

Радіоненко В. М., кандидат технічних наук,

П'янова Ю. В., асистент

Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. Михайла Туган-Барановського

Кочетов В. П., кандидат технічних наук

Одеська національна академія харчових технологій

ОСОБЛИВОСТІ ЗБЕРІГАННЯ ЛИСТОВОГО САЛАТУ В КОНТЕЙНЕРАХ ІЗ МОДИФІКОВАНИМ ГАЗОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Рецензент – доктор технічних наук, професор С. М. Саф'яни

Встановлено, що модифіковане газове середовище утворюється в результаті газообміну між листами салату й середовищем у замкнутому просторі модуля, а також між цим середовищем і зовнішнім повітрям через мембрани, матеріал яких має селективну проникність для компонентів газового середовища. Проведені дослідження підтверджують, що холодильна технологія зберігання з використанням модифікованого газового середовища (МГС) як додаткового фактору впливу, є ефективним засобом скорочення втрат і збільшення тривалості строків зберігання швидкозростаючої рослинної продукції на діючих холодильниках АПК України. Отримані результати свідчать про доцільність використання модифікованого газового середовища (МГС) для збільшення строків зберігання швидкозростаючої рослинної продукції походження, оскільки застосування МГС на діючих холодильниках не потребує внесення конструктивних змін та застосування додатного обладнання.

Ключові слова: *плодоовочева продукція, тривалість зберігання, якість, технологія, вимір кольору.*

Постановка проблеми. Оpubліковані статистичні дані свідчать про те, що у 2012 році було зібрано $9,1 \times 10^6$ тонн овочів, 23×10^6 тонн картоплі, $1,9 \times 10^6$ тонн плодів і ягід, 490×10^3 тонн винограду, що дозволяє повністю забезпечити ринок України овочами й фруктами [1].

Введення в 2012 році в експлуатацію 38 га нових високотехнологічних теплиць дало можливість одержати врожай тепличних овочів на рівні 445×10^3 тонн, що на 12 % перевищило показники минулого року [2].

Дані Міністерства аграрної політики й продовольства України (МАПіПУ) свідчать, що зростання обсягів виробництва рослинної продукції протягом останніх років змусило підвищити увагу до розвитку інфраструктури аграрного ринку, особливо до будівництва овоче-, фрукто-, картоплесховищ та оптових ринків сільгосппродукції [3]. Це обумовлено насамперед тим, що недостатня місткість загальної системи зберігання за зростання виробництва плодоовочевої продукції й картоплі призводить до різкого зростання втрат цієї продукції і латентних енерговитрат, а в

результаті – до необхідності збільшення її експорту і зростання імпорту закордонної або реекспорту власної продукції для забезпечення вимог національної продовольчої безпеки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми, свідчить, що проявлення уваги до будівництва нових овоче-, фрукто-, картоплесховищ за відсутності уваги до стану морального і фізичного зносу діючих об'єктів холодильного господарства не забезпечує вирішення проблеми оптимальної збалансованості аграрного сектора. Це пов'язано насамперед із тим, що в процесі тривалої багаторічної експлуатації холодильників на якість зберігання продуктів негативно впливає не тільки зношування систем охолодження і теплоізоляційних конструкцій, але й старіння технологій холодильної обробки й зберігання.

В останні десятиріччя в розвинених країнах світу з метою продовження строків зберігання й збереження якості рослинної продукції в охолоджуваних приміщеннях використовуються додаткові фактори впливу, до числа яких відносяться регульоване газове середовище (ГС), модифіковане газове середовище (МГС), озонування та ін. Проведений огляд численних результатів досліджень ефективності цих факторів показав, що кожен із них має свої переваги й недоліки.

До того ж, на нашу думку, для холодильників, виконаних на основі застарілих проектних рішень, найбільш доцільним є використання модифікованого газового середовища, так як при цьому немає необхідності використовувати додаткову енерговитратну апаратуру (газогенератори) або витратні препарати (такі як антисептики).

Мета досліджень. Основною метою даної роботи було обрано визначення ефективності використання МГС у разі зберігання листових салатів – овочевих продуктів, які найбільш швидко псуються.

Для досягнення поставленої мети в роботі були використані компактні модулі-упакування з

напівпроникними мембранами з полімерних матеріалів, селективна газопроникність яких забезпечує саморегульований газообмін між газовим середовищем (МГС) усередині впакування й повітряним середовищем у камері холодильника.

Завдання дослідження. Головним завданням дослідження обрано визначення взаємозв'язків між властивостями застосованих мембран та ефективністю їх застосування у вантажних охолоджуваних просторах діючих холодильників.

Методика проведення дослідження. У процесі проведення експериментальних досліджень використано модулі з напівпроникними полімерними мембранами.

Модифіковане газове середовище утворювалося в результаті газообміну між листами салату й середовищем у замкнутому просторі модуля, а також між цим середовищем і зовнішнім повітрям через мембрани, матеріал яких має селективну проникність для компонентів газового середовища.

