішування холодного зовнішнього повітря з більш теплим повітрям сховища. При дуже низьких температурах зовнішнього повітря вентилявання проводиться тільки повітрям сховища (повна рециркуляція). За допомогою рециркуляції забезпечується необхідний температурний режим. Оптимальні параметри температури і вологості можуть бути досягнуті і при використанні калориферів для обігріву повітря або при охолодженні припливного повітря системами кондиціонування.

Застосування системи активного вентилявання дозволяє в разі збільшити збереженість овочевої продукції за рахунок більш високої швидкості її охолодження і осушення, «адресної» спрямованості повітряного потоку, рівномірного обдування кожного екземпляра продукції. При застосуванні системи активної вентиляції у всіх точках штабеля або навалу овочів підтримується однакова температура, вологість і газовий склад, без стрибків і різких перепадів. Обсяг сховища використовується більш економічно і раціонально, оскільки висота насипу або штабелів з плодоовочевою продукцією значно збільшується

В Україні, у всіх її регіонах діють овочесховища, побудовані ще в Радянські часи по проектах інститутів Гіпрохолод, Гіпрондсільпром та ін. Більшість з них не відповідає сучасним критеріям технологічної ефективності, енергозбережень і екологічної безпеки, застаріли морально і фізично і не в змозі забезпечити збереження плодів при тривалому зберіганні в охолодженому стані. Загальна місткість існуючих сховищ складає 2260 тис. тонн, у тому числі охолоджуваних сховищ – 720 тонн. Зазначена місткість

покриває всього 72% від мінімально необхідної (за рекомендаціями ФАО (ЮНЕСКО) [1.5].

Тільки половина складських приміщень агропромислового комплексу придатна для тривалого зберігання вирощеного врожаю.

Особливо відстає від потреби база зберігання в місцях виробництва овочевої продукції. Більшість спеціалізованих господарств не мають сховищ і холодильників.

При розробці проектів сховищ в сільській місцевості необхідно передбачати зберігання в них плодів і овочів у звичайній атмосфері при температурі $0 \div 2^{\circ}\text{C}$, в регульованому або модифікованому газовому середовищі при температурі $2 \div 4^{\circ}\text{C}$ і заморожених – в низькотемпературних камерах при температурі $-18 \div -20^{\circ}\text{C}$.

Технологічні і планувальні рішення холодильників-плодосховищ різноманітні. Такі холодильники традиційно будувались в місцях вирощування плодів, у споживаючих районах, а також при плодоконсервних заводах. Вони проектувались окремо розташованими чи в блоці з іншими виробничими будівлями, ступінь їхнього використання різний. Холодильники для овочів будувались, як правило, одноповерховими, збереження в підвалі. Велике значення має вибір числа камер і розмірів кожної з них. У деяких країнах обмежуються ємністю камери до 250 т. При цьому виходять з наступних міркувань:

1. У порівняно невеликих камерах легше регулювати тепловологісні режими і притім у більш вузькому діапазоні параметрів, оптимальних для кожного сорту картоплі
2. При зберіганні продукції в малих камерах простіше регулювати продуктивність повітроохолоджувачів і вентиляторів відповідно до потреби, що змінюється.

Пікові теплові навантаження в кожній камері можна регулювати таким чином, що вони не будуть збігатися в часі, що дозволяє зменшити встановлену потужність холодильних машин.

Часткове вивантаження продукції з малої камери не погіршує циркуляцію повітря в ній. Разом з тим, у малих камерах утруднюється проведення вантажних робіт і спорудження малих камер збільшує капіталовкладення.

Спосіб і режим зберігання залежить від виду продукції і впливає на вибір об'ємно-планувального рішення, холодильного устаткування, будівельних і теплоізоляційних конструкцій.

З огляду на можливість сезонного зберігання картоплі за різних зовнішніх умов, холодильна установка повинна підтримувати заданий режим експлуатації камер. Охолоджуюча система повинна забезпечити підтримання оптимальної температури і вологості повітря (85–95%) для зберігання овочів з відхиленнями температури (0,5оС) і відносної вологості повітря (2 –4 %) і можливість їх регулювання в заданих межах.

Особливості

проектування:

1. Врахування кліматичних особливостей регіону: підвищена вологість і температурні коливання, що впливають на вибір обладнання та режим роботи систем охолодження.
2. Використання енергоефективних технологій: інноваційні компресори, теплоізоляційні матеріали, системи автоматичного управління для зниження енергоспоживання.
3. Врахування обсягів і типів овочевої продукції, особливостей її зберігання та періодів реалізації.
4. Інтеграція системи охолодження з системами моніторингу та контролю для оптимізації режимів роботи та швидкого реагування на зміни умов.
5. Економічна доцільність і довгострокова ефективність проекту з

урахуванням можливостей регіональної інфраструктури. Такий підхід дозволяє створити ефективну, надійну та енергоефективну систему охолодження, що відповідає специфіці Одеського регіону і сприяє стабільному зберіганню овочевої продукції.

Система охолодження включає: камерні охолоджуючі прилади, систему повітророзподілення, і в окремих випадках теплозахисну оболонку(сорочку). Оскільки ефективність охолоджуючої системи залежить також від зовнішніх теплоприпливів ми розглядатимемо також теплоізоляцію огороджуваних конструкцій.

Для камер зберігання овочевої продукції в даний час застосовують наступні системи охолодження:

- батарейна система, що сприймає теплоприпливи пристінними або стельовими батареями;
- панельна система, що являє собою сполучену конструкцію батарей і теплозахисної сорочки;
- повітряна система, що сприймає теплоприпливи повітроохолоджувачами, розташованими в камері або поза нею;
- змішана (повітряна і батарейна) система .

Повітряне охолодження вважається найбільш прогресивним та економічним напрямком в проектуванні плодоовочесховищ. Для повітряної системи характерна наявність повітроохолоджувача і системи повітророзподілення. Повітроохолоджувачі застосовуються найрізноманітніших конструкцій як із холодоносієм, так і безпосереднього випарювання холодоагентів (аміак, фреон). Для камер зберігання плодоовочевої продукції раціональним виявився метод чисто повітряного охолодження з безпосереднім випарюванням холодильного агента в повітроохолоджувачах [9]. Цей метод не має недоліків, притаманних батарейному та змішаному охолодженню, і в найбільшій мірі відповідає природі фруктів як специфічного та швидкопсувного продукту. Для перевезення дихаючих вантажів при

температурі, близькій до нуля, система повітряного охолодження та вентиляція штабелів із ящиків обов'язкова В.З.Жадан зазначає те, що, оскільки плоди та овочі зберігаються насипом з визначеним коефіцієнтом пористості, то природним й найбільш придатним холодоносієм для них являється повітря.

Ефективність повітряного охолодження визначається досконалістю прийнятої системи розподілення повітря. Вона справляє безпосередній вплив на умови зберігання плодоовочевої продукції. У технологічному кондиціонуванні повітря та у техніці холодильного зберігання харчових продуктів використовуються різноманітні повітророзподільні системи, призначені для подачі повітря у приміщення, розподілення його у робочій зоні і відведення із приміщення. Розрізняють три групи систем вентиляції: природна конвекція, вимушене загальнообмінне та активне вентиляція .

Природну конвекцію застосовують виключно для малих плодоовочесховищ, оскільки, у випадку використання цієї системи при вентиляції приміщень, утворюється природний і невеликий напір, через що у вантажному об'ємі камер холодильників, особливо у штабелі, спостерігається нерівномірне температурне поле.

Система вимушеного загальнообмінного вентиляції. в залежності від обладнання та системи розподілення повітря, має такі різновидності: безканална, одноканальна, двоканальна та ежектуюча.

Загальнообмінна вентиляція в помешканнях зберігання примусова, часто її сполучать із штучним охолодженням повітря. Застосовують схеми з верхньою зосередженою і розосередженою роздачею, у цих випадках у верхню зону помешкання подають холодне повітря.

В безканалних системах відсутні повітророзподільні канали і для подачі повітря використовують сопла, диски, направляючі лопатки та інші пристрої, встановлені на кінці приточного повітроводу. Витяжка повітря здійснюється безпосередньо із приміщення

В каналних системах розподілення повітря по камері та його витяжку здійснюють за допомогою спеціальних повітроводів, для яких характерна різноманітність геометричних форм та схемних рішень. За схемою організації руху повітря по камері відносно штабеля виділемо три основні групи систем повітророзподілення: рух повітря у верикальному напрямку – «зверху-вниз» та «знизу-вгору», рух повітря у горизонтальному напрямку.

С точки зору забезпечення рівномірності розподілення повітря ця система «зверху-вниз» більш досконала, але практичне використання вона знаходить переважно для камер зберігання заморожених та охолоджених продуктів. Для дихаючих продуктів, що виділяють біологічне тепло та вологу, їх ефективність нижча, тому що у верхній частині штабелю виникають зони відпотівання, що пов'язано з утворенням конвективних повітряних потоків, скерованих знизу догори.

При схемах «знизу-вгору» більш доцільні розосереджені приток і витяжка, коли використовують повітроводи з щілинними отворами для подачі і витяжки повітря. Верхню роздачу використовують, як правило, при штучному охолодженні повітря, коли в камерах зберігання встановлюють підвісні або постаментні охолоджувачі повітря. Такі системи використовують переважно для камер зберігання плодоовочевої продукції, оскільки вони забезпечують одно спрямованість примусового та гравітаційного руху повітря. Прикладом такого повітророзподілення є системи з активним вентиляванням.

В камерах зберігання з повітророзподільними системами, здійснюючих рух повітря у горизонтальному напрямку, продукт, розміщений у штабелі, утворює значний опір повітряним потокам та «екранує» їх, в наслідок чого основна кількість повітря переміщується вздовжки проходів та стін. Ця обставина є недоліком цих систем. Такі системи найшли своє застосування в сирохранилищах.

Аналіз літературних джерел показує, що для камер зберігання плодоовочевої продукції найбільш ефективним є система повітророзподілення з активним вентиляванням.

Активне вентилявання - один із широко застосовуваних у даний час способів зберігання плодоовочевої продукції. У цьому випадку створюються і підтримуються оптимальні умови зберігання. При активному вентиляванні охолоджене повітря не омиває штабелі продуктів, а проходить крізь них, в результаті чого у всій масі продукції створюються однакові температурно-вологісні умови і газовий склад повітря. Інакше кажучи, здійснюється вентилявання головним чином продукції, що зберігається, а не камери. Вперше активне вентилявання, як спосіб зберігання, стали застосовувати при зберіганні картоплі в США, проте широке будівництво картоплесховищ із системою активного вентилявання за рубежом почалося після досліджень, виконаних у Нідерландах у 1947-1950 р.

У ближньому зарубіжжі перші дослідження по зберіганню картоплі в буртах з активним вентиляванням були проведені в 1940-1941 р. У наш час ця система знайшла широке застосування в практиці зберігання картоплі й овочів.

Принцип роботи системи активного вентилявання полягає в тому, що повітря, оброблене у повітроохолоджувачі (у випадку штучного охолодження), вентиляторами подається в систему повітроводів, виконаних у вигляді каналів у підлозі, що мають ґрати, на які укладається картопля чи інші овочі насипом або затареними в контейнери. Тепле повітря надходить до повітроохолоджувача для повторної циркуляції. При зберіганні фруктів система активного вентилявання не застосовувалась, хоча має безсумнівні переваги перед природною та одноканальною або двоканальною циркуляцією повітря. Вирішальними з них є, по-перше, можливість створення і підтримання оптимальних умов зберігання по всьому об'єму штабеля і скорочення втрат продукції від гниття до мінімуму; по-друге, зниження

вартості будівництва фруктосховища (в розрахунку на 1 тону місткості) внаслідок збільшення висоти завантаження і кращого використання місткості камери.

Разом з тим активне вентилявання має ряд недоліків: влаштування системи повітророзподілення з теплозахисною оболонкою суттєво зменшує вантажний об'єм камери; розміщення вентиляційних каналів у підлозі камери ускладнюють обслуговування системи через необхідність постійного очищення каналів та перекривання і регулювання нагнітальних вікон (наприклад, при частковому завантаженні-розвантаженні камери).

Рухливість повітря відносно елементів продукції багато в чому визначається щільністю затарювання.

Картопля зберігається в сховищах в затареному вигляді в насипу.

Широкий діапазон розмірів штабеля пояснюється відсутністю рекомендацій на вибір оптимальних розмірів штабеля в залежності від охолоджуючої системи, системи поовітророзподілення й об'ємно-планувальних рішень холодильника, відсутністю яких-небудь теоретичних обґрунтувань і залежностей, що зв'язують розміри штабеля з внутрішніми і зовнішніми відносно штабеля умовами тепло- і вологообміну.

З аналізу літературних джерел видно, що не розглядався зв'язок оптимальної витрати повітря з витратою повітря через штабель і технічними характеристиками запроектованих повітроохолоджувачів.

Для забезпечення однорідності температурно-вологісних умов по усьому об'ємові штабеля необхідно встановити зв'язок між параметрами оточуючого штабель середовища (особливо параметри вентиляючого повітря на вході в штабель) і тепловологісним станом продукції в самому штабелі, по всьому його об'ємові. Встановлення такого зв'язку дає можливість управляти процесами переносу тепла і вологи при зберіганні продукції.

1 ЧИНИКИ ШО ВПЛИВАЮТЬ НА УМОВИ ЗБЕРІГАННЯ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Якість овочів і фруктів згідно з вимогами стандартів Мета. Навчитися визначати якість свіжих фруктів та ягід за чинними стандартами. Завдання. Товарна якість – це сукупність окремих властивостей плодоовочевої продукції, характеристика яких регламентується нормативною документацією (різними категоріями стандартів, технічних умов) Матеріали та обладнання: стандарти на свіжі фрукти, ягоди, овочі. Визначальні показники беруться за основу під час оцінювання якості плодів та овочів. До них належать: зовнішній вигляд, розмір, смак, запах. Зовнішній вигляд – комплексний показник, який характеризується забарвленням, формою, станом поверхні, цілісністю, свіжістю, станом зволоження. Розмір – регламентує мінімально допустиме граничне значення показника якості (мм або см, не менше) за найбільшим поперечним діаметром (для більшості видів) або за довжиною (листовий салат, кріп, ревінь, кукурудза цукрова, банани). Маса як показник застосовується для головок капусти овочів і фундука. У капусти овочів споживчі властивості і здатність до збереження залежать від їх щільності. Нещільні головки мають більший діаметр, але вони не стійкі до механічних пошкоджень, в'янення. До допустимих відхилень відносять малозначні і значні відхилення зовнішнього вигляду й величини, які хоч і знижують певною мірою товарний вигляд та споживчі властивості, але суттєво не впливають на якість продукції. Допустимі відхилення показників свіжості, наприклад в'янення, регламентуються для 99 плодів, які легко в'януть. Незначне в'янення (без ознак зморшкуватості) допускається для зеленних овочів (салату, кропу, зеленої цибулі, зеленої петрушки), огірків, буряків, редьки, бобових овочів, зерняткових плодів, тому що воно суттєво не впливає на їх споживчі властивості та лежкість. Допускаються відхилення показника “цілісність”, тобто наявність пошкоджень. Для багатьох видів фруктів та овочів загальними пошкодженнями є: механічні, пошкодження

сільськогосподарськими шкідниками, мікробіологічними і фізіологічними хворобами. Механічні пошкодження поділяють на: малозначні – подряпини, потертості; значні – натиски, тріщини, проколи, градобоїни, поломки, зрізи, порізи, видалення покривних тканин, прим'ятість; критичні – роздавлені плоди тощо. Смак і запах фруктів та овочів повинен бути властивий цій культурі і сорту, без сторонніх запахів і смаку. У нормативних документах наведені вимоги і норми показників якості, які визначають основні споживчі характеристики продукції. Як правило, у них зазначені тільки ті вимоги, які можна легко і швидко перевірити. У зв'язку з тим, що фрукти, овочі, картопля неоднакові за якістю, їх ділять на товарні сорти і дають характеристику кожному з них. Нестандартною повинна вважатися та частина продукції, яка непридатна для їжі або переробки. Ціни на різні товарні сорти диференціюють, що дозволяє більш повно і раціонально використовувати всю вирощену продукцію. Кількість товарних сортів налічує від двох до чотирьох, залежно від виду фруктів та овочів. Товар екстра-класу (вищий або перший сорти) – це бездоганна за якістю продукція, до більш низьких сортів відносять екземпляри з відхиленням за пошкодженням, не вирівняні за формою чи забарвленням. Різниця у вартості між вищим і нижчими сортами повинна зацікавлювати виробника одержувати продукцію 100 більш високої якості, щоб не тільки перекривати витрати на товарну обробку, але й мати певний прибуток. Показники якості продукції умовно поділяють на якісні і кількісні. Перші характеризуються словами, наприклад, “ягоди малини повинні бути свіжі, зрілі, чисті, без стороннього запаху і смаку”. Кількісні показники якості позначаються числом. Вони включають такі норми: граничні, обмежувальні і заборонні. Граничні норми вказують межі коливань показника. Наприклад, розміри корнішонів 1-ї групи за довжиною встановлені від 51 до 71 мм. Обмежувальні норми виражають словами “не менше” або “не більше”. Зокрема, розмір ягід суниці за найбільшим поперечним діаметром, при зменшенні якого погіршується якість продукції,

для 1-го товарного сорту встановлений на рівні не менше 2 см. Навпаки, діаметр коренеплодів столових буряків, із збільшенням якого знижується якість, обмежений 14 см. Заборонні норми гарантують безпечність і необхідний санітарний стан продукції, що визначається словами “не допускається”. Наприклад, у картоплі продовольчої не допускається вміст бульб, позеленілих на чверть поверхні. У нормативних документах на плодоовочеву продукцію передбачено наявність допусків, тобто допустимих відхилень від вимог стандартів за окремими показниками якості. Їх уведення викликане біологічною мінливістю сортів фруктів і овочів, різноманітністю умов вирощування для всіх рослин, недосконалістю існуючих способів товарної обробки продукції, унаслідок чого неможливо одержати цілком однакові партії. Допуски виражають відсотками до маси або числа екземплярів. Наприклад, у партії стандартного агрусу перезрілих ягід може бути до 2 % від маси партії. У партії моркви дозволяється наявність землі, яка прилипла до коренеплодів, до 1 % від загальної маси. Допуски у штуках найчастіше вводять у стандарти на пучковий товар (редиска, морква молода).

