

Радіоненко В.М., канд. техн. наук, доц.<sup>1</sup>,  
Кочетов В.П., канд. техн. наук, доц.<sup>2</sup>,  
П'янкова Ю.В.<sup>1</sup>

1 – Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського, м. Донецьк, Україна, e-mail: htt@kaf.donduet.edu.ua  
2 – Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса, Україна, e-mail: kvalentin08@ukr.net

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ ЛИСТОВОГО САЛАТУ В МОДУЛЯХ З МОДИФІКОВАНИМ ГАЗОВИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Radionenko V.M., Cand. Sc. (Tech.),  
Assoc. Prof.<sup>1</sup>,  
Kochetov V.P., Cand. Sc. (Tech.), Assoc.  
Prof.<sup>2</sup>,  
Pyankova J.V.<sup>1</sup>

1 – Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhayilo Tugan-Baranovsky, Donetsk, Ukraine, e-mail: htt@kaf.donduet.edu.ua  
2 – Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, e-mail: kvalentin08@ukr.net

## EFFICIENCY STORAGE LETTUCE IN MODULES WITH MODIFIED GAS ENVIRONMENT

1

**Мета.** Метою статті є підтвердження ефективності оптимального конструктивного вибору мембран для застосування додаткового фактора впливу МГС під час зберігання листових салатів в охолоджуваних вантажних просторах.

**Методика.** 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.** Проведені дослідження підтверджують, що холодильна технологія зберігання з використанням модифікованого газового середовища (МГС) як додаткового фактора впливу є ефективним засобом скорочення втрат і збільшення тривалості строків зберігання швидкопсувної рослинної продукції на діючих холодильниках АПК України.

**Наукова новизна.** Наукова новизна полягає у визначенні оптимального розміру напівпроникних мембран визначеної конструкції для листя салату певного сорту і певної загальної маси в упаковці, що підтверджує доцільність подальшого проведення досліджень для вибору оптимального варіанта конструктивних рішень мембран для здійснення МГС з урахуванням властивостей інших видів рослинницької продукції.

**Практична значущість.** Отримані результати свідчать про доцільність використання модифікованого газового середовища для збільшення строків зберігання швидкопсувної продукції рослинного походження, оскільки застосування МГС на діючих холодильниках не потребує внесення конструктивних змін та застосування додаткового обладнання.

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

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

Введення в 2012 році в експлуатацію 38 га нових високотехнологічних теплиць дозволило одержати врожай тепличних овочів на рівні  $445 \times 10^3$  т., що на 12% перевищило показники минулого року [2].

Дані Міністерства аграрної політики й продовольства України (МАПіПУ) свідчать про те, що зростання обсягів виробництва рослинної продукції протягом останніх років змусило підвищити увагу до розвитку інфраструктури аграрного ринку, особливо до будівництва овоче-, фрукто-, картоплекховищ і оптових ринків сільгосппродукції [3]. Це обумовлено насамперед тим, що недостатня місткість загальної системи зберігання за зростання виробництва плодоовочевої продукції й картоплі призводить до різкого збільшення втрат цієї продукції й латентних енерговитрат, а в результаті - до необхідності збільшення її експорту й зростання імпорту закордонної або реекспорту власної продукції для забезпечення вимог національної продовольчої безпеки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання проблеми,** свідчить, що поява уваги до будівництва нових овоче-, фрукто-, картоплекховищ за відсутності уваги до стану морального й фізичного зношування діючих об'єктів холодильного господарства не дозволяє вирішити проблеми оптимальної збалансованості аграрного сектору. Це пов'язано насамперед з 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 холодної обробки й зберігання. В останні десятиліття в розвинених країнах світу з метою подовження строків зберігання й збереження якості рослинної продукції в охолоджуваних приміщеннях використовуються додаткові фактори впливу, серед яких варто назвати регульоване газове середовище (РГС), модифіковане газове середовище (МГС), озонування й ін. Виконаний огляд численних результатів досліджень ефективності цих факторів показав, що кожний з них, безумовно, має переваги й недоліки. При цьому, на нашу думку, в холодильниках, виготовлених за застарілими проектними рішеннями, найбільш доцільним є використання модифікованого газового середовища, тому що при цьому немає необхідності використовувати додаткову енергоспоживчу апаратуру (газогенератори) або витратні препарати, такі як антисептики.