Результати досліджень. Нині для створення бар'єрного механізму в процесі фільтрації газового середовища застосовуються два основних типи мембран:

- суцільні плівки, що забезпечують фільтрацію CO₂ і O₂ крізь поверхню мембрани;
- перфоровані плівки з малими отворами або мікроперфорацією в якості первинної газообмінної транспортної мережі.

Керування проникністю мембран досягається за рахунок вибору молекулярної структури матеріалу мембрани, її товщини, площі поверхні, а також градієнтів температури й тиску газового середовища.

Проникність CO₂ і O₂ для суцільних плівок збільшується з ростом температури, тоді як ди-

фузія газів через перфоровані отвори практично нечутлива до температурних змін.

Основні показники полімерних мембран, що були використані в експериментах:

- діаметр робочої зони – 23,0±0,5 мм;
- товщина мембрани – 0,120±0,020 мм;
- площа мембрани – 4,15 см²;
- капілярний діаметр – 5–25 мкм.

Модифіковане середовище утворювалося в результаті газообміну між листям салату й середовищем у замкнутому просторі модуля, а також між цим середовищем і зовнішнім повітрям через мембрани, матеріал яких має селективну проникність для компонентів газового середовища.

Таке середовище утворюється природним шляхом за рахунок «подиху» рослинної культури. Нами експериментально встановлено, що тривалість формування газового середовища за рахунок подиху продукту не перевищувала три доби з моменту їхньої герметизації.

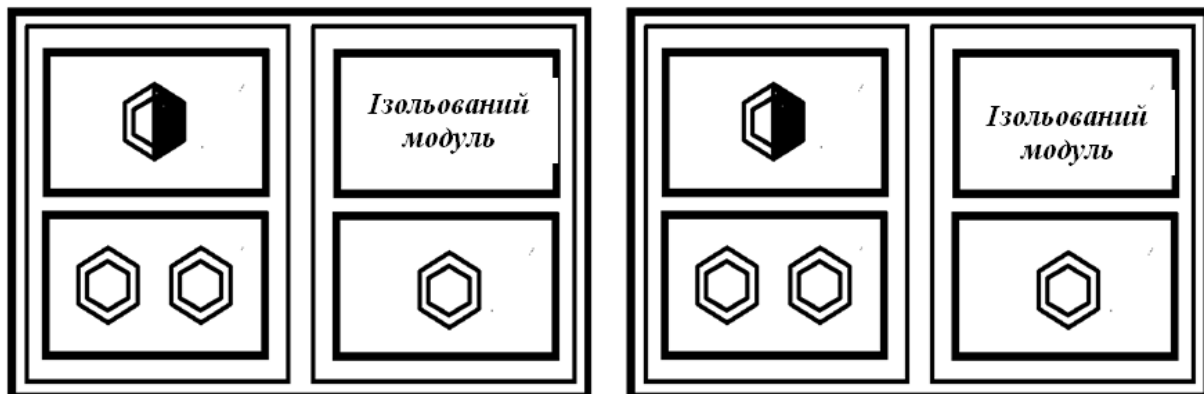
Досліджені 4 варіанти розташування мембран в упакуванні-модулі: один ізольований модуль (без мембрани), одна друга мембрани, одна мембрана, дві мембрани.

Після первинних вимірів наступні виміри проводилися через 3, 5, 10, 20, 30 днів (аж до псування).

Середня вага закладки дорівнювала 811±5 г.

У процесі проведення досліджень температура підтримувалася на рівні $t = 2-3$ °С, а відносна вологість повітря – не нижче $\varphi = 95$ %.

Органолептичні показники після 4-х тижнів показали, що найгірші показники (зокрема, повне зів'янення) спостерігаються в ізольованому модулі.