101 У нормативних документах на плодоовочеву продукцію встановлюють і загальний допуск, тобто сукупність усіх допусків. Він буває менший від арифметичної суми окремих допусків у стандарті і становить 15 % від маси партії. Для продукції, яка передбачена на експорт або тривале зберігання, важливим показником якості є однорідність екземплярів. Однорідність оцінюють за розміром, формою, ступенем стиглості. Для окремих видів фруктів і овочів, крім зовнішніх ознак, визначають показники для оцінки прихованих захворювань і ступеня зрілості продукції. Наприклад, стандартом на цибулю ріпчасту передбачена в місцях відправлення і приймання перевірка її пошкодження шийковою гниллю у прихованій формі, для чого аналізують не менше 50 цибулин, узятих із середньої проби, шляхом розривання лусок. При виявленні шийної гнилі дозволяється проаналізувати цибулини всієї проби. У 5 стандартах на огірки, буряки столові, кавуни, дині, баклажани й

інші плоди введений показник якості – внутрішня анатомічна будова, яка характеризує ступінь їх стиглості. Для цього виділяють до 3 % маси продукції середнього зразка, яку для оцінки внутрішньої будови у випадку необхідності допускається розрізати. Окремі нормативно-технічні документи передбачають оцінку вмісту в продукції основних речовин, заради яких вирощується культура. Наприклад, стандарт на виноград нормує мінімальний вміст цукру у ягодах (14 %) і методи його аналізу. Якість картоплі для переробки визначають за кількістю крохмалю (13–16 %). У деяких стандартах введені показники смаку (перець солодкий) і забарвлення (капуста червонокочанна). Основний спосіб оцінки якості плодоовочевої продукції – вибірковий контроль. Для цього визначають об'єм вибірок, які необхідно оцінити, щоб мати уявлення про якість усієї партії. Партією вважають будь-яку кількість продукції одного товарного сорту, однакового пакування, маркування, оформлених одним 102 посвідченням про якість, що підлягає одночасному здаванню/прийманню. У деяких стандартах у визначення партії продукції введені обмеження. Наприклад, у стандарті на яблука ранніх строків дозрівання величина партії обмежена однією транспортною одиницею. Визначення партії у стандартах на суницю свіжу передбачає такі обмеження: один строк збирання, маса партії не повинна бути більшою від 1 т. Визначення якості продукції проводять відразу після відбирання середньої проби. Спочатку визначають забрудненість продукції за наявністю в ній землі, листя, гілочок, недорозвинених плодів. Забрудненість картоплі і коренеплодів визначають, змиваючи з них землю. Аналіз усіх екземплярів проби за показниками, записаними у стандарті (чистота плодів, механічні пошкодження, пошкодження шкідниками, хворобами, відповідність сортовим особливостям, середній розмір, форма, середня маса), роблять за допомогою вимірів, зважувань, візуальної оцінки. Органолептичним методом визначають забарвлення, смак, запах, консистенцію м'якуша. Після розподілення всіх екземплярів середньої проби на фракції масу проби, за винятком землі (понад

1%) або іншого забруднення, приймають за 100 % і визначають процентний вміст кожної фракції. Виявлені результати оцінки якості середньої проби порівнюють з нормами, прийнятими у цьому стандарті, і визначають відповідність продукції тому чи іншому товарному сорту. Якщо продукція не відповідає вимогам хоча б за одним специфічним показником, то всю партію переводять до нижчого сорту, вимогам якого повністю відповідає фактична якість цих плодів та овочів. Якщо продукція за чинним стандартом не відповідає і вимогам нижчого сорту або сорти визначити не можна, то така партія фруктів або овочів вважається нестандартною.

Найскладніше – знайти місце для зберігання. Оптимальна температура для всіх картоплі +3, +5 градусів, не вище. Сухе місце теж не підходить – потрібна середня вологість (у занадто вологому приміщенні яблука теж довго не пролежать – згниють).

Картопля належить до рослин помірною клімату. На температуру нижче 7-8°C та вище 30°C реагує припиненням росту. Надмірна спека (вище 25°C) сильно пригнічує рослини. Якщо ґрунт прогрівається вище 29°C – бульби не утворюються або формуються дочірні бульбочки. Бульби картоплі, які пройшли період спокою, починають проростати за температури 3-5°C, однак агрометеорологічним показником початку росту картоплі вважають температуру 7°C. Проте оптимальною температурою для проростання бульб є 18-20°C, за якої сходи з'являються через 12-13 днів. Максимальний урожай картоплі забезпечується за середньодобової температури 17-18°C. Картопля чутлива до незначних приморозків. Пошкодження картоплиння настає за -1,5-2°C. Приморозки -3-4,5°C пошкоджують картоплиння на 60-100% і знижують врожайність бульб на 25-65%, залежно від фази розвитку рослини і часу ураження приморозками. Особливо нестійкі до приморозків молоді рослини. Листки і стебла чорніють і гинуть. Проте молоді рослини швидко відростають і формують добрий урожай бульб. Значно небезпечніше пізніше повернення приморозків. Бувають випадки повної весняно-літньої загибелі рослин під

впливом пізніх приморозків у фазі бутонізації, особливо на торфових ґрунтах на понижених місцевостях [42, 49, 103, 114, 190]. 20 Картопля досить вимоглива до вологи, оскільки формує велику підземну масу при відносно малорозвиненій кореневій системі. Тому високі врожаї збирають за вологості ґрунту 75-85% НВ. Зниження вологості до 60% призводить до зменшення врожайності на 3-9%, а до 40% НВ на 40-43%. Найменше вологи картоплі потрібно під час проростання й появи сходів, коли молоді рослини використовують вологу з материнської бульби. Функцію регулятора з забезпечення вологою відіграють також молоді бульби. В умовах нестачі вологи в ґрунті рослина бере воду з бульб, а за повного зволоження бульби наповнюються вологою, що є додатковим її резервом для росту рослин. З ростом рослин підвищується потреба картоплі у волозі, особливо у міжфазний період бутонізації. Значення сорту в реалізації потенційних можливостей урожайності

У сільськогосподарських підприємствах, фермерських господарствах, на городах, дачних ділянках вирощують близько 300 сортів картоплі. Близько 200 з них у різні роки занесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Переважна більшість сортів (50%) – української селекції, решта – нідерландської, німецької, чеської та інших країн. Виробник і споживач картоплі вибирає потрібний сорт за комплексом показників, зокрема: урожайність, скоростиглість, форма та колір бульб, глибина вічок, колір м'якуша, вміст у бульбах крохмалю, вітамінів, потемніння м'якуша за кулінарної обробки, смакові якості, стійкість проти захворювань і шкідників, придатність для приготування різних страв і виробництва картоплепродуктів тощо [1-3, 6]. Сільськогосподарське виробництво висуває чіткі обґрунтовані вимоги до нових сортів, які наразі формують національне сортове різноманіття картоплі. Серед них: потреба комплексного поєднання високого рівня продуктивності зі стійкістю до хвороб і шкідників, стресових чинників довкілля, з високою якістю продукції, технологічністю у виробництві, лежкістю, транспортабельністю, придатністю

до тривалого зберігання і переробки. На ринку цінують привабливий зовнішній вигляд, до якого належить структура поверхні бульб і гарна форма з поверхневими вічками. Має також значення колір шкірки і м'якоти, смакові якості бульб. Важливим показником для виробництва є вміст крохмалю і сухих речовин [2-4].

21 Зауважимо, що інтенсифікація процесу елітного насінництва пов'язана з нагальною потребою виробництва в жаро- та посухостійких сортах картоплі, стійких проти грибних, вірусних, бактеріальних, мікоплазмових хвороб і інших стресів, з високою транспірацією, що пов'язано зі зміною погодних умов у зв'язку з глобальним потеплінням, особливо відчутним в Україні в останнє десятиріччя [5-10]. Як наслідок, улітку спостерігатиметься більша кількість сухих періодів, але також і більше періодів із надзвичайними зливами. Ультрафіолетове випромінювання за рахунок зменшення озонового шару буде зростати, а за рахунок підвищення вологості повітря зменшуватися. Зниження інсоляції призведе до зменшення вмісту сухих речовин у бульбах. За зростання температури розмір листків і бульб зменшуватиметься. Постає питання зростання попиту на сорти з високим вмістом сухих речовин. Перевагу в зонах з дефіцитом вологи набудуть сорти картоплі з низьким коефіцієнтом транспірації. На півдні буде розвиватися виробництво ранньої картоплі [10-12]. Сучасний стан селекції картоплі дає змогу отримати сорти зі значним потенціалом урожайності (до 120–130 т/га, вмісту крохмалю в бульбах, стійкості проти шкідників та хвороб. Проте не завжди можна чекати реалізації цього потенціалу залежно від ґрунтово-кліматичної зони вирощування. Також невисока стійкість окремих форм до несприятливих умов зовнішнього середовища проковує посилення виродження [13-15]. Оскільки картопля в посушливі роки не повною мірою реалізує свій генетичний потенціал, зниження врожаю може сягати понад 50 % [16]. Саме сорт відіграє вирішальну роль у використанні рослин із певною метою. Сорти з високим рівнем адаптивності, яким властива висока продуктивність і

стійкість до біотичних та абіотичних факторів середовища, забезпечують здійснення рентабельного картоплярства щодо його біологізації і екологізації. Використовуючи такі сорти, передусім нові, можливо підвищити врожайність картоплі на 20–70 % [5]. За дослідженнями 22 вітчизняного й світового рівня, нині вплив сорту на врожайність перебуває на першому місці й становить 20–50 %, потім – кліматичні умови (15 %) та природна родючість ґрунту (10 %). У практичній роботі картоплярства істотною є норма реакції генотипів сортів на зовнішні умови, які специфічні в кожному з регіонів [17]. У сучасних умовах одним з основоположних принципів успішної селекції картоплі є відповідність сорту новим вимогам, що ставляться споживчим ринком [18]. Сорти – це основа високопродуктивного розвитку картоплярства. Вони відрізняються один від одного скоростиглістю, урожайністю, умістом сухих речовин, смаковими якостями, стійкістю проти хвороб і шкідників тощо. Різні сорти неоднаково реагують на ґрунтовокліматичні та метеорологічні умови, удобрення, густоту висадки, способи збирання і зберігання [19]. Проте за умови дотримання технологій вирощування всі новостворені сорти повинні забезпечувати високі і стабільні врожаї потрібної якості, а виконання цього завдання не можливе без сортової технології, яка враховує біологічні особливості кожного сорту [20-24, 61, 62]. Щоправда, не всі сорти, придатні для однієї ґрунтово-кліматичної зони, добре себе зарекомендують в іншій. У картоплярстві спостерігаємо екологічне зростання урожайності, коли в перший рік садіння сорту продуктивність його підвищується на 20–30 % порівняно із зоною його виведення. Але це зростання швидко знижується, і завезений сорт починає сповна відчувати на собі вплив негативних факторів нового середовища, до якого його гени не адаптовані: екстремальні температури, високий інфекційний фон і водночас досить низький агрофон, навалу шкідників [21, 25-28]. Вагомим чинником у реалізації потенціалу сортів є їхнє насінництво. Отримання якісного насінневого матеріалу – досить трудомісткий і капіталоемний процес на всіх етапах: від

вихідного матеріалу до реалізації кінцевого продукту. Насінництво картоплі виділилося в окремий напрямок 23 галузі картоплярства, який має специфіку в організації виробництва, технології вирощування з урахуванням захисту від шкочинних об'єктів та зберігання насінневої картоплі [29-38]. Наразі із загальної потреби насінневої картоплі в Україні (4,9 млн. т) на частку садивних бульб високих категорій припадає лише 1,73 % (85,0 тис. т). Зокрема, виробництво еліти, як основного чинника для одержання сертифікованого насінневого матеріалу для сортооновлення та сортозаміни в науково обґрунтовані терміни не перевищувало останніх років 10,7 тис. т [39, 40-42]. Зросла загроза посиленого розмноження і міграції шкідників. Низка видів комах, що завдавали шкоди періодично, подекуди будуть з'являтися на посівах щорічно. Збільшиться кількість генерацій, у зв'язку з чим зросте і їхня шкочинність. Багато комах із підвищенням температур будуть раніше розселятися в посівах і пошкоджувати рослини, які на цей час ще не встигли зміцніти. Зросте небезпека перезараження вірусами, які передаються попелицями [10]. За даними наукових установ, потенційні втрати врожаю від комплексу шкочливих організмів становлять на картоплі 33 % [43]. Унаслідок цього зросте вартість виробництва насінневого матеріалу, виникне потреба в сортооновленні й сортозаміні, як найбільш ефективних шляхах високорентабельного картоплярства. Приріст врожаю від сортооновлення та сортозаміни становить 30–50 % [44]. У сучасних умовах картоплярство (за концентрації виробництва картоплі близько 98 %) дрібних агрофермерських та селянських господарств, з огляду на несприятливі фітосанітарні умови щодо наявності різноманітних фітопатогенів, призводить до різкого зниження урожайності через ураженість насаджень різноманітними збудниками хвороб картоплі [10]. Певну стурбованість викликає невідповідність термічного режиму потребам рослин картоплі, особливо його середньостиглих і пізніх сортів. Теплі зими, збільшення тривалості безморозного періоду сприяють підвищенню запасів і збереженню у міжвегетаційний період грибних,

бактеріальних, вірусних захворювань, а також виживаності шкідників, зростанню їхньої кількості і шкідливості. Хвороби і шкідники є основною причиною істотного недобору врожаю картоплі, зниження її якості і лежкоздатності. Їхній прояв і рівень шкодочинності залежать від природно-кліматичних умов зони, родючості ґрунту, рівня застосування агротехніки, упровадження прогресивних технологій, рівня ведення насінництва, стійкості сорту, системи заходів із захисту рослин та інших факторів [45, 46]. Ураження рослин призводить до зниження якості врожаю та втрат, які досягають 40–50 %. Усі хвороби картоплі, збудниками яких є природні організми, можна розділити на грибні, бактеріальні та вірусні [29]. Унаслідок такого ураження хворобами щорічний недобір урожаю в Україні становить 20–25 %. Багате на вуглеводи картоплиння та бульби картоплі – чудовий субстрат для численних мікроорганізмів, зокрема грибів, бактерій, які викликають різні хвороби цієї культури. Хвороби уражують картоплю як у період вегетації, так і під час її зберігання в сховищі [47]. Різні збудники хвороб (гриби, бактерії, віруси) потребують неоднакових умов для розвитку. Так, частіше, зокрема в зоні Полісся України, картоплю уражують кільцева гниль, звичайна і порошиста парша, рак і фітофтороз, оскільки кількість вологи і тепла в цій зоні є оптимальними для їхнього розвитку. На півдні України підвищена температура повітря та ґрунту, а також нестача вологи в період вегетації рослин, сприяють розвитку фітопатогенів, які викликають здебільшого хвороби картоплі по типу в'янення [133, 134]. Сильний розвиток фітофторозу (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary.) на ранніх сортах картоплі може спричинити загибель 50–80 % урожаю. Інші хвороби наносять менш відчутну шкоду, проте в окремі роки рівень розвитку будь-якої з них може призвести до великих втрат. Останнім часом через зміну клімату спостерігаємо значний рівень ураження картоплі 25 альтернаріозом (*Alternaria solani* Sorauer) (у період сильного розвитку хвороби втрати можуть сягати 30–50 %), а також ризоктоніозом (*Rhizoctonia solani* Kuhn.) – однією з найбільш

поширених та шкідливих хвороб, яка знижує якість садивного матеріалу і рівень урожайності бульб. В Україні щорічно спостерігаємо розвиток цієї хвороби, її рівень на паростках становить 30–60 %, столонах – 25–70 %, коренях – 10–25%. Втрати урожаю картоплі, за сприятливих умов для розвитку збудника, сягають 49 % [48]. Альтернаріоз – це рання суха плямистість, макроспоріоз, суха концентрична плямистість. Шкодочинність захворювання визначається ступенем ураження вегетативної маси, зменшенням асиміляційної поверхні листків, змінами у фізіологічно-біологічних процесах ушкоджених рослин. У роки, сприятливі для розвитку і поширення хвороби, вегетативна маса середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів картоплі може уражатися збудником альтернаріозу на 18–77 %. А втрати урожаю від захворювання в роки епіфітотії хвороби, за даними вчених, можуть сягати понад 60 % [12]. Бактеріальні хвороби картоплі, спричинені фітопатогенними бактеріями, наносять значні збитки картоплярству в усьому світі. Шкодочинність бактеріозів останнім часом зростає, що пов'язано з широким використанням механізації при вирощуванні і збиранні картоплі. Ці заходи різко збільшують кількість механічних пошкоджень, а відповідно й ураження їх хворобами. Шкодочинність бактеріозів полягає в загибелі рослин у полі, загниванні у ґрунті посадкових бульб нового врожаю, а також загниванні їх у період зберігання. У роки епіфітотій бактеріальних хвороб в Україні втрати врожаю можуть сягати 40–50 % [5]. Нині найпоширенішою бактеріальною хворобою в Україні є чорна ніжка, яка активно виявляє себе прохолодним літом за наявності значної кількості опадів. Хвороба уражує картоплю як у період вегетації, так і під час зберігання. Шкодочинність чорної ніжки проявляється у зріджуванні насаджень картоплі, зниженні продуктивності рослин, погіршенні насінних і товарних 26 якостей, загниванні бульб при зберіганні. Урожай рослин від заражених бульб залежно від умов вирощування сортових особливостей, часу прояву хвороби та вірулентності патогенів знижується на 30–90% [52].