**Мета досліджень.** Основною метою нашої роботи стало визначення ефективності використання МГС під час зберігання листових салатів, які є одними з таких овочів, що легко 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 упаковки й повітряним середовищем у камері холодильника.

**Результати досліджень.** У цей час для створення бар'єрного механізму під час фільтрації газового середовища застосовуються два основних типи мембран:

- суцільні плівки, які забезпечують фільтрацію  $\text{CO}_2$  і  $\text{O}_2$  крізь поверхню мембрани;
- перфоровані плівки з невеликими отворами або мікроперфорацією в якості первинну газообмінну транспортну мережу.

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

Проникність  $\text{CO}_2$  і  $\text{O}_2$  для суцільних плівок збільшується зі зростанням температури, тоді як дифузія газів через перфоровані отвори практично нечутлива до температурних змін.

Основні показники полімерних мембран, які були використані в експериментах, такі:

- діаметр робочої зони –  $23,0 \pm 0,5$  мм;
- товщина мембрани –  $0,120 \pm 0,020$  мм;
- площа мембрани –  $4,15$  см<sup>2</sup>;
- капілярний діаметр мембрани – 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» городньої культури.

Установлено, що тривалість формування газового середовища за рахунок подиху продукту не перевищувала три доби з моменту їхньої герметизації.

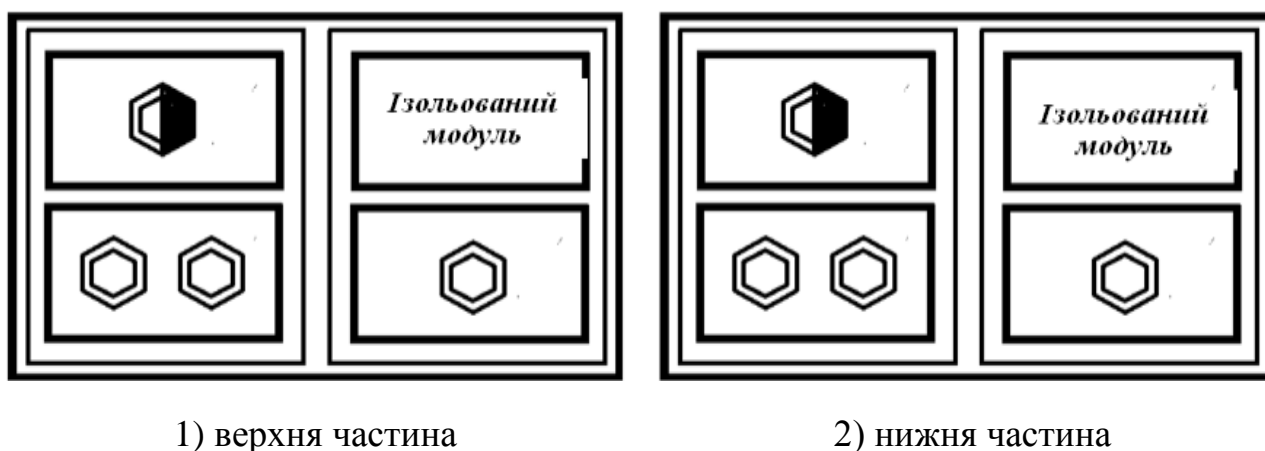


Рисунок 1 – Розташування модулів в холодильнику

Досліджено чотири варіанти розташування мембран в упакованні-модулі: один ізольований модуль (без мембрани), одна друга мембрани, одна мембрана, дві мембрани;

Після первісних вимірів наступні виміри проводилися через 3, 5, 10, 20, 30 днів (аж до псування). Середня вага закладки =  $811 \pm 5$  г. У процесі проведення досліджень температура підтримувалася на рівні  $t = 2-3$  °С, а відносна вологість повітря – не нижче  $\varphi = 95\%$ .

Визначення газового складу проводили на газовому хроматографі «Цвет 5000». Відповідно до технічних характеристик приладу, похибка не перевищувала 0,5% (рисунок 2).