1) Верхня частина

2) Нижня частина

Рис. 1. Розташування модулів у холодильнику

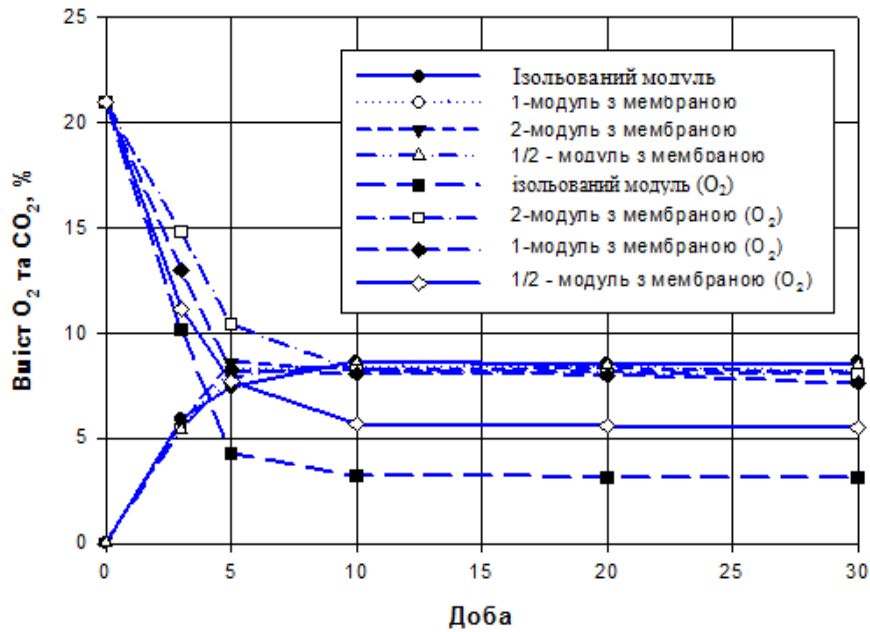


Рис. 2. Зміна газового складу CO₂ і O₂ всередині модулів

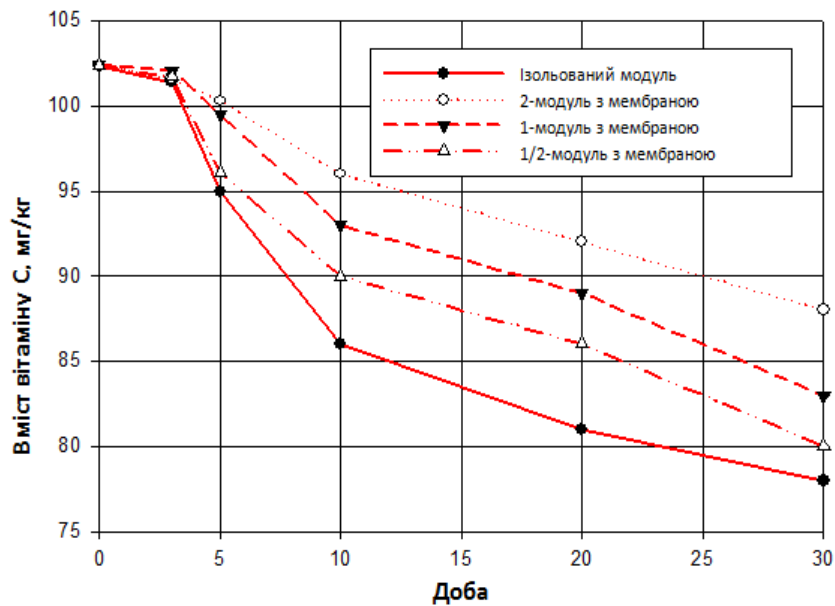


Рис. 3. Зміна змісту вітаміну С

Початковий зміст вітаміну С становив 102,4 мг/кг. На рисунку 3 наведений графік зміни змісту вітаміну С у процесі зберігання листів салату в модулі з модифікованим газовим середовищем. Як видно із графіка, зміна змісту вітаміну С почалася після трьох діб зберігання. Надалі кращі показники змісту вітаміну С виявилися в модулі з двома мембранами.

У процесі досліджень (одночасно з визначенням газового складу й вимірами концентрації вітаміну С) нами були проведені виміри кольору листя, що характеризують зміну салату в процесі зберігання. Доцільність контролювання змін кольору підтверджується тим,

що колір листя салату є найважливішим показником, що свідчить про його якість.

Експериментальні дані про вимір кольору листя салату із застосуванням спектрального денситометра наведені в таблиці. Усереднені значення були отримані на основі використання при проведенні вимірів трьох зразків листя салату, взятих із верхньої частини холодильника. Статистичної різниці між обраними листям виявлено не було.

Для того, щоб розрізнити якість салату, проводилися виміри для пожовтілого листя. Кращі результати продемонстрував варіант із двома мембранами.

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Зміни кольору листя салату в процесі зберігання

Кількість мембран і показники кольору Термін зберігання	Кількість мембран на пакуванні							
	0		1/2		1		2	
	Показник а* кольору листя салату за Хантером							
	зелений	пожовтілий	зелений	пожовтілий	зелений	пожовтілий	зелений	пожовтілий
Початкові дані	7,1	-	-7,2	-	-7,2	-	-7,1	-
3-я доба	6,9	-	7,1	-	-7,2	-	-7,1	-
5-та доба	-6,5	-4,8	-7,0	-5,2	-7,1	-5,4	-7,1	-5,8
10-та доба	-5,8	-4,0	-6,8	-5,0	-6,9	-5,2	-7,0	-5,6
20-та доба	-5,6	-3,3	-6,7	-3,9	-6,8	-5,1	-7,0	-5,2

Висновок. Результати проведеної роботи дають підстави зробити висновок про те, що технологія зберігання з використанням як додаткового фактору впливу модифікованого газового середовища (МГС) є ефективним способом ско-

рочення втрат і збільшення тривалості термінів зберігання рослинної продукції, що швидко псується, на діючих холодильниках АПК України.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Газета центральних органів виконавчої влади «Урядовий Кур'єр» №230 від 13.12.2012 р. – С. 1.
2. <http://economics.unian.net/rus/news/.54469->

minagroprod-prognoziruuet-stroitelstvo-52-ga-teplits-v-2013-godu.html

3. Проект Закону України «О продовольственной безопасности» от 28.04.2011 р. № 8370-1.