Ураженість рослин картоплі чорною ніжкою на 10% знижує врожай картоплі на 6%, а 5% ураження рослин чорною ніжкою спричиняє 20% ураженість бульб мокрою гниллю в період збирання. Мокра гниль поширена при зберіганні картоплі у сховищах, буртах і кагатах. Ця хвороба уражує бульби, але не уражує стебла та інші органи рослини. Уражені бульби стають спочатку світлими, а згодом – темно-бурими або рожевими, м'якими та мокрими [5]. М'якуш перетворюється на кашоподібну або слизисту тягучу масу неприємного запаху. Шкірка таких бульб часто залишається неушкодженою або частково покривається жовтувато-коричневим слизом. Чорну ніжку і мокру гниль викликають три патогенні види роду *Pectobacterium*-*Pect. phytophthrum*, *Pect. aroidae* і *Pect. Carotovorum*. Чорну ніжку і мокру гниль раніше описували як дві самостійні і не пов'язані між собою хвороби. Наразі їх розглядають як дві взаємопов'язані форми однієї хвороби: посилення однієї з них призводить до посилення прояву іншої. Висаджені в полі бульби із симптомами мокрої гнилі дають рослини з симптомами чорної ніжки, а з бульб, узятих із кущів картоплі із симптомами чорної ніжки, розвивається мокра гниль. Для боротьби з бактеріозами застосовують агротехнічні заходи: висадження здоровим посадковим матеріалом, протруювання насіння перед садінням. Для зниження інфікування проводять глибоку оранку з унесенням органічних і мінеральних добрив.

2. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРИПЛИВІВ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖЕННЯ ХОЛОДИЛЬНОГО МОДУЛЯ

Для підтримання в охолоджуваному приміщенні плодоовочесховища заданої температури (для картоплі $t = 0^{\circ}\text{C}$) необхідно, щоб всі теплоприпливи видалялися холодильним устаткуванням – повітроохолоджувачем.

При визначенні цього теплового навантаження повинні бути враховані наступні теплоприпливи [12]:

- через захисні конструкції камери зберігання Q_1 ;
- при холодильній обробці продукту $Q_2 = Q_2'_{\text{пр}} + Q_2''_{\text{тари}}$;
- з зовнішнім повітрям при вентиляції приміщення камери Q_3 ;
- від різних джерел при експлуатації холодильних камер Q_4 ,
що виникають внаслідок освітлення камери, перебування у ній людей,
роботи електродвигунів і відкривання дверей;
- від фруктів і овочів у процесі «дихання» Q_5 .

Навантаження на камерне обладнання визначають як суму всіх теплоприпливів у холодильну камеру, тому що холодильне обладнання повинне забезпечити відведення теплоти за самих несприятливих умов.

$$Q_{\text{об}} = \Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 \quad (2.1)$$

4.3.1. Розглянемо, насамперед, теплоприпливи через захисні конструкції (стіни, покриття і підлога) [195,197,198]

Теплоприпливи визначаються за формулою

$$Q_1 = Q_1' + Q_1'' + Q_{\text{п}}, \text{ Вт} \quad (2.2)$$

$$\text{де} \quad Q_1' = k_g \cdot F \cdot (t_3 - t_b); \quad Q_1'' = k_g \cdot F_c \cdot \Delta t ; \quad (2.3)$$

Q_1' - теплоприпливи через стіни і покриття, Вт;

Q_1'' - радіаційні теплоприпливи, які враховують вплив інфільтрації
Вт; [196,199]

k_g – дійсний коефіцієнт теплопередачі через огороження,
визначений за формулою $k_g = \frac{1}{R_{із}^{ек}}$, Вт/(м²·К);

Економічно доцільний коефіцієнт теплопередачі визначається з умови мінімальності зведених витрат.

F - площа поверхні огорожуючої конструкції (стіна, покриття),
м²

F_c – площа поверхні, яка знаходиться під дією інтенсивного
сонячного опромінення (покриття, західні стіни), м² ;

t_3 - температура зовнішнього повітря (липень), °С ;

t_b - температура повітря в камері зберігання, °С ;

Δt_p – надлишкова різниця температур, що характеризує дію
сонячної радіації в літню пору, °С .

Кількість теплоти від сонячної радіації залежить від розташування холодильника (географічної широти), характеру поверхні й орієнтації її відносно сторін світу.

Q_{Π} – теплоприпливи через підлогу. Якщо підлога розташована на ґрунті, не має нагрівальних приладів то теплоприплив через неї визначають як суму тепловтрат через умовні зони шириною 2 м за формулою

$$Q_{\Pi} = \sum k_{умов} F_{\Pi} (t_3 - t_b), \text{Вт}$$

де $k_{умов}$ – умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної зони
підлоги, Вт / (м² К) ;

F_{Π} – площа відповідної зони підлоги, м².

4.3.2 Теплоприпливи при холодильній обробці продуктів і охолоджені тари визначаються сумою:

$$Q_2 = Q_{2\text{ін}} + Q_{2\text{тари}}, \quad (2.5)$$

Теплоприплив від продуктів $Q_{2\text{ін}}^{\dot{}}$ (у Вт) при холодильній обробці в камерах зберігання періодичної дії визначають за формулою:

$$Q_{2\text{ін}}^{\dot{}} = 1,3 \cdot M_{\text{пр}} \cdot \Delta i \cdot \frac{1}{\tau_{\text{обр}} \cdot 3600} \quad (2.6)$$

де 1,3 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність теплового навантаження;

$M_{\text{пр}}$ – добове надходження продукту в камеру, т / добу.;

Δi – різниця питомих ентальпій продукту до і після обробки, кДж / кг;

$\tau_{\text{обр}}$ – тривалість холодильної обробки, год / добу.

Теплоприток від тари $Q_{2\text{тари}}^{\ddot{}}$ (Вт)

$$Q_{2\text{тари}}^{\ddot{}} = M_{\text{Т}} \cdot C_{\text{Т}} \cdot (t_1 - t_2) \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600}, \quad (2.7)$$

$M_{\text{Т}}$ – добове надходження тари, прийняте пропорційно надходженню продукту, год/ добу;

$C_{\text{Т}}$ - питома теплоємність тари, кДж / (кг · К);

t_1 і t_2 – початкова і кінцева температури тари (приймаються рівними початковій і кінцевій температурі продукту), °С;

Маса тари складає від 10% до 20% маси вантажу.

Теплоприплив від зовнішнього повітря при вентиляції варто враховувати тільки при проектуванні холодильників і камер для зберігання охолоджених овочів і фруктів.

Теплоприплив від зовнішнього повітря Q_3 розраховують за формулою

$$Q_3 = M_{\text{вз}} \cdot (i_3 - i_{\text{в}}), \quad (2.8)$$

$M_{\text{вз}}$ – масова витрата вентиляційного повітря, кг / с;

$i_3, i_{\text{в}}$ – питомі ентальпії зовнішнього повітря в камері кДж / кг.

Експлуатаційні теплоприпливи виникають у результаті освітлення, перебування людей, роботи електродвигунів і відкривання дверей

$$Q_4 = q_{\text{осв}} + q_{\text{роб}} + q_{\text{двиг}} + q_{\text{двер}}, \quad (2.9)$$

відповідні теплоприпливи визначаються за формулами:

$$a) \quad q_{\text{осв}} = A \cdot F,$$

де A – теплота, виділена джерелами освітлення в одиницю часу на 1 м^2 площі підлоги;

F – площа камери, м^2 .

$$b) \quad q_{\text{роб}} = 0,35 \cdot n,$$

$0,35$ – тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, Вт;

n – кількість людей, що працюють у даному приміщенні.

$$c) \quad q_{\text{двиг}} = N_e,$$

де N_e – сумарна потужність електродвигунів, Вт.

$$d) \quad q_{\text{двер}} = k \cdot F,$$

де k – питомий приплив теплоти від відкривання дверей, $\text{Вт} / \text{м}^2$;

F – площа камери, м^2 .

4.3.5 Теплоприпливи від фруктів і овочів при «диханні» Q_5 (Вт) можна визначити за формулою

$$Q_5 = V_K \cdot (0,1 \cdot q_{\text{п}} + 0,9 \cdot q_{\text{зб}}), \quad (210)$$

де V_K – місткість камери, т ;

$q_{\text{п}}$, $q_{\text{зб}}$ – тепловиділення плодів при температурах надходження і зберігання $\text{Вт} / \text{т}$.

Таким чином, розрахункове теплове навантаження для підбора камерного обладнання визначається як сума всіх теплоприпливів у дану камеру (4.29):

$$Q_{\text{об}} = \Sigma Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5.$$

Теплове навантаження на компресор і конденсатор можна визначати за формулами:

$$Q_{\text{комп}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + 0,5Q_4 + Q_5, \quad (2.11)$$

$$Q_{\text{конд}} = 1,2 Q_0, \quad (2.40)$$

де $Q_0 = 1,05 \cdot \frac{Q_{\text{комп}}}{b};$

b - коефіцієнт робочого часу .

Теплоприпливи через огороження Таблица4.1

| Захисний засіб | $k,$ Вт/м ² К | $F_{\text{п}},$ м ² | $\Delta t,^{\circ}$ С | $\Delta t_{\text{р}},^{\circ}$ С | $Q_1', Q_{\text{п}},$ Вт | $Q_1'',$ Вт | $Q_1,$ Вт |
|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| Північна Стіна | 0,306 0,215* | 7x6=42 | 32 | - | 411,78 326,74* | - | 411,78 326,74* |
| Південна стіна | 0,288 0,215* | 7x6=42 | 32 | - | 387,15 307,2* | - | 387,15 307,2* |
| Східна стіна | 0,281 0,215* | 19x6=114 | 32 | - | 1025,66 813,85* | - | 1240,2 813,85* |
| Західна стіна | 0,276 0,215* | 19x6=114 | 32 | 7,2 | 1007,27 799,26* | 232,93 184,83* | 1240,2 984,09* |
| Покрівля | 0,246 0,171* | 8,7x6,7= 125,3 | 32 | 17,7 | 985,66 782,11* | 545,19 432,61* | 1530,85 1214,7* |
| Підлога Зона I | 0,47 | 101,6 | 32 | - | 1528,06 | - | 1528,06 |
| Підлога Зона II | 0,23 | 39,7 | 32 | - | 292,19 | - | 292,19 |
| Разом | | | | | | | 6415,89 5466,9* |

Примітка *- значення для теплових притоків в верхньому рядку таблиці відповідають теплоізоляції – пінополіурітан, а в нижчій – пінопласт полістирольний ПСБ-С.

Для розрахунку теплоприпливів, а також теплових навантажень на холодильне устаткування, компресор і конденсатор при режимах охолодження і зберігання плодоовочевої продукції розроблена програма розрахунку для модуля рис.4.5 .

Значення теплоприпливів через захисні конструкції модульного холодильника наведені в таблиці 4.1.

Розрахункові значення теплоприпливів, а також теплові навантаження на холодильне устаткування, компресор і конденсатор при зберіганні плодоовочевої продукції представлені в таблиці 4.2.

Значення в верхньому рядку таблиці 4.2 відповідають теплоізоляції – пінополіурітан, а в нижчій – пінопласт полістирольний ПСБ-С.

Значення теплоприпливів при режимі зберігання. Таблиця 4.2

| Q ₁ , кВт | Q ₂ , кВт | Q ₃ , кВт | q _{осв} , кВт | q _{раб,k} , Вт | q _{двиг} , кВт | q _{двер} , кВт | Q ₄ , кВт | Q ₅ , кВт | Q _{об} , кВт | Q _{ком} , Вт | Q ₀ , кВт | Q _{кон} , кВт |
|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|
| 6,42 | 0 | 1,40 | 0,5 | 0,47 | 1,05 | 1,6 | 3,8 | 1,8 | 12,7 | 11,4 | 17,2 | 20,6 |
| 5,47 | 0 | 1,40 | 0,5 | 0,47 | 1,05 | 1,6 | 3,8 | 1,8 | 11,8 | 10,5 | 16,2 | 19,4 |

3.МОДЕЛЬ ЗВОЛОЖУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ПЛІВКОВОГО ТИПУ.

3.1. Пристрої для зволоження повітря камер

З усіх процесів тепло-вологісної обробки повітря холодильних камер найбільш складним і найменш вивченим є процес зволоження. Складність його здійснення в умовах холодильників пояснюється тим, що при знижених температурах різко зменшуються зони і точність регулювання відносної вологості і може відбутися замерзання вологи. Тому до зволожуючих пристроїв холодильних камер пред'являється ряд додаткових вимог.

В даний час за рубежом проводять широкі дослідження зі штучного зволоження повітря при зберіганні фруктів. У ряді країн (США, ФРН, Угорщина й ін.) уже побудовані фруктові холодильники, які обладнані зволожуючими установками в сполученні з повітряною системою охолодження камер.

Існують два основних методи штучного зволоження повітря, що можуть бути застосовані на фруктових холодильниках: зволоження парою і зволоження водою.

Метод зволоження парою зв'язаний з великою витратою холоду (до 50%). Для зволоження рекомендується наготавливати в спеціальних (найчастіше електричних) кип'ятильниках, заповнених чистою водою. При використанні пари від промислових котлів у кожному окремому випадку повинен проводитися аналіз на відсутність запахів і домішок.

За рубежом одержало поширення зволоження повітря шляхом тонкого розпилення води безпосередньо в холодильній камері чи в сполученому з нею приміщенні повітроохолоджувачів, а також зволоження в спеціальних промивних камерах з форсунками або зрошувальною насадкою. Застосування форсункових розпилювачів з однієї сторони зв'язане з використанням складної системи фільтрів для тонкого очищення води, а з іншого – попадання

роздроблених часток води на поверхню рослинної сировини може приводити до створення сприятливих умов для загнивання продукції.

На наш погляд найбільш перспективним методом зволоження повітря в камерах зберігання є застосування плівкових насадок. У плівкових зволожувачах рідина (вода або розсіл) стікає тонким шаром по контактним елементам, а повітря рухається у вільному просторі між ними (рис. 2.1). Завдяки цьому забезпечується велика поверхня контакту фаз при низькому гідравлічному опорі, а при рециркуляції повітря він набуває потрібної концентрації водяної пари. Основними достоїнствами плівкових зволожувачів у порівнянні з іншими типами зволожуючих пристроїв є:

- розвинута поверхня контакту фаз;
- порівняно високі швидкості газу тобто велика пропускна здатність;
- стійкість роботи при коливанні навантажень;
- простота виготовлення й обслуговування;
- можливість автоматизації процесів зволоження.