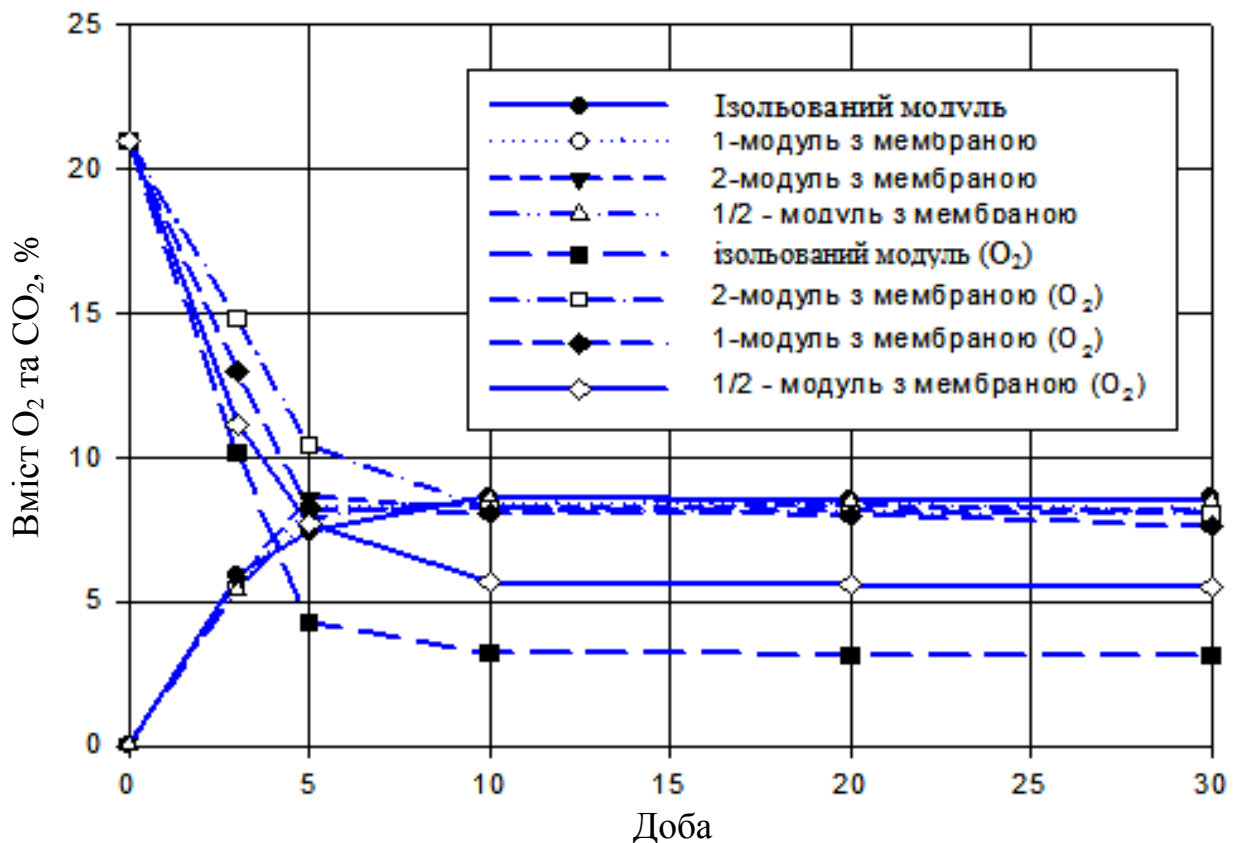


Рисунок 2 – Зміна газового складу CO<sub>2</sub> і O<sub>2</sub> всередині модулів

Зберігання листового салату в модулях з модифікованим газовим середовищем дозволило сповільнити процес визрівання й подовжило термін зберігання без зниження товарної якості салату.

Органолептичні показники після чотирьох тижнів показали, що найгірші показники (зокрема повне зів'янення) спостерігаються в ізолюваному модулі.

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

У процесі досліджень, одночасно з визначенням газового складу й вимірами концентрації вітаміну С, нами проведено виміри кольору листя, який характеризує зміну салату в процесі зберігання. Доцільність контролювання змін кольору підтверджується тим, що колір листя салату є найбільш важливим показником, котрий свідчить про його якість.