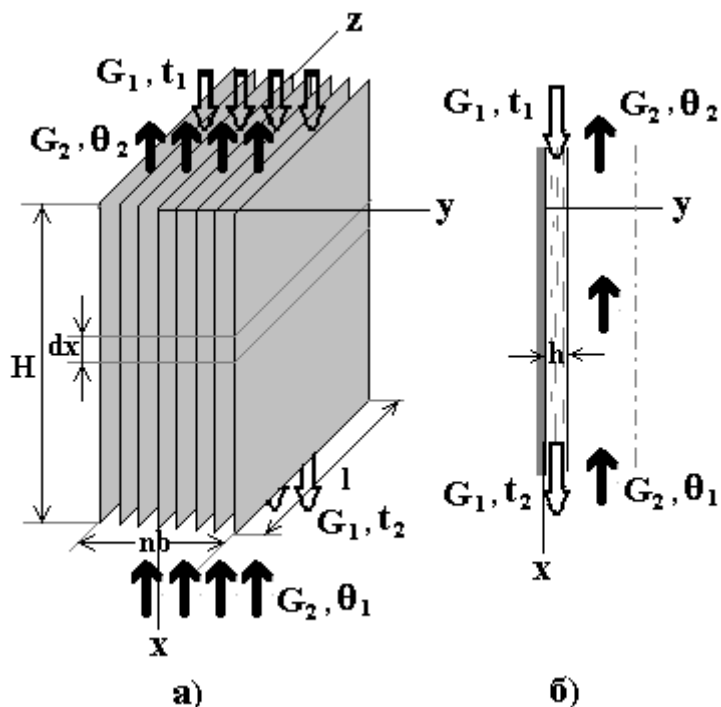


Рис. 2.1. Схема зволожуючого пристрою плівкового типу.

Розглянемо основні теоретичні положення зволоження повітря в регулярній плівковій насадці.

2.2. Тепломасообмін у плоскопаралельному насадочному шарі

Якщо поверхня води контактує з повітрям і при цьому температури їх різні, а парціальні тиски водяної пари на границі розділу фаз і в обсязі повітря також неоднакові, то між водою і повітрям відбувається тепло- і масообмін. При охолодженні води в контактних пристроях ТМА частина тепла передається до повітря, що рухається, за рахунок випаровування води (перетворення вода в пару з переносом його дифузиею і конвекцією в ядро потоку повітря), інша частина - за рахунок різниці температур води і повітря (теплопровідність і конвекція). Крім того, деяка кількість тепла передається від води за рахунок випромінювання, однак це тепло настільки мале в порівнянні з іншими видами віддачі тепла, що ним можна знехтувати.

Відповідно до кінетичної теорії газів, механізм поверхневого випаровування води полягає в тому, що молекули води знаходяться в безладному хаотичному тепловому русі, при цьому їх швидкості змінюються в широких межах. Молекули, які мають найбільшу енергію, переборюють сили поверхневого натягу і попадають у парогазове середовище. Деяка частина молекул, що вирвалися з води, зіштовхуючись з молекулами повітря, може повернутися назад у рідину.

Якщо число молекул, що покинули поверхню води, більше числа тих, що повернулись, то йде процес випаровування, у противному випадку - процес конденсації. Температура води визначається середньою кінетичною енергією молекул, що знаходяться в тепловому русі. Кінетична енергія молекул, що залишають воду, більша ніж у тих що залишаються; отже, температура води в результаті випару буде знижуватися доти, доки не наступить термодинамічна рівновага, при якій процес випаровування зрівноважиться процесом конденсації.

Молекули, що відірвалися від поверхні води, дуже повільно віддаляються в ядро потоку повітря. Швидкість їхньої дифузії мізерно мала в порівнянні з тією, з якою ці молекули залишають поверхню води. У результаті відбувається швидке нагромадження молекул пари в шарі повітря, що примикає до поверхні. Парціальний тиск у цьому шарі зростає настільки, що стає рівним тиску насиченої пари. Це положення було уперше висловлене Стефаном. Отже, парціальний тиск пари води в шарі повітря, що безпосередньо примикає до поверхні води, дорівнює тиску насиченої пари p_i'' при температурі t_i поверхні води.

У загальному випадку основна маса потоку вологого повітря не насичена водяними парами і її середній парціальний тиск дорівнює p_θ при температурі θ повітря, так що різниця парціальних тисків

$$\Delta p = p_i'' - p_\theta \quad (2.1)$$

є рушійною силою процесу масообміну, тобто випаровування. В умовах роботи градирень парціальний тиск насиченої пари p_i'' завжди вищий від парціального тиску p_θ і тому різниця $p_i'' - p_\theta$ завжди позитивна, незалежно від співвідношення температур рідини і газу ($t > \theta$ чи $t < \theta$). Але оскільки випаровування зв'язане з витратою тепла на зміну агрегатного стану, воно викликає потік тепла Q_β тільки від води до повітря, тобто охолодження води. Потік тепла Q_α , що виникає в результаті контактної тепловіддачі, може бути спрямований як від води до повітря, так і від повітря до води, у залежності від того, яке з цих середовищ має більш високу температуру. Звичайно для градирень температура води вища від температури повітря ($t > \theta$), через те теплові потоки за рахунок випаровування Q_β і конвективного теплообміну Q_α спрямовані в одну сторону - від води до повітря. Кількість тепла Q , що віддається водою, таким чином, буде

$$Q = Q_\alpha + Q_\beta \quad (3.2)$$

На підставі закону Дальтона кількість тепла, що втрачається водою завдяки її поверхневому випаровуванню дорівнює [8], [161], [271], [143]

$$Q_{\beta} = \gamma \beta_2 (p_i'' - p_{\theta}) S, \quad (3.3)$$

де γ - теплота паротворення ;

β_2 - коефіцієнт масовіддачі, віднесений до різниці парціальних тисків;

S - площа поверхні випаровування.

Кількість тепла Q_{α} , переданого конвективним теплообміном :

$$Q_{\alpha} = \alpha_2 (t_i - \theta) S, \quad (3.4)$$

тут α_2 - коефіцієнт тепловіддачі;

t_i - температура зовнішньої поверхні плівки рідини;

θ - середня температура повітря.

За формулою (2.2) загальна кількість тепла, що відводиться від зовнішньої поверхні плівки в газову фазу, дорівнює

$$Q = \alpha_2 (t_i - \theta) \cdot S + \gamma_D \beta_2 (p_i'' - p_{\theta}) \cdot S. \quad (3.5)$$

Для одержання основних закономірностей випарного зволоження повітря розглядається сталий процес тепломасообміну в плівковому зволожувачі з плоскопаралельною насадкою, де вода і повітря приводяться до контакту за схемою протипотоку (рис. 2.1).

Кількість тепла dQ_i , втраченого водяною плівкою в одиницю часу в межах виділеного шару dx насадки визначається співвідношенням (3.2).

Кількість тепла Q_{α} , що відводиться від води в одиницю часу за рахунок конвективного теплообміну і витраченого на підвищення температури повітря, дорівнює

$$Q_{\alpha} = G_2 c_2 d\theta. \quad (2.6)$$

Кількість тепла Q_{β} , що відведеного від води випаровуванням в одиницю часу і витраченого на збільшення вологовмісту повітря -

$$Q_{\beta} = \gamma d_1 = \gamma G_2 d\xi \quad (\xi - \text{вологовміст}),$$

але [8]
$$d\xi = \frac{0.622}{p_B} dp, \quad \text{тому}$$

$$Q_B = 0.622 \frac{r_D G_2}{p_B} dp. \quad (3.7)$$

Складаючи рівняння теплового балансу (2.2) для елемента dx (рис. 2.1)

$dQ_i = Q_\alpha + Q_B$, а з огляду на (2.3), (2.4) і (2.5), одержимо

$$\frac{dt}{ds} = \frac{\alpha_2}{c_1 G_1} (t - \theta) + \frac{r_D \beta_2}{c_1 G_1} (p'' - p). \quad (2.8)$$

Підставимо значення Q_α з (2.4.) у вираз (2.6), результаті

$$\frac{d\theta}{ds} = \frac{\alpha_2}{c_2 G_2} (t - \theta). \quad (2.9)$$

З огляду на Q_B із закону Дальтона (2.3), співвідношення (2.7) дає

$$\frac{dp}{ds} = \frac{\beta_2 p_B}{0.622 \cdot G_2} (p'' - p). \quad (2.10)$$

У рівняннях (2.7) - (2.10) елемент поверхні тепломасообміну $ds = 2 \cdot l \cdot n \cdot dx$.

Задаючи залежність p'' від t , а також коефіцієнти тепло- і масообміну α_2 , β_2 , тобто

$$p'' = p''(t), \quad \alpha_2 = \alpha_2(Re_2), \quad \beta_2 = \beta_2(Re_2). \quad (2.11)$$

Із системи (2.7) - (2.11) при наявності умов на вході і виході можна визначити середні значення температур води t і повітря θ , а також парціальний тиск пари p у кожній перетині насадочного шару.

2.3. Математична модель зволоження повітря у плівкової насадці.

Основна маса вентиляційного повітряного потоку, що рухається в насадці, не насичена водяними парами і можна прийняти, що парціальний тиск в основній масі повітряного потоку p_t з температурою t °С можна зобразити як

$$p_t = \varphi p_t'',$$

де φ - відносна вологість повітря.

Різниця парціальних тисків $\Delta p = p_t'' - p_t''$ є «рушійною силою» процесу масовіддачі, тобто випаровування або конденсації.

За законом Дальтона тиск вологого повітря, або барометричний тиск P_B , дорівнює сумі парціальних тисків сухого повітря p_B і водяної пари p_{II} .

$$P_B = p_B + p_{II}$$

але тиск водяної пари дуже малий в порівнянні з не дуже мінливим барометричним тиском, тому надалі приймається, що

$$p_B = P_B - p_{II} = \text{const.}$$

З рівняння Менделєєва - Клапейрона

$$\frac{p_B}{\rho_B} = R_B \cdot T \cdot 10^{-4}, \quad \frac{p_{II}}{\rho_{II}} = R_{II} \cdot T \cdot 10^{-4}, \quad (2.12)$$

де $R_B = 287,14$ Дж/(кг К) - питома газова константа сухого повітря;

$R_{II} = 461,6$ Дж/(кг К) - питома газова константа пари;

T - температура, К;

ρ_B - густина сухого повітря;

ρ_{II} - густина пари.

Кількість водяної пари у повітрі характеризується вологістю, що є відношенням маси водяної пари до маси сухого повітря в тому ж об'ємі

$$\xi = \frac{\rho_{II}}{\rho_B} = \frac{R_B}{R_{II}} \cdot \frac{p_{II}}{p_B} = 0,622 \cdot \frac{p_{II}}{P_B} \quad (2.13)$$

Складаючи рівняння теплового балансу робимо припущення, які зазвичай застосовуються при плівковому зволоженні повітря (випарному охолодженні води) [20].

1. Коефіцієнти тепло- і масовіддачі (α , Вт/(м²град) і β_p , с/м) - фізичні константи. Тепло паротворення r_D , Дж/кг, питома теплоємність вологого повітря c_2 , і води c_1 Дж/(кг град) можуть бути визнані постійними;

2. Парціальний тиск водяної пари $p_{II} \ll p$ і розмір парціального тиску сухого повітря дорівнює барометричному тиску вологого повітря

$$p_v = P_B (\text{const}) ;$$

3. Температура на поверхні плівки рідини може бути прийнята рівною середній температурі рідини в даному перетині плівки;
4. Зміною товщини водяної плівки внаслідок випаровування можна знехтувати;
5. Впливом хвилеутворення водяної плівки можна також знехтувати.

Розглянемо особливості процесів тепломасообміну в контактному пристрої таких апаратів. Можливі наступні три схеми контактування фаз:

- прямоточна ↓ ↓ ;
- протиточна ↓ ↑ ;
- поперечноточна ↓ ⇒ ;

де ↓ - напрямок руху рідини (униз);

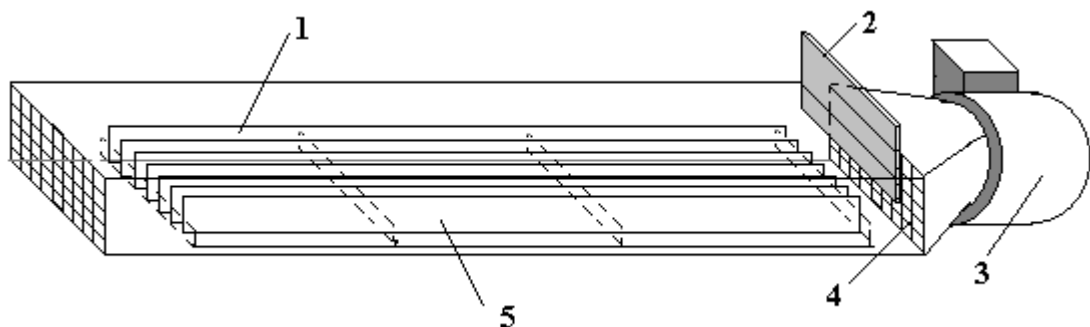
↓, ↑, ⇒ - напрямку руху повітряного потоку.

Згідно рівнянням теплового і матеріального балансу (2.8) – (2.10) математична модель зволоження повітря у плівковому зволожувачі має вигляд [] в залежності від напрямку руху повітря і рідини.

1

Рис . 2.2. Схема експериментального стенда

1 – міпластові пластини; 2 – засувка; 3 – відцентровий вентилятор;



4 – детурбулізуюча сітка; 5 – піддон з водою.

ного каналу, розміщеного під підлогою, свідчать про ефективність застосування плівкових зволожувачів.

Промислова перевірка ефективності плівкових зволожувачів проводилась у картоплексовищі м. Суми. По довжині магістрального каналу встановлювались плівкові зволожувачі повітря. Аналіз технологічних результатів показав, що при терміні зберігання 190 діб, супутнє зволоження приточного повітря дозволило знизити втрати в нижньому шарі насипу в 2 рази, а в середньому для всієї маси продукції на 30 %. Коректуючий шар, у якому вологість повітря досягає рівноважної величини, зменшився понад 2,5 рази.

Проведені дослідження показали, що плівкові зволожувачі надійно працювали на протязі всього сезону зберігання, підтримували необхідний температурно-вологісний режим в каналі в період роботи вентилятора і в період його зупинки.

4 УДОСКОНАЛЕННЯ ПРИ ЗБЕРІГАННІ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ

4.1 Зберігання картоплі особливості

4.1 Зберігання картоплі - це гаряча тема для обговорення серед садівників. Найчастіше спливає тільки питання "Яким добривом ти користуєшся?". Як і з добривами, тема про зберігання картоплі швидко переростає в жарку бесіду.

Ідеальні умови для зберігання картоплі імітують умови, коли бульби знаходяться в землі. Тобто, дотримується температура від 7 до 13 градусів, з високим показником вологості і низькою циркуляцією повітря. У житловому будинку досягти таких умов не завжди вдається.

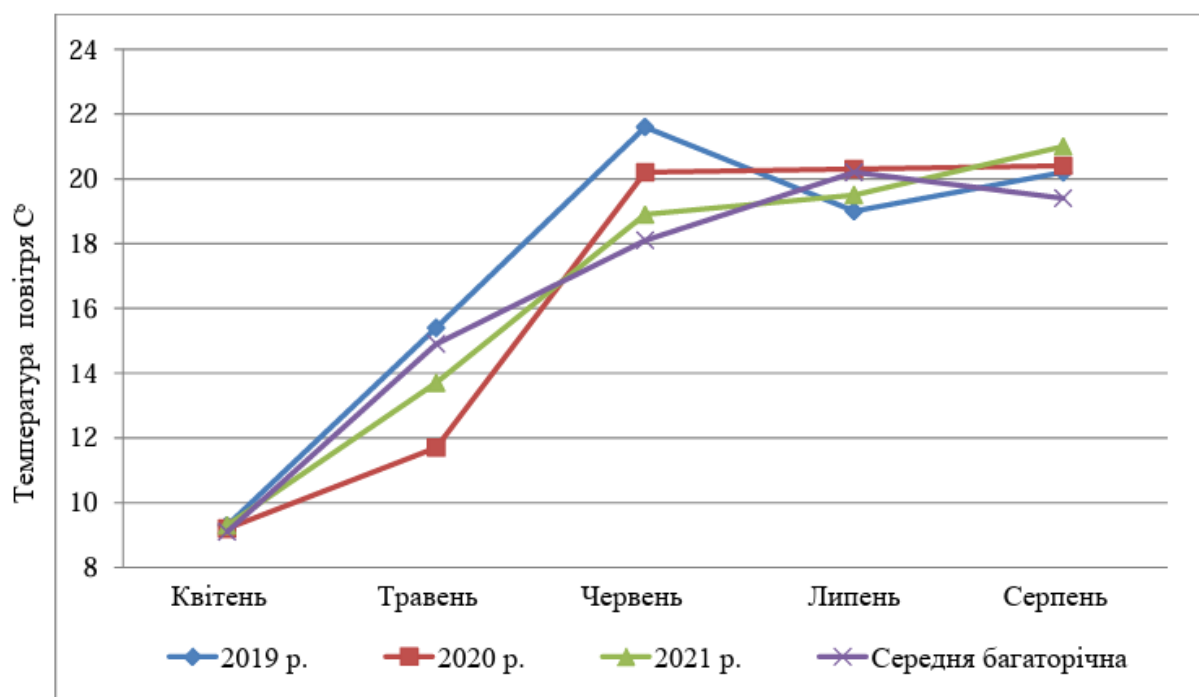


Рис 4.1 Зберігання овочевої продукції

Холодильник виключається відразу, так температура в ньому близько 4 градусів, що приводить до розпаду крохмалю в бульбах, від чого вони темніють при приготуванні. Крім того, в таких плодах, під впливом високих температур, можуть утворюватися канцерогенні сполуки.

Припустимо, що ваша картопля була акуратно зібрана і не піддалася ніяким захворювань. Тепер вам потрібне місце де буде прохолодно, темно і без шкідників. Ознайомившись з цією статтею, ви дізнаєтеся, що існує кілька хороших способів для зберігання картоплі вдома.

Комори або підвали

Якщо у вас є приземлена комору або підвал, то зберігати картоплю в ньому найкраще, так як земляний насип створює саме ту температуру, яка потрібна картоплі. Підвали також часто мають підвищену вологість, що теж добре. Стояче вологе повітря може спричинити виникнення цвілі, але невеликий повітровідвід або часте провітрювання вирішить цю проблему.

Тара для зберігання картоплі може бути найрізноманітнішою: картонні коробки, кошики, обшиті мішковиною, ящики і т.д. Ідеальний варіант - ящики, що допускають циркуляцію повітря. Для зберігання невеликих запасів згодиться навіть звичайна корзина, застелена газетами. Картоплю краще накривати тканиною або брезентом, щоб не пропускати світло. В якості підстилки можна використовувати і солому, засипаючи її між шарами картоплі, але це приваблює гризунів, тож будьте обережні.

Старий комод, що зберігається в підвалі, теж добре підійде для картоплі. Головне тримати дверцята відкритими, для циркуляції повітря.

Використання рефрижераторів

Існує безліч видів рефрижераторів, які здатні підтримувати ідеальну для картоплі температуру в 7 градусів. Це може бути навіть охолоджувач для напоїв, якщо вам дійсно ніде більше зберігати картоплю. Серед них є досить великі за об'ємом моделі, які добре підійдуть для зберігання картоплі. Кулер для вина також може згодитися, з його найнижчою температурою в 11 градусів. Такі кулери можуть використовуватися не тільки для картоплі. У них будуть добре себе почувати: морква, буряк, яблука і груші.

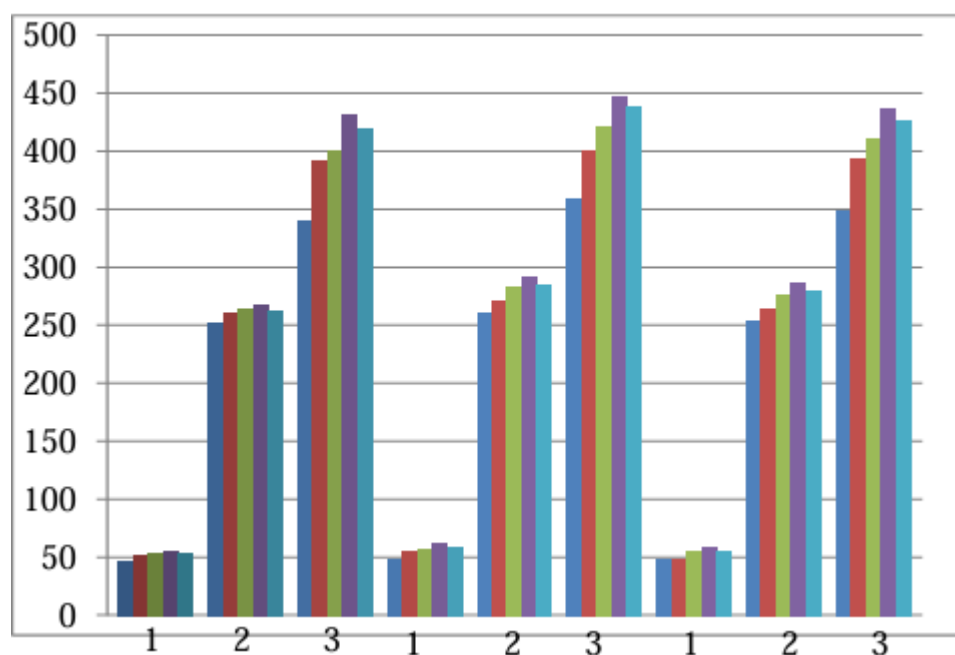
Скільки зберігати картоплю, щоб вона не проросла

Як правильно зберігати картоплю (ілюстрація: Freerik)

Картопля - один з найбільш популярних продуктів для простих, бюджетних і різноманітних страв. Звісно, можна купувати по декілька картоплин для кожного приготування, та це не надто практично - особливо, якщо є город. Проте з більшою кількістю виникає інша проблема - картопля починає проростати, навіть якщо зберігалася взимку на балконі.

Про те, як довго і де зберігати картоплю вдома, читайте в матеріалі РБК-Україна (проект Styler).

Використані джерела для підготовки матеріалу: Shuba, сайти "Господарочка", "Аптека садівника", "Яскрава клумба".



4.2 Аналіз якості зберігання картоплі

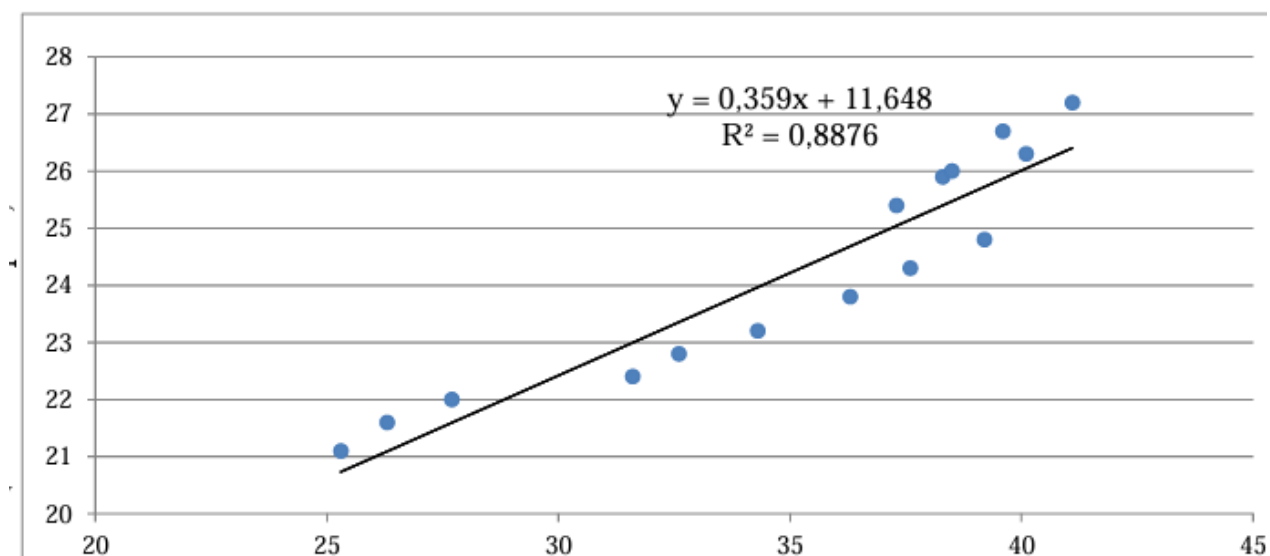
Чому картопля проростає

Проростання - природний для картоплі процес, коли вона зберігається при неправильній температурі, особливо, коли температура сягає 20 градусів тепла і тримається протягом певного часу.

Адже в бульбах, які ми їмо, і які використовуються для висадки, зберігаються поживні речовини, які з настанням весни та потепління спонукають картоплю проростати. Пускаючи паростки, картопля виробляє соланін - хімічну речовину, яка в великій кількості є токсичною для людини.

Окрім паростків, про те, що в картоплі забагато соланіну, свідчить і зелений колір овочу - цей процес відбувається, якщо картоплина отримує сонячне

світло. Тож вживати в їжу картоплю, яка проросла, особливо багато - не варто.



Експериментальні та розрахункові данні зберігання картоплі

Як зберігати картоплю

Варто зазначити, що будь-які продукти, як і картопля, не можуть зберігатися вічно - рано чи пізно відбуваються певні процеси, які призводять до того, що картопля пропадає. Однак умови, безумовно, впливають на термін зберігання - як і вид картоплі.

Оптимальною температурою для зберігання картоплі є 2-4 градуси, при вологості 85-90%. Проте температура зберігання відрізняється від сорту стиглості - для пізньостиглої і продовольчої картоплі допускають трохи вищу температуру - 5-6 градусів.

Важливе значення має свіжість картоплі - перші два тижні після викопування картоплини можна зберігати при температурі 14-18 градусів. Під час цього періоду бульби виділяють вуглекислий газ і тепло, тому необхідно, щоб приміщення гарно вентильовалося.

Тож за невисокої кімнатної температури у вентильованому приміщенні картоплю можна зберігати 2-3 тижні, але це не ідеальні умови для тривалого зберігання цього овочу.

Після цього картопля перебуває в стані спокою, її ростові процеси пригнічуються на 2-3 місяці. Однак це не означає, що її і далі можна зберігати при кімнатній температурі - адже під впливом світла і тепла картопля може прорости.

Крім цього, тривалість спокою відрізняється від скоростиглості картоплі - зрілі картоплини мають менший період спокою, аніж незрілі.

Обираючи місце для зберігання картоплі, слід дотримуватися цих рекомендацій:

- Не зберігати картоплю при нижчій за рекомендовану температуру - хоча це здається чудовою ідеєю, в картоплі утворюються моносахариди і термін зберігання овочу зменшується, картопля може просто згнити.
- Зберігати картоплю можна на балконі взимку при дотриманні температурних умов - навесні, коли відбувається потепління, краще обирати холодильник, відрегулювавши температуру і вологість, при кімнатній температурі вона швидко проросте.
- В підвалі чи погребі, якщо приміщення чисте, темне та вентильоване - та дотримуються інші умови - картопля може зберігатися навіть влітку.
- Місце для зберігання картоплі має бути темним - саме тому для зберігання картоплин використовуються мішки або паперове упакування - вони захищають овочі від світла, і, на відміну від пластикових чи поліетиленових пакетів, пропускають повітря, регулюючи таким чином рівень вологи.
- Регулярно перебирайте картоплю та обирайте для зберігання не м'які овочі - ці краще якомога швидше приготувати, за умови, що картоплина не зморшкувата і не має ознак псування.
- Необхідно зберігати картоплю подалі від свіжих продуктів, а також від цибулі і часнику - ці овочі сприяють росту пагінців у картоплі.

- Щоб картопля не проростала швидко, разом з нею рекомендують зберігати м'яту - однак це навряд допоможе, якщо не дотримуватися інших умов зберігання.

Основні параметри технології зберігання картопля залежно від її використання

Зберігання картопля – відповідальний технологічний процес, який триває від 2–3 до 8–11 місяців. Зараз у бульбах протікають складні біохімічні перетворення. Сорти картоплі з коротким періодом спокою починають проростати вже в грудні-січні, а за недотримання технології зберігання – ще раніше, втрачаючи при цьому товарну та насінневу якість. Результат зберігання картоплі залежить від багатьох факторів: сортових особливостей, технології та умов вирощування, збирання та післязбиральної доробки бульб, способу зберігання та конструкції сховища, системи контролю та управління температурно-вологісними режимами.

Лежкоздатність – властивість бульб залежно від умов конкретного сезону та зони вирощування безперервно зберігати кондиційний стан протягом періоду зберігання.

5 ГОТУЄМО КАРТОПЛЮ І ОВОЧІ ДО ЗБЕРІГАННЯ

Перед закладанням на зберігання плодоовочеву продукцію слід підготувати. Це дасть змогу зменшити кінцеві втрати продукції і поліпшити якість картоплі, моркви, цибулі та інших культур.



Ще до початку збирання врожаю господарствам слід підготувати сховища для зберігання. З торішнім урожаєм в сховища потрапляє ґрунт, на якому живуть різні мікроорганізми, бактерії. Вони можуть осідати на стінах, на контейнерах, на підлозі, у системі вентиляції. Щоб їх позбутися, необхідно провести санітарну обробку сховища, перед тим як закладати продукцію. Це можна зробити декількома способами. Наприклад, деякі фермери влітку виставляють контейнери просто неба, щоб вони деякий час перебували під дією прямих сонячних променів. Значна частина шкідливих для картоплі і овочів мікроорганізмів при цьому гине. Це такий собі «традиційний» метод, але існують і сучасні, більш ефективні, технології. Наприклад, можна застосовувати повністю автоматизовані мийні машини для контейнерів.

Що стосується підготовки самого сховища, то потрібно подивитися, чи є на стінах бруд, пил. Бажано їх змити. Найпростіше це зробити, якщо подати гарячу воду під тиском, і змити все це через канали, які повинні бути в сховищах. Також можна застосовувати спеціальні дезінфікуючі розчини. Після цього слід протестувати роботу вентиляторів (якщо сховище обладнано ними), щоб все працювало і було готове до зберігання.

Після збирання врожаю, наприклад картоплі, він потрапляє в приймальний бункер. Від якості техніки залежить те, в якому стані продукт потрапить в сховище. Якщо, скажімо, є пошкоджені ролики на транспортерній стрічці, якою рухається картопля, коли з неї прибирають залишки землі, гички, то продукт може травмуватися. Часто фермери не стежать за станом прийомних бункерів, на них налипає ґрунт минулих років. В результаті такої недбалості або пошкодження роликів може зіпсуватися до 1–2% картоплі. Для великих підприємств втрати можуть обчислюватися тисячами євро.

Далі овочі і картопля надходять на завантаження. На цьому етапі деякі господарства подають продукцію просто через транспортери, вона падає в контейнери з висоти близько 1,5 метра. А, скажімо, картопля після збору проходить певний стресовий етап через зміну середовища, а пошкодження під час завантаження в сховище мають додатковий ефект травмування. Щоб уникнути цього, слід використовувати сучасні засоби, наприклад каскадні переривники падіння або транспортерну стрічку зі спеціальними датчиками. Це досить важливі інструменти для збереження якості врожаю.

Важлива умова благополучного і тривалого зберігання — картопля і овочі повинні зберігатися в якісно обладнаному сховищі сухими. Якщо після збирання продукт вологий, його обов'язково потрібно просушити. У більшості сучасних сховищ передбачений режим «сушка», або лікувальний

період. Під час цього періоду картопля, цибуля, коренеплоди просушуються, і механічні пошкодження, рани, які були на її поверхні, гояться. Якщо ж цей етап пропустити, пошкодження залишаються відкритими. Через них в м'якоть картоплі та овочів потрапляють хвороби. Потім продукт буде погано зберігатися і кількість втрат суттєво зростатиме.

Перший етап сушіння — це коли на повну потужність працює вентиляція в сховище. Етап сушіння може тривати як тижні, так і кілька днів. Все залежить від умов, в яких росли картопля або цибуля, і умов під час збирання врожаю. Так, якщо овоч зростав у піщаних ґрунтах, то цей етап відбувається швидше.

Після цих основних підготовчих етапів варто почати поступове зниження температури в сховищі. Вибір температури зберігання залежить від призначення кінцевої продукції. Так, для насінневого матеріалу потрібні одні умови, для переробки (наприклад, бульб для виготовлення чіпсів) — інші. Загалом, за добу слід знижувати температуру не більше, ніж на півградуса. Це дає змогу ввести картоплю або інші овочі в стан спокою.

1. Перед початком сезону зберігання вентиляційну систему та контрольнo-вимірjувальну апаратуру має перевірити фахівець.
2. Упевніться, що просушувальна техніка має пропускну здатність, достатню для швидкого просушування насінневої картоплі та проблемних партій продовольчої картоплі.
3. Упевніться, що пошкодження бульб добре загоїлися. Для цього перші чотирнадцять днів зберігання підтримуйте температуру 12–18°C та високу відносну вологість повітря.
4. Картоплю, призначену для переробки, охладжуйте медленно, щоби в ній не утворилися редукуючі цукри.