Експериментальні дані про вимірювання кольору листя салату із застосуванням спектрального денситометра наведено в таблиці 1. Усереднені значення були отримані на основі використання за проведення вимірів трьох зразків листя салату, взятих з верхньої частини холодильника. Статистичну різницю між обраними листками виявлено не було. Для того, щоб розрізнити якість салату були також проведені виміри для пожовтілих листків. Кращі результати продемонстрував варіант з двома мембранами.

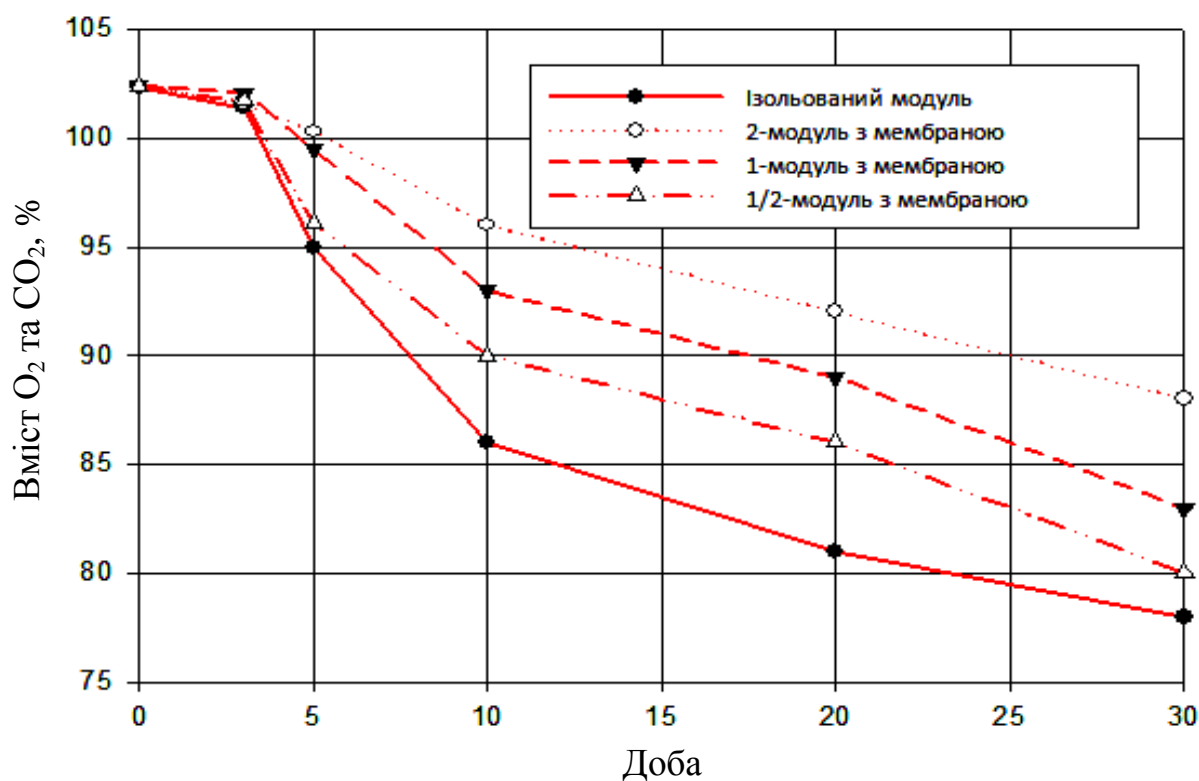


Рисунок 3 – Зміна вмісту вітаміну С

Таблиця 1 – Зміна кольору листя салату в процесі зберігання

Кількість мембран і показники кольору	Кількість мембран на пакуванні							
	0		½		1		2	
	Показник a* кольору листя салату за Хантером							
	Зелений	Пожовтілий	Зелений	Пожовтілий	Зелений	Пожовтілий	Зелений	Пожовтілий
Строки зберігання								
Початкові дані	7,1	–	-7,2	–	-7,2	–	-7,1	–
3-я доба	6,9	–	7,1	–	-7,2	–	-7,1	–
5-а доба	-6,5	-4,8	-7,0	-5,2	-7,1	-5,4	-7,1	-5,8
10-а доба	-5,8	-4,0	-6,8	-5,0	-6,9	-5,2	-7,0	-5,6
20-а доба	-5,6	-3,3	-6,7	-3,9	-6,8	-5,1	-7,0	-5,2

**Висновок.** Результати проведеної роботи дозволяють зробити висновок про те, що технологія зберігання з використанням як додаткового фактора впливу модифікованого газового середовища (МГС), є ефективним засобом зменшення втрат і збільшення тривалості строків зберігання швидкопсувної рослинної продукції на діючих холодильниках АПК України.