5. Якщо середня мінімальна зовнішня температура дає таку можливість, швидко охолодіть насінневу та столову картошку до 3–4°C, щоб зупинити розповсюдження сріблястої парші та антракнозу.
6. Скоротіть годину вентилявання, забезпечивши його належну інтенсивність; вмикайте вентиляцію лише за достатньої різниці температур відкритого повітря та картопля (1,5–2°C).
7. Для профілактики розповсюдження сріблястої парші на насінневі та столові картоплі провентилюйте її свіжим повітрям, якщо воно не більше, ніж на 2°C холодніше за картопля.
8. Підтримуйте сталу температуру картопляної насипу; за допомогою внутрішньої вентиляції вирівняйте перепади температури у насипі, якщо вони перевищують 1,5–2°C.
9. Не допускайте надмірного накопичення CO₂ у сховищах, вентилюйте їх щодня свіжим повітрям.
10. Принаймні раз на три дні перевіряйте стан картоплі у сховищах, звертаючи увагу на температуру, запах, наявність гнилі та конденсату.

Сорти картоплі відрізняються за лежкоздатністю. За несприятливих умов вирощування, збирання, транспортування та закладання на [зберігання](#) бульби можуть втрачати здатність до лежкості. Інтенсивне тепловиділення в післязбиральний період, ураження бульб хворобами сприяють нагромадженню в сховищах надмірної кількості тепла, вологи та вуглекислого газу, що негативно впливає на лежкість бульб. Сорту з коротким періодом спокою необхідно використовувати для споживання в першу чергу.

Залежно від сортових особливостей тривалість періоду спокою бульб може коливатися в межах 130–250 діб. Враховуючи цей показник, товаровиробник може планувати термін зберігання продукції та строки її реалізації, визначати температурні умови зберігання того чи іншого сорту.

Згідно з результатами досліджень Інституту картоплярства, найменший період спокою мають сорти: Мелодія, Обрій (90 діб), Дніпрянка, Біліна (97

діб); середній період: Тирас (145 діб), Левада, Світанок київський (151 день). Довгий період спокою відзначено у сортів Кімерія, Віриня, Поліське джерело, Мандрівниця (188 діб).

Способи зберігання картопля. Існує кілька способів зберігання картопля у сховищах: тарний (контейнерний, біля ящиків); стелажний (полиці, стелажі); насипом (засіки, насип), а також у холодильних камерах (фото).

Спосіб зберігання насипом дозволяє у 2–3 рази збільшити корисний об'єм сховища порівняно із засіками та контейнерами.

Порівняння різних способів зберігання картоплі показало переваги з насипом: коефіцієнт раціонального використання об'єму сховища збільшується залежно від висоти до 3-х і більше разів;

При зберіганні картоплі в засіках сховища, забезпеченого природною припливно-витяжною вентиляцією, висота завантаження бульб становить 1,2–1,5 м; насипом у великих засіках сховища, забезпеченого активною вентиляцією, висота завантаження бульб може становити від 2,5 до 5,0 м.

Застосування активної вентиляції з рівномірним повітряним продуванням маси бульб продовжує період спокою на кілька тижнів, якщо у масі картопля підтримуються досить низькі температури.

Дослідження різних способів зберігання (контейнер, засіки) та впливу інтенсивності активного вентилявання на збереженість картопля показало, що контейнерне зберігання з примусовим вентиляванням (50 м³ /рік на 1 т продукції) скорочує природні втрати маси на 3,9%, технічні відходи на 1,9, загальні втрати на 7,6%.

Контейнерний спосіб зберігання дозволяє значно скоротити кількість перевантажень та механізувати вантажно-розвантажувальні роботи.

За контейнерним способом зберігання можливе розподілення продукції за фракціями, сортами та репродукціями. Недоліки: висока трудомісткість, зменшується корисний об'єм на одиницю площі сховища.

Необхідно 2–3 рази на тиждень по 30 хвилин проводити вентилявання з метою зміни повітря міжбульбових просторів, щоб вирівняти температуру за висотою насипу, витіснити тепло і підтримати заданий температурний режим.

Для тривалого зберігання за результатами досліджень ІК найбільш придатні сорти: з ранніх – Серпанок, Скарбниця, Взірець, Дніпрянка; середньоранніх – Фантазія, Партнер, Звіздаль, середньостиглих – Лілея, Явір, Мирослава, Традиція; середньопізніх – Червона рута, Олександрит, Вересівка, Мандрівниця.

Параметри мікроклімату картоплі за основний період зберігання насипом

| Назначення | Насіннева | Продовольча |
|--|-----------|-------------|
| Щільність насипу, кг/м ³ | 650 | 650 |
| Висота насипу, м | до 5 | до 5 |
| Оптимальна температура за періодами, °С: | | |
| просушування | 15 | 15 |
| лікувальний | 8–12 | 8–12 |
| основний | 2–4 | 2–4 |
| прогрівання | 8–10 | 8–10 |
| Відносна вологість повітря, % | 90–95 | 90–95 |
| Мінімальна різниця температур проточного повітря та повітря в насипу, °С | 5 | 5 |
| Подача повітря в сховищах, м ³ /т/ч | 40–60 | 50–60 |
| Максимальна швидкість руху повітря на виході з каналу, м/с | 1,4 | 1,8 |

Картопля, яка закладається до сховищ, має бути здоровою та неушкодженою хворобами, шкідниками, механічно. Неналежні умови зберігання картопля

можуть призвести до значних збитків. Крім того, через недотримання рекомендованих умов зберігання може знизитися якість картопля при смаженні, а це призведе до погіршення якості продуктів переробки картоплі. Внаслідок поганого зберігання пришвидшується розвиток сріблястої парші на насіннєвій та столовій картоплі, а також знижується схожість і сила зростання насіння.

Картопля – це живий організм, який дихає і в якому відбувається обмін речовин. Упродовж зберігання хвороби можуть розповсюджуватися та уражувати здорові бульби. Ці процеси призводять до втрати маси продукції. Для забезпечення собі енергією бульби перетворюють крахмаль на цукри, які у поєднанні з кислородом розкладаються на CO_2 , воду та тепло. Дихальна активність найнижча за температури 4–7°C. При 15°C дихання на 20% інтенсивніше, а при температурі 0°C і 20°C інтенсивність дихання аж на 120% більша. Незрілі бульби та бульби з пошкодженою шкіркою дихають набагато активніше, ніж бульби зі зрілою, повністю затверділою.

Якщо партія містить багато бульб, заражених бактеріальними хворобами, фітофторозом чи фузаріозом, то значні втрати картоплі під час зберігання є неминучими.

Щоб запобігти поширенню інфекційних хвороб, картопля треба просушити якнайшвидше після закладання до сховища. Якщо її просушити протягом тижня і зберігати сухою, срібляста парша та антракноз картопля (*Colletotrichum coccodes*) просто не зможуть розвиватися. Це особливо важливо для насіннєвої та столової картопля. Швидке просушування також необхідне, якщо в партії трапляються бульби з вторинним зростанням, маточні чи підгнилі бульби (внаслідок бактеріальних хвороб, фітофтори тощо). Крім усього вищесказаного, швидке просушування запобігає зараженню сусідніх бульб.

У тому випадку, якщо повітря є холоднішим за бульби, воно завжди буде добре просушувати їх, навіть якщо відносна вологість такого повітря 100%

для повітря Найшвидше просихає тепла картопля, бо тепле повітря може увібрати більше вологості.

Для визначення, чи достатньо картопля просохла, у верхній частині насипу необхідно розгрібти ямку завглибшки 40 см і перевірити, чи суха картопля та земля, яка є у картопле на цьому рівні. Якщо так, то просушування можна припинити. Нагрівання картоплі у верхній частині насипу під впливом вентиляювання теплішим повітрям також вказує на те, що картопля повністю просохла.

Необхідно також перевіряти потужність своїх вентиляторів, особливо якщо вони вже тривалу годину використовуються. Лопаті вентиляторів зазвичай сильно забруднені пилом та іншими речовинами, особливо коли застосовуються інгібітори росту паростків. Забруднення вентиляторів призводить до передчасного їх зношування.

Для того, щоб забезпечити загоєння ушкоджень на бульбах картоплі, протягом перших чотирнадцяти днів зберігання необхідно підтримувати температуру на рівні 12–18°C. Для підтримання високої відносної вологості повітря інтенсивність вентиляції має бути найслабшою. Якщо температура повітря вища за температуру картопля, просушування буде ефективним лише якщо температура точки роси повітря нижча за температуру картопля. Для забезпечення нормальної швидкості просушування точка роси має бути приблизно на 2 °C нижчою за температуру картоплі .

Відразу після просушування треба запланувати годину на загоювання пошкоджень на бульбах, для запобігання розповсюдження хвороб та зменшення ваги продукції через надмірну втрату вологи. У процесі загоювання в місцях свіжих ранок та зідраної шкірки формується кіркова куля, яка потім перешкоджає збудникам хвороб проникати у бульбу і запобігає втраті вологи. Загоювати пошкодження треба одразу після просушування картоплі.

Загоювання відбувається швидше за температури 20 °С та за високої вологості (85–95 %). Висока температура сприяє загоєнню ушкоджень бульб картоплі.

| Температура картопля | Тривалість загоєння ушкоджень бульб |
|----------------------|-------------------------------------|
| 20°С | 5-7 днів |
| 15°С | 7-12 днів |
| 10°С | 9-16 днів |
| 5°С | 7-8 тижнів |

Нагрівання плодів іноді є необхідним для прискорення просушування викопаної картоплі. Це також слід робити перед транспортуванням насінневої та продовольчої картоплі, бо прогрівання картоплі запобігає ризику утворення чорної пятнистості бульб. Важливо не допускати нагрівання картопля більш ніж на 2–3 °С проти початкової температури партії бульб. У середині сховища повинна працювати вентиляція. Звичайно ж, існує година бажання прогріти картопля, просто запустивши повітря ззовні, яке на 5–10°С тепліше за картофель у сховищі, але тут виникає опасність утворення конденсату на бульбах, бо вони є холоднішими за повітря ззовні. У таких умовах на бульбах може дуже швидко розвинутися срібляста парша. Прогрівання відкритим повітрям допускають лише для картоплі, призначеної для промислової переробки.

Для поступового підвищення температури потрібно застосовувати нагрівач із можливістю регулювання потужності. Регульованими є лише нагрівачі, які працюють на скрапленому газі (пропані). Нагрівач можна встановити у напірній камері або ззовні перед відкритим люком. Термодатчики для вимірювання температури повітря на вході треба встановити під потолком, на певному відстані від потоку повітря з вентилятора. Для попередження почорнілої серцевини у бульбах слід забезпечувати надходження достатньої кількості кислорода.

Приклад розрахунку потужності нагрівача повітря у сховищі

Місткість сховища – 200 тонн (приблизно 300 м³) картопля; потужність вентилятора – 100 м³ повітря на 1 м³ картопля. Загальна потужність вентиляторів становить 30 тисяч м³ повітря на годину. Повітря треба прогріти на 2,5°C. Для нагрівання 1 м³ повітря потрібно 0,35 кВт, 0,35 ккал, чи 1,25 кДж енергії. Отже, нам потрібне нагрівання потужністю 30 000 х 2,5 х 0,3 = 25.25 кВт або 22 500 ккал. на годину (це буде розрахункова потужність). Оскільки тепло втрачається через вентиляцію, потужність нагрівання має бути на 10–15 відсотків більшою. Для нагрівачів із димарем фактична потужність має бути на 30 відсотків більшою.

Мінімізація втрат під час зберігання картопля

Необхідним є зменшення втрат [картоплі](#) протягом періоду зберігання. Якщо здорову непророслу картошку зберігати правильно, то втрати мають бути в таких межах:

- Насіннева картопля: 2–4 відсотки протягом першого місяця та по 0,5–0,6 відсотка щомісяця надалі.
- Продовольча картопля: 1–3 відсотки протягом першого місяця та по 0,5–0,6 відсотка щомісяця надалі.
-

Втрату ваги партії можна мінімізувати, добре розрахувавши період загоєння ран, отриманих під час збирання, та скоротивши годину вентиляції. Для цього добре підходять вентилятори з великою потужністю, щонайменше 100 м³ повітря на 1 м³ картопля на годину. Суттєва різниця температур, 4–5°C, між повітрям та картоплею під час охолодження бульб означає скорочення часу вентиляції (але тільки для насінневої та столової картопля). Після вентиляції зовнішнім повітрям, набагато холоднішим за картопля, практично завжди потрібна внутрішня вентиляція. Це зробить температуру у насипі рівномірною. Внутрішня

вентиляція обов'язкова, якщо перепад температур у насипі перевищує 1,5–2°C.

Після загоювання ушкоджень починається період охолодження та холодного зберігання. Швидкість процесу охолодження картоплі залежить від її призначення. Для збереження високої якості змаження, наприклад, для приготування картоплі. бульби слід охолоджувати медлено, а потім медлено нагрівати перед вивантаженням зі сховища. Тривалість охолодження залежить від типу встановленої системи управління сховищем та клімату, в якому зберігається картопля. Дуже важливо, щоб охолодження відбувалося рівномірно та безперервно. Перепади температури скорочують термін зберігання продукції.

Столову та насінневу картошку дозволяється охолоджувати швидше, щоб обмежити розвиток сріблястої парші (*Helminthosporium solani*) та антракнозу картоплі (*Colletotrichum coccodes*).

Оптимальна температура зберігання картопля

Оптимальна температура зберігання картопля залежить від її призначення та запланованого строку зберігання.

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| Насіннева картопля | 3–4°C (більшість сортів) |
| Столова картопля | 4–5°C |
| Картопля для приготування фрі | 6–8°C |
| Картопля для виробництва чіпсів | 7–9°C. |

Чим довше заплановано зберігати картопля, тим нижчою має бути її температура зберігання, але вона має бути не нижчою за зазначені мінімальні значення. Це потрібно, щоб уникнути проростання бульб, та не допустити утворення редуруючих цукрів, спричинених фізіологічним старінням бульб. Зависока температура зберігання бульб призводить до передчасного її фізіологічного старіння і, як наслідок, до оцукрювання картоплі. Якщо сорт

картоплі, призначений для виробництва картоплі фрі, схильний до вікового фізіологічного оцукрювання, то оптимальною температурою для нього буде 6°C. Для схильних до вікового фізіологічного оцукрювання чипсових сортів оптимальна температура становить близько 7°C. З іншого боку, сорти, схильні до спричиненого холодом солодшання, треба зберігати у відносно теплих сховищах. Для них оптимальною температурою зберігання є 8°C, а для сортів, призначених для виробництва чіпсів – усі 9°C. Зберігаючи картопля в теплих умовах, слід слідкувати за внесенням препаратів, які замедлюють процес проростання. Як правило, картопля, що тримається у теплі, не є призначеною для тривалого зберігання.

Штучне охолодження картопля полегшує і сам процес зниження температури, і підтримання її на встановленому рівні.

Підтримка стабільної температури зберігання картопля

Коли картопля охолодилася до заданої температури зберігання, слід всіляко підтримувати цю температуру стабільною. Дихаючи, насип картоплі нагрівається сам на 0,25°C за день. Крім того, бульби нагріваються ззовні, особливо осінні та навесні. Відповідно виникає потреба регулярно вентилювати картопля холоднішим повітрям. Необхідно налаштувати обладнання так, щоб різниця температур між картоплею та повітрям, яке входить до сховища, не перевищувала 2°C. При більшому перепаді температур на бульбах утвориться конденсат, що сприятиме розвитку сріблястої парші та антракнозу. Якщо надто холодним повітрям вентилювати картопля, призначену для виробництва картоплі фрі та чіпсів, в ній підвищиться вміст редуруючих цукрів (фруктози та глюкози). У морозну погоду зовнішнє повітря, звичайно, є надто холодним для вентилювання картоплесховищ. У цьому випадку треба змішувати повітря у приміщенні із зовнішнім повітрям, а для цього потрібна система змішаної вентиляції.

Проведення регулярного обстеження картоплі під час зберігання

У партіях картоплі, призначеної для приготування фрі протягом зберігання, слід відбирати зразки для ретельного відстежування кольору змаженого продукту. Якщо колір змаження занадто темний, якщо він не підлягає відновленню властивостей, то такий [картопля](#) треба якнайшвидше продати. Здатність до відновлення перевіряють на зразках, які протягом двох тижнів тримають за температури 18–20°C. Зменшення коефіцієнта кольору змаження (колір став світлішим) показує, що ще є деяка година для збуту цієї партії. Зберігання картоплі, призначеної для приготування фрі, за температур нижчих за 6–8°C та картоплі, призначеної для виробництва чіпсів, за температур нижчих за 7–9°C, призводить до зростання у них вмісту редукуючих цукрів, через яке у готових змажених виробів буде непривабливий колір. Щоправда, утворені таким чином сахари великою мірою розкладаються в процесі відновлення властивостей після тримання картоплі за температури 18–20°C протягом чотирнадцяти днів перед відправкою на переробку. Утворення редукуючих цукрів внаслідок фізіологічного старіння бульб відбувається завжди наприкінці періоду зберігання. Таке оцукрювання є незворотнім.

Якщо вміст редукуючих цукрів у картоплях становить 0,5 відсотка і більше, колір змаження буде занадто темним. Стандартне значення для чіпсів становить 0,2%.

Не слід допускати утворення надмірної концентрації вуглекислого газу (CO₂). Крім повільного охолодження та нагрівання та відносно високої температури зберігання для отримання гарного кольору змаження важливим є вміст CO₂ у сховищі. Багато CO₂ стимулює утворення редукуючих цукрів. Вміст цих цукрів можна зменшити вентиляцією, знизивши вміст CO₂ до норми. Перевищення норм вмісту CO₂ є серйозною проблемою сучасних сховищ, бо вони майже герметичні. Концентрація CO₂ не повинна перевищувати 0,5 відсотка на будь-якій стадії зберігання. Позбутися

лишнього CO₂ можна за допомогою щоденної вентиляції свіжим повітрям протягом десяти хвилин (краще по п'ять хвилин двічі на день).

Слід перевіряти робочий стан термодатчиків із проведенням контрольних замірів та порівнянням їх із даними з шкірного вашого датчика. Найпростіший спосіб пересвідчитись у робочому стані датчиків – просто поставити їх у ряд і подивитися на показники. Якщо всі датчики показують однакову температуру, то майже напевно вони робочі (повторіть цю процедуру в кількох місцях з різними температурами). Відхилення на п'ять відсотків за шкалою приладу приблизно відповідає одному градусу точки роси. Сильні дощі можуть спричинити гниття картоплі під час зберігання. Вражені партії слід зберігати окремо та швидко їх реалізувати.

У **проблемних** партіях під час зберігання може згнити значну частину картопля. Причиною цього часто є велика кількість бульб, вражених мокрою гниллю, чи молодих інфікованих бульб. Вторинні бульби, бульби з прозачною м'якоттю та велика кількість маточних бульб також можуть бути серйозною проблемою. Проблемні партії вимагають особливої уваги. Найефективнішим методом виправлення ситуації є видалення гнилих, маточних та вторинні бульби ще на картоплезбиральному комбайні чи під час закладання партії до сховища. Оскільки зазвичай не вдається відібрати всі уражені бульби, дуже важливим є якнайшвидше просушити проблемну партію і тримати її сухою. Це завдання утруднене через велику кількість землі, налиплої до бульб. Під час просушування таких партій зазвичай необхідне регулярне підігрівання вентиляційного повітря.

Для **проблемних партій картоплі** слід здійснити такі заходи :

- Охолодити партії з мокрою гниллю та молодими інфікованими бульбами до 15°C, щоб попередити розповсюдження гнилі.
- Видалити землю з партії за допомогою ґрунтоочисного пристрою приймального бункера.

- Зменшити висоту насипу, що допоможе швидше просушити партію, проте за наявності сітчастої підлоги!
- Починати вентилювати картопля при ввезенні до сховища перших партій.
- Після цього слід просушувати бульби, бажано цілодобово.
- Регулярно перевіряти насипи, спостерігаючи за процесом просушування.

Мокра гнилизна: швидке просушування і сухе зберігання

Через те, що мокра гниль швидко розповсюджується через рідину, яка потрапляє з ураженої бульби на здорову, швидке просушування партії і потім її сухе зберігання є дуже важливою. Особливо у перші кілька тижнів. Якщо для вентиляції не підходить свіжий повітря, використовуйте внутрішній вентиляцію.

Контроль за проростанням картопля

Гальмування проростання картоплі має велике практичне значення. Одним із способів його є холодне зберігання за низьких температур. Воно забезпечує мінімальні втрати у масі і незначне зниження якості. Саме низькі температури (+2...+4°C) є основою зберігання насінневої та продовольчої

Якщо бульби зберігаються за температури, вищої за 3–4°C, вони можуть проростати за кілька місяців після викопування. Наскільки швидко проростає бульба, залежить від тривалості періоду спокою партії. Обробка картоплі інгібіторами росту паростків дає можливість зберігати бульби за вищих температур. Тривалість періоду спокою залежить від сорту: він може бути довгим або коротким. Бульби обробляють інгібіторами зростання до появи паростків.

Для запобігання передчасного проростання бульб рекомендують застосовувати інгібітори проростання. Використовують хімічні речовини (гідрел, етрел), що у 2–5 разів зменшує втрати продукції від проростання та знижує захворюваність бульб. Обробку продовольчої картопля необхідно проводити у вересні–жовтні (перед закладанням на тривале зберігання) або у лютому–березні (перед початком проростання бульб). Осіння обробка більш

технологічна. Відомі також такі інгібітори-фуміганти, як хлорпрофам, техназин, агат-25К, імуноцитофіт, максим, текто та інші.

У виробничих умовах широко використовують два види інгібіторів зростання паростків. Формулі на основі СІРС (хлорпрофам) застосовують найчастіше. Цей препарат вносять у вигляді порошку, рідини або у газоподібній формі. Обробка картоплі інгібіторами зростання паростків під час закладання до сховища.

Для картопля, що завантажується до сховища, застосовують рідку та порошкоподібну форми інгібітора. Для цього картопля має бути достатньо зрілою і твердою, просушеною і не мати сильних механічних пошкоджень. Якщо шкірка бульб незатверділа, то вона може набути бурого кольору. Деякі сорти дуже чутливі до цього ушкодження. Упродовж тривалого зберігання знадобиться кілька обробок розчином препарату. Обробка проводиться за допомогою розприскувача. Перевагою обробки інгібітором зростання паростків у процесі закладання до сховищ є те, що паростки всередині насипу практично не з'являються.

Обробка картоплі інгібіторами зростання паростків після закладання до сховища. Якщо бульби не було оброблено під час закладання до сховища, їх зазвичай обробляють аерозолем СІРС вже після загоєння ушкоджень, через три тижні після завантаження до сховищ. Єдина умова – [картопля](#) має бути сухою. Обробку слід повторити, як тільки на бульбах з'являтимуться перші ознаки паростків. Як правило, це відбувається за чотири тижні. Після обробки аерозолем СІРС не треба включати вентиляцію день чи два, щоб інгібітор росту паростків добре осів на бульбах.

Весняний період – найвідповідальніший для насінневої картоплі, оскільки навіть мінімальне недотримання технології зберігання призводить до швидкого проростання бульб, зниження їх насінневих якостей, особливо якщо садіння затримується через несприятливі погодні умови. Навесні температуру в насипу зменшують до + 1,5... + 2°C, вентилюючи її в нічні та вранішні

години, коли температура зовнішнього повітря знаходиться в межах 0... + 1°C. Щоб зберегти холод у сховищах за високої температури зовнішнього повітря, всі операції, пов'язані із заїздом та виїздом транспортних засобів, проводять способом шлюзування, використовують тамбури сховищ або системи транспортерів при зачинених дверях.

Прогрівання картоплі перед транспортуванням зі сховища

Перед транспортуванням насінневої чи продовольчої картопля слід температуру партії збільшити, щоб запобігти утворенню чорної пятнистості м'якоті. Під дією тепла цукри значною мірою розкладаються, а це покращує якість змаження продовольчої картоплі. Як правило, у сховищі прогрівання картоплі здійснюється за допомогою внутрішньої вентиляції. Щоб уникнути конденсації на поверхні бульб, свіжий повітря використовують для прогрівання картоплі тільки тоді, коли різниця між температурою картоплі та температурою зовнішнього повітря не перевищує 2–3°C. Крім того, точка роси повітря має бути нижчою за температуру картоплі. Температуру насінневої та столової картопля слід піднімати поступово. Таким чином можна попередити утворення конденсату і, як наслідок, розвитку сріблястої парші. Чим довше картопля залишається теплою, тим більше вона захищена від чорної пятнистості. Різниця температур картоплі та повітря не повинна перевищувати 2°C

6 ОЦІНКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗРОБКИ НОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ, НОВОГО ОБЛАДНАННЯ ТА ІНШИХ ІННОВАЦІЙ

В умовах відкритої ринкової економіки розширюється діапазон оцінки ефективності науково-технічних розробок, а отже, збільшується кількість основних видів ефективності НДДКР, які необхідно визначити з метою цієї оцінки. До них належать:

– *науково-технічний ефект*, який проявляється у підвищенні науково-технічного рівня, поліпшенні параметрів техніки і технологій, що впливає з відкриття нових законів та закономірностей у природі, а отже, і нових технологічних засобів виробництва речовин, матеріалів та видів продукції;

– *економічний ефект* полягає в отриманні економічних результатів від науково-технічних розробок як в цілому для народного господарства, так і для кожного виробничого суб'єкта. Економічна ефективність науково-технічних розробок за відповідною системою показників має відображати вплив їхньої результативності на розвиток економіки країни в цілому, а також регіонів, галузей, організацій і підприємств, що беруть участь у реалізації технологічних нововведень;

– *соціальний ефект*, що відображає зміни умов діяльності людини в суспільстві. Його прояв спостерігається в змінах характеру та умов праці, підвищенні життєвого рівня населення, поліпшенні побутових його умов, розширенні можливостей духовного розвитку особистості, у змінах стану довкілля;

– *маркетинговий ефект*, що відображає потреби ринку в наукових дослідженнях і розробках та можливість їх реалізації.

Науково-технічну ефективність (НТЕ) результатів прикладних робіт визначають на основі показників науково-технічного рівня. Оцінка науково-технічної ефективності НДДКР відбувається на основі показника (O_{НТЕ}), який представляє собою ступінь досягнення максимально можливого рівня, значення якого дорівнює 1 (одиниці):

$$O_{НТЕ} = K^{\Phi}_{НТЕ} / K^{\Pi}_{НТЕ} \quad , \quad (61)$$

де $K_{НТЕ}^{\Phi}$ – показник (коефіцієнт) фактичного рівня науково-технічної ефективності;

$K_{НТЕ}^{\Pi}$ – показник (коефіцієнт) потенціально можливого рівня науково-технічної ефективності (дорівнює одиниці).

Значення показника $K_{НТЕ}^{\Phi}$ визначають на основі шкали експертних оцінок (табл. 5.2).

Таблиця 6.1

Шкала експертних оцінок для виміру рівня науково-технічної ефективності проектів

| № | Групи показників | Характеристика показників | Інтервал рейтингового числа | Коефіцієнт значущості показників |
|---|--|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 | Науково-технічний рівень | Перевищує кращі світові аналоги | 10 | 0,35 |
| | | Відповідає світовому рівню | 7 – 9 | |
| | | Нижче кращих світових аналогів | 5 – 6 | |
| | | Перевищує кращі вітчизняні аналоги | 3 – 4 | |
| | | Відповідає вітчизняному рівню | 1 – 2 | |
| | | Нижче вітчизняного рівня | 0 | |
| 2 | Перспективність | Першочергова значущість | 8 – 10 | 0,35 |
| | | Значущий | 5 – 7 | |
| | | Корисний | 1 – 4 | |
| 3 | Потенційний масштаб практичного використання | Світовий ринок | 10 | 0,20 |
| | | Галузі національної економіки | 7 – 9 | |
| | | Галузь (регіон) | 3 – 6 | |
| | | Окремі підприємства (об'єднання) | 1 – 2 | |
| 4 | Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів | Великий | 10 | 0,10 |
| | | Середній | 5 – 9 | |
| | | Малий | 1 – 4 | |

Примітка: об'єкт оцінки і аналог(и), які порівнюють за однаковими показниками, наведеними у співставленому вигляді відхилення в значеннях кожного з показників, мають бути однаковими для варіантів, що порівнюються.

Проведення оцінки

Визначають $K_{НТЕ}^{\Phi}$ на основі експертної оцінки науково-технічного рівня розробки.

З цією метою:

- розроблюють перелік специфічних показників, необхідних для виміру науково-технічного рівня розробки;
- формують групу аналогів, які реалізовані на світовому і вітчизняному ринках;

– здійснюють відповідні розрахунки для співставлення показників і визначення балів по табл. 10.1.

До числа специфічних показників відносять:

– **для нової техніки:** продуктивність, споживання інженерних ресурсів на виробітку одиниці продукції, потреба в робочих, які обслуговують обладнання, експлуатаційні витрати на одиницю продукції;

– **для нових матеріалів і речовин:** вміст корисних речовин для виробітки готової продукції, питома вага відходів у загальному обсязі переробленої сировини, вартість одиниці ... нового матеріалу;

– **для нових технологій:** якість виробленої продукції, енергоємність і трудомісткість продукції, собівартість одиниці продукції.

З метою спрощення визначення $K^{\Phi}_{НТЕ}$ у табл. 10.2 не введено показника витрат на одиницю продукції.

Таблиця 5.2

Порівняльні показники для виконання оцінки НТЕ

| ПОКАЗНИКИ | Варіанти технології | |
|---|---------------------|-------------------------|
| | розробленої | співвідносної (аналога) |
| Рівень новізни | світовий | - |
| Якість продукції | найвища | вища |
| Споживання на 1 т продукції | | |
| – тепла, Гкал | 5,14 | 6,85 |
| – електроенергії, кВт·годину | 46,72 | 54,36 |
| – води, м ³ | 4,13 | 3,12 |
| Трудомісткість виробництва, людино-годин/ тонну | 17,5 | 6,17 |

На основі співставлення даних таблиці встановлюють бали по характеристиках чотирьох груп і на цій основі розраховують значення інтегрального показника НТЕ:

$$НТЕ = \sum B_i \times K_i^3, \quad (4.3)$$

де $i = 1 \div 4$,

B_i – бали (рейтингове число),

K – коефіцієнт значущості показників.

Рівень науково-технічної ефективності НДДКР розраховано на основі наведених даних прикладу (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Експертна оцінка і розрахунок величини інтегрального показника НТЕ

| № | Групи показників | Рейтинг експертів | | | Середня за експертними оцінками | НТЕ |
|-------------|--|-------------------|---|---|---------------------------------|--------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | | |
| 1 | Науково-технічний рівень | 9 | 8 | 9 | 8,66 | 3,03 (8,66 x 0,35) |
| 2 | Перспективність | 7 | 7 | 6 | 6,66 | 2,33 (6,66 x 0,35) |
| 3 | Потенційний масштаб практичного використання | 4 | 5 | 5 | 4,67 | 0,93 (4,67 x 0,20) |
| 4 | Ступінь вірогідності досягнення позитивних результатів | 7 | 8 | 7 | 7,33 | 0,73 (7,33 x 0,10) |
| В С Ь О Г О | | | | | | 7,029 |

$$\text{НТЕ} = 8,66 \cdot 0,35 + 6,66 \cdot 0,35 + 4,67 \cdot 0,2 + 7,33 \cdot 0,1 = 2,91 + 2,21 + 0,93 + 0,73 = 7,029$$

Отриманий результат слід порівняти з максимально можливим значенням, яке дорівнює 10 балам ($10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,35 + 10 \cdot 0,2 + 10 \cdot 0,1$).

Отже, оцінка рівня НТЕ може бути зроблена за допомогою інтегрального коефіцієнта оцінки НТЕ ($K_{\text{НТЕ}}$):

$$K_{\text{НТЕ}} = \frac{\text{НТЕ}}{10} \cdot 100 \% .$$

На основі даних табл. 10.3 можна дійти до висновку, що $K_{\text{НТЕ}}$ відповідає 70,29 %, тобто:

$$\frac{7,029}{10} \cdot 100\% = 70,29 \% .$$

В тому випадку, коли значення $K_{\text{НТЕ}}$ перевищує середнє значення, яке дорівнює 5,0, має бути зроблено висновок про достатній рівень НТЕ:

- цілком достатній 5,0 – 6,0;
- достатній 6,1 – 8,0;
- достатньо високий 8,1 – 9,0;
- високий 9,1 – 10.

Таким чином, рівень НТЕ технології можна визнати достатнім. Отже, розроблену технологію пропонується впроваджувати у виробництво.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці - це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і коштів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

8.1. Характеристика об'єкта

Кондиціонування повітря при нестационарних умовах у якому перебуває велика кількість електроприладів, які одержують харчування від електричної мережі.

До системи повинне підводити харчування трьохпровідний електромережі напругою 220 У (фаза, нуль, земля). Необхідно також наявність шини заземлення для роботи електроприладів.

8.2. Основні шкідливі впливи

На даному об'єкті існують такі небезпечного й шкідливі для здоров'я людини впливу як поразка електричним струмом.

Токсичність застосовуваних або одержуваних речовин.