#### Список літератури / References:

1. Урядовий кур'єр. – 2012. – № 230, 13 груд. – С. 1.  
Uriadovyi kurier, 2012, no. 230, December 13, p. 1.

2. Режим доступу: <<http://economics.unian.net/rus/news/.54469-minagroprod-prognoziruuet-stroitelstvo-52-ga-teplits-v-2013-godu.html>>. Available at: <http://economics.unian.net/rus/news/.54469-minagroprod-prognoziruuet-stroitelstvo-52-ga-teplits-v-2013-godu.html>.
3. Про продовольчу безпеку Проект Закону України від 28.квіт. 2011 р. № 8370-1. Verkhovna Rada of Ukraine (2011), The Project law of Ukraine “Proyekt zakona Ukrainy “O prodovolstvennoi bezopasnosti””, no. 8370-1.

**Цель.** Целью статьи является подтверждение эффективности оптимального конструктивного выбора мембран как применение положительного фактора влияния МГС при хранении листовых салатов в охлаждаемых грузовых пространствах.

**Методика.** В процессе проведения экспериментальных исследований использованы модули с полупроницаемыми полимерными мембранами. Модифицированная газовая среда образовывалась в результате газообмена между листьями салата и средой в замкнутом пространстве модуля, а также между этой средой и внешним воздухом через мембраны, материал которых имеет селективную проницаемость для компонентов газовой среды.

**Результаты.** Проведенные исследования подтверждают, что холодильная технология хранения с использованием модифицированной газовой среды (МГС) как дополнительного фактора влияния является эффективным средством сокращения потерь и увеличения продолжительности сроков хранения скоропортящейся растительной продукции на действующих холодильниках АПК Украины.

**Научная новизна.** Научная новизна состоит в подборе оптимального размера полупроницаемых мембран определенной конструкции для листового салата определенного сорта и определенной общей массы в упаковке, которая подтверждает целесообразность дальнейшего проведения исследований для выбора оптимального варианта конструктивных решений мембран для осуществления МГС с учетом свойств других видов растениеводческой продукции.

**Практическая значимость.** Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования модифицированной газовой среды (МГС) для увеличения сроков хранения скоропортящейся продукции растительного происхождения, поскольку применение МГС на действующих холодильниках не нуждается во внесении конструктивных изменений и применении дополнительного оборудования.

**Ключевые слова:** плодоовощная продукция, продолжительность хранения, качество, технология, измерение цвета.

**Objective.** The aim of article is to confirm efficiency of optimal constructive selection of membranes as application of positive impact factor of modified gaseous atmosphere by storage of leaf lettuces in cooled cargo areas.

**Methods.** In process of carrying out of experimental investigations there were used modules with semi-permeable polymeric membranes. Modified gaseous atmosphere was created in consequence of gaseous interchange between lettuce leaves and medium in enclosed space of module, and also between this medium and extraneous air through membranes, material of which has selective permeability for gaseous atmosphere components.

**Results.** Fulfilled investigations certify that refrigeration technology of storage using modified gaseous atmosphere as additional impact factor is effective means of loss reduction and increasing of storage time of perishable vegetative production on the acting refrigerators of agribusiness of Ukraine.

**Scientific novelty.** Academic novelty is in selection of optimal size of semi-permeable membranes of defined construction for leaf lettuce of certain kind and certain total mass in pack, which certifies expediency of further carrying out of investigations in order to select optimal variant of

*constructive decisions concerning membranes for fulfillment of modified gaseous atmosphere taking into consideration other types of plant products.*

**Practical value.** *Get results give the evidence of expediency of modified gaseous atmosphere usage in order to increase storage time of perishable vegetative production, as far as usage of modified gaseous atmosphere on acting refrigerators is unneedful of introduction of constructive alterations and usage of additional equipment.*

**Key words:** *fruit and vegetable production, storage duration, quality, technology, color measurement.*

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук,  
проф., Потаповим В.О.  
Дата надходження 28.11.2013 р.*