Як застосовувана речовина в системі кондиціонування використовується хладоагент - фреон R410A. Температура кипіння при атмосферному тиску $t_0 = -40,8^{\circ}\text{C}$. R – R410A - безбарвний газ зі слабким специфічним запахом, що відчувається при змісті його в повітрі більше 20% від обсягу.

Холодильний агент R410A складається з декількох компонентів, тому при його витoku він розпадається на свої складові. Гранично припустима концентрація (П. Д. К.) пар R410A у повітрі виробничих приміщень дорівнює 3256 мг/м^3

При зіткненні з гарячими металевими поверхнями з температурами $400..550^{\circ}\text{C}$ або з відкритим полум'ям розкладається на токсичні фтористий і хлористий водень і невелику кількість фосгену. Не горить у суміші з повітрям, не запалюється й не вибухонебезпечний.

Симптоми отруєння проявляються через 30..40 хвилин, виникає головний біль, подташнівание, прискорений пульс. При влученні рідкого фреону на шкіру й в очі можливе обмороження шкіри й ушкодження очей.

Класифікація виробництва по ступені вибуховий, взривопожарной й пожежної небезпеки згідно ОНТП 24-86

Виробництво по вибухонебезпечній і пожежній небезпеці, відповідно до норм технологічного проектування ОНТП 24-86 ставиться до категорії Д. Категорія Д - негорючі речовини й матеріали в холодному стані. Машинні й апаратні відділення фреонових установок ставляться до категорії Д.

Будівельно-монтажні й архітектурні вимоги містять у собі: скорочення площ приміщень для встаткування систем кондиціонування повітря і їхніх елементів; естетическую вв'язування елементів систем кондиціонування повітря з інтер'єром приміщень, забезпечення мінімальних витрат часу на монтаж, випробування й налагодження систем з можливістю посезонного уведення їх в експлуатацію; ув'язування робіт зі спорудження конструкції будинків з монтажем систем кондиціонування; звуко й віброізоляцію встаткування, що рухається, від елементів будівельних конструкцій.

Основні правила безпеки при обслуговуванні холодильних агрегатів
Ціль організаційних заходів щодо техніки безпеки на холодильних установках – створення безпечних умов праці шляхом постійного контролю за дотриманням правил монтажу, експлуатації й ремонту встаткування. Чисельність обслуговуючого персоналу повинна відповідати нормам, т.е не менш двох машиністів у зміну й один якщо робота не постійна в пліні доби.

До обслуговування допускаються особи старше 18 років й имеющие посвідчення про Кпалификации (незалежно від стажу й Кпалификации) допускаються до самостійної роботи після стажування не менш 1-ЦО місяця з наступною перевіркою знань.

На хладонових холодильних установках повітря з повітря видаляють через воздуховипускной вентиль конденсатора або в малих установках через ослаблену гайку, або штуцер трійника нагнітального вентиля компресора.

Обслуговуючий персонал повинен працювати в гумових рукавичках і захисних окулярах уникаючи надходження струменя повітря в очі.

. Вимоги до приміщення.

Приміщення повинне мати природне й штучне висвітлення.

Приміщення не повинне граничити із приміщеннями, у яких рівень шуму й вібрації перевищує припустимі значення.

Супермаркет повинен бути обладнаний системою кондиціонування повітря, опалення й приточно-витяжної вентиляцією.

Електробезпека.

Відносно безпеки поразки людей електричним струмом розрізняють приміщення без підвищеної безпеки, з підвищеною безпекою й особливо небезпечні. Відповідно до ПУЕ, 1-1-13 дане приміщення класифікується як без підвищеної безпеки поразки струмом.

Согласно ПУЕ, 1-2-17 дане встаткування ставиться до електроприемникам III категорії по забезпеченню надійності електропостачання. А відносно вибухонебезпечності приміщення ставиться до класу В-IIa (невибухонебезпечне), якщо воно граничить із непожароопасними приміщеннями.

Устаткування є низьковольтним, харчування елементів плати +5У, що забезпечується включенням адаптера в мережу 220В

Основною безпекою на даному об'єкті є можливість поразки електричним струмом у мережі напругою 220В.

Влучення людини під напругу можливо, наприклад, при перегоранні ізоляції трансформатора адаптера 220/5В. Тому що плата виконана з ізольованого матеріалу, а елементи малопотужні, тобто їхнє перегорання не викличе відключення захисного автомата в 10 А, та наявність відкритого

заземлення, необхідного для роботи системи, при дотику до нього зіграє негативну роль. Тому після автомата від струмів перевантаження й короткого замикання повинен стояти диференціальний автомат зі струмом витоку 30 ма, що не є небезпечним для людини. У випадку проходження струму через людину, з фазного провідника на землю, при досягненні його значення 30 ма спрацює диференціальний автомат, обесточив лінію.

При влученні під напругу у випадку поломки в самому розподільному щитку приміщення необхідно передбачити захисне заземлення, суть якого полягає в тому, що його опір у багато разів менше опору людського організму й струм, випливаючи по шляху найменшого сопроотивлення, буде стікати в землю по системі заземлення, а не через людину. Тому всі металеві частини розподільного щитка повинні бути заземлені, і опір системи заземлення не повинне перевищувати 4 Ом, згідно ПУЕ 1-7-65. Всі металеві частини встаткування повинні бути заземлені від цього ж заземлення, але тільки паралельно, а не послідовно.

Нижче приведемо розрахунок пропонованої системи заземлення.

Викопується траншея глибиною $t_0 = 0,5$ м. На дні траншеї забиваються вертикальні заземлители із труб діаметром $d = 0,033$ м (дюймовий прохід) і довжиною $l = 2$ м. Відстань по прямій між забивають трубами, що, $l' = l = 2$ м. Грунт у районі супермаркету – суглинок. Його фактичний питомий опір з діапазону табличних значень від 40 до 150 Ом*м, - приймаємо $c_\phi = 50$ Ом*м.

Пожежна профілактика

Дане приміщення згідно ДБН-16 , ставиться до 1-ої ступеня вогнестійкості (найнижча безпека). У цьому випадку найбільш доцільним є гасіння пожежі вуглекислою.

Згідно ДБН у складі установки газового пожежогасіння крім розрахункового повинен бути стовідсотковий резервний запас

огнетушительного речовини. Тому загальна кількість сорокалітрових балонів приймаємо 676 штук.

11.7. Виробнича санітарія

Завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря й заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. Вентиляція досягається видаленням забрудненого або нагрітого повітря із приміщення й подачею в нього свіжого повітря.

. Долікарська допомога

Долікарська допомога, перша допомога - це комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження життя й здоров'я постраждалого, здійснюваними не медичними працівниками (взаємодопомога) або самим постраждалою (самодопомога).

У цьому випадку необхідно розглядати доврачебную допомогу при поразці струмом.

При поразці електричним струмом необхідно якомога швидше звільнити потерпілого від дії струму, тому що від тривалості цієї дії залежить вага електротравми.

У першу чергу необхідно спробувати знеструмити лінію, під дією якої перебуває потерпілий, відключенням рубильника. Можна будь-яким непровідний струм предметом (суха дошка та інше) відкинути проведення від людини; відтягнути його від провідників за сухий одяг або попередньо одягнувши діелектричні рукавички; перекусити проведення гострозубцями з діелектричними ручками.

При поразці струмом дуже часто смерть буває клінічної (“мнимої”), тому ніколи не слід відмовлятися від допомоги потерпілому й уважати його мертвим через відсутність подиху, серцебиття, пульсу. Смерть може констатувати тільки лікар, тому допомога необхідно робити до його прибуття. Якщо в потерпілого відсутнє свідомість, подих, пульс, шкірний покрив синюшний, а зіниці широкі, то можна вважати, що наступила клінічна смерть

і негайно приступати до штучного дихання по способі “з рота в рот” і зовнішнього масажу серця. Якщо потерпілий перебуває в несвідомому стані, необхідно спостерігати за його подихом й у випадку порушення подиху через западання мови висунути нижню щелепу вперед, взявшись пальцями за її кути, і підтримувати її в такому положенні, поки не припиниться западання мови.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних даних свідчить, що існуючі охолоджуючі системи овочесховищ не забезпечують необхідні тепловологісні умови для зберігання рослинної сировини. Для забезпечення мінімальних втрат при холодильному зберіганні необхідно провести удосконалення охолоджуючої системи з використанням математичних моделей оптимізації. Розроблена методика оптимізації окремих елементів холодильної системи для картоплесховищ
2. Найбільш перспективними зволожуючими пристроями для картопелесховищ є плівкові зволожувачі з регулярною насадкою при прямоточною та поперечноточною схемою контактування фаз.
залежності товщини шару інею від часу роботи повітроохолоджувача.
3. Промислова перевірка ефективності плівкових зволожувачів проводилась у картоплесховищі м. Суми. По довжині магістрального каналу встановлювались плівкові зволожувачі повітря. Аналіз технологічних результатів показав, що при терміні зберігання 190 діб, супутне зволоження приточного повітря дозволило знизити втрати в нижньому шарі насипу в 1.7 рази, а в середньому для всієї маси продукції на 30 %. Коректуючий шар, у якому вологість повітря досягає рівноважної величини, зменшився понад 2,5 рази.
4. Проведені дослідження показали, що плівкові зволожувачі надійно працювали на протязі всього сезону зберігання овочевої продукції, підтримували необхідний температурно-вологісний режим в каналі в період роботи вентилятора і в період його зупинки.
5. Конструктивна реалізація модельних розрахунків дозволяють значно зменшити втрати плодоовочевої продукції при тривалому зберіганні, знизити енергетичні та капітальні витрати в 1.2 рази

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жихарєва Н.В. Моделювання та оптимізація систем кондиціонування повітря/ Н.В.Жихарєва //–Одесса: «ТЕС», 2016. – 171 с.
2. Жихарєва Н.В. Математичні аспекти термoeкономiчного аналізу холодильної установки плодоовочесховища. Н.В.Жихарєва // Холодильна техніка і технологія. 2014. № 2 (148). С. 11–15.
3. Жихарєва Н.В. Підвищення ефективності активного вентилявання при зберіганні плодоовочевої продукції / Н.В.Жихарєва., М.Г.Хмельнюк // Наукові праці ОНАХТ – 2014. – Випуск 45. Том 1. с С. 116 –120.
4. Жихарєва, Н.В. Оптимізація режиму роботи холодильної установки плодоовочесховищ./ Н.В. Жихарєва, М.Г.Хмельнюк // Холодильна техніка і технологія. – Одесса:ОДАХ. – 2012. – №5. - с.16-20
5. Жихарєва, Н. В Інноваційні технології кондиціонування повітря в нестационарних умовах монографія / Н. В. Жихарєва ; Одес. нац. технол. ун-т, Каф. холодильних установок і кондиціонування повітря. — Одеса : ТЕС, 2022. — 264 с.
6. Жихарєва Н.В. П.Г.Красномовець Оптимізація енерго- та ресурсозберігаючої системи охолодження плодоовочесховищ Збірник наукових праць Міжнародної науково-технічної конференції– 2001. (Додаток до журналу «Холодильна техніка і технологія»). – С.25–28.
7. Жихарєва Н.В. Математичні аспекти термoeкономiчного аналізу холодильної установки плодоовочесховища// Холодильна техніка і технологія . – 2014. – № 2 (148) – С. 11–15
8. Жихарєва Н.В. Методика розрахунку систем кондиціонування повітря басейнів. / Холодильна техніка і технологія. – 2015. №51(4). – С.12–17.
9. Жихарєва Н.В., Хмельнюк М.Г. Оптимізація режиму роботи холодильної установки плодоовочесховищ. // Холодильна техніка і технологія.– 2012. – №5(139). - С.16-20.

10. Жихарева Н.В. Моделювання та оптимізація систем кондиціонування повітря. Навчальний посібник.-: О: ТЕС, 2016.- 170 с + додатки с.
11. Жихарева Н.В. Моделювання процесів кондиціонування повітря // Холодильна техніка і технологія. – 2000. №65. – С.54–59.
12. Zhikhareva N. Modeling of energy efficient air condition // N.V Zhikhareva. / The scientific method. Poland – 2017. – No. 3. – P. 3–6.
13. Zhikhareva N. Optimization of conditioning system for premises with non stationary heat exchanger // N.Zhikhareva. / Norwegian Journal of development of the International Science 2017. Vol. 2. No 5. P. 94–99.
14. Жихарева Н. В. Математичне моделювання нестационарного теплообміну приміщень [Текст]// Н. В. Жихарева, М. Г. Хмельнюк / Холодильна техніка та технологія. 2016. – Том 52, випуск 6. – С. 75–79.
15. Asheville, North Carolina: National Climatic Data Center, U.S. Department of Commerce. Test Reference Year (TRY), tape reference manual, TD9706. 1976, vol. 86
16. Asheville, North Carolina: National Climatic Data Center, U.S. Department vol. 50-100
17. ISO 159274:2005. Hygrothermal performance of buildings — Calculation and presentation of climatic data — Part 4: Hourly data for assessing the annual energy use for heating and cooling, 2005. vol. 50
18. Zhang Q., Huang J., Lang S. Development of typical year weather data for Chinese locations. ASHRAE Transactions: Symposia, 2002, vol. 108.
19. Lund H. Short Reference Years and Test Reference Years for EEC countries. Thermal Insulation Laboratory, Techn. Univ. of Denmark. Final report EUR 10208 EN, 1985. vol. 125
20. Лотошинська Н. Д. Технології 3D-моделювання в програмному середовищі 3ds Max з дисципліни "3D-Графіка": навч. посіб. / Н. Д. Лотошинська, І. В. Ізонін ; Нац. ун-т "Львівська політехніка". — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2020. — 216 с. :

21. Zhang Q. Development of typical year weather data for Chinese locations. // Q.Zhang, J.Huang, S. Lang / ASHRAE Transactions: Symposia, 2002, vol. 108.
22. Kogut V.. The filter on the basis of the ejector of the heat exchanger for purification of harmful substances from flue gases using heat exchanger as combustion gas filter / V Kogut. V.Bushmanov, N. Zhykharieva//AIP Conferenc Proceedings 2285, 030087 (2020); <https://doi.org/10.1063/5.0026819>
23. Жихарєва Н.В. Математичні аспекти термoeкономічного аналізу холодильної установки плодooвочесховища. / Н.В. Жихарєва.// Холодильна техніка і технологія. 2014. № 2 (148). С. 11–15.
24. Жихарєва Н.В. Математична модель плівкового зволожувача для плодooвочесховищ. / Н.В. Жихарєва.// Холодильна техніка і технологія. 2014. № 6 (153). С. 49–54.
25. Жихарєва Н.В. Підвищення ефективності активного вентилявання при зберіганні плодooвочевої продукції / Н.В. Жихарєва., М.Г. Хмельнюк, В.І.// Наукові праці ОНАХТ – 2014. – Випуск 45. Том 1. с С. 116 –120.
26. Креслинь А.Я. Оптимізація енергопостачання системами кондиціювання повітря / А.Я. Креслинь. // - Рига: РПИ - 1982. – 155 с.
27. Нимич Г.В. Сучасні системи вентиляції и кондиціювання повітря Нимич / Г.В. Нимич, В.А. Михайлов, Е.С. Бондарь. // - К.: ТОВ «Видавничий будинок. Аванпост–Прим». - 2005. – 630 с. 142
28. Жихарєва Н.В. Математична модель плівкового зволожувача для плодooвочесховищ/ Н.В. Жихарєва // // Холодильна техніка і технологія. 2014. № 6 (152). С.54–58
29. Лабай В.Й., Тепломасообмін / В.Й. Лабай // –Львів: Тріада плюс. 2004 – 260.
30. Погорєлов А.І. Тепломасообмін: Навчальний посібник для вузів.– / А.І. Погорєлов Львів. –:«Новий світ-2000». – 2004. – 144 с.

31. Жихарева, Н.В. Оптимізація режиму роботи холодильної установки плодовоовочесховищ. / Н.В. Жихарева, М.Г.Хмельнюк // Холодильна техніка і технологія. – Одеса:ОДАХ. – 2012. – №5. - с.16-20.
32. Низькопотенційна енергетика: навч. посіб. О. Редько, М. К. Безродний, М. В. Загорученко та ін. ; Нац. техн. ун-т України "Київський політехнічний університет", Одес. нац. акад. харч. технологій, Харків. нац. ун-т будівництва та архітектури, Вінниц. нац. техн. ун-т. — Харків : Друкарня Мадрид, 2016. — 412 с. : табл., рис. — Бібліогр.: с. 404-405. / А
33. Джеджула, В. В. Д 40 Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник / Джеджула В. В. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 71 с.
34. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
35. Чатток, А.П. "Про швидкість і масу іонів в електричному вітрі в повітрі", Філософський журнал, 5-та серія, т. 48, № 294, сс. 401-421, 1899.
36. Stuetzer, O.M. "Ion Drag Pumps", Journal of Applied Physics, т. 31, № 1, сс. 136-146, 1960.