

М.М. Масліков, канд. техн. наук

С.Г. Потапов, ас.

М.М. Старенький, магістрант

M. Maslikov

S. Potapov

M. Starenkiy

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ РОЗПОДІЛУ ВОЛОГОВМІСТУ У ПРОСТОРИ
МОДИФІКОВАНОГО ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА

INVESTIGATION OF THE VARIABLE ALLOCATION OF MOISTURE
CONTENT IN THE SPACE OF MODIFIED GAS ATMOSPHERE

Проведений дослід зі зберігання яблук «Джонаголд» у контейнері з модифікованим газовим середовищем. Опрацьовані результати дослідження та встановлені залежності зміни вологовмісту в просторі контейнера

Ключові слова: зберігання фруктів; модифіковане газове середовище; вологовміст; випаровування вологи; конденсація вологи; дихання плодів;

We experimented on the storage of "johngold" apples in the container with modified gas atmosphere. We adapted results of the experiment and established regularities of moisture content change in the container space.

Key words: fruit storage; modified gas atmosphere; moisture content; evaporation water; condensation water; fruit breathing;

Існує багато технологій зберігання продуктів рослинного походження (ПРП) у свіжому вигляді, зміст яких полягає у гальмуванні процесу метаболізму. Головними завданнями під час зберігання є збереження поживних речовин та маси.

Визначальним процесом метаболізму ПРП під час зберігання є дихання, що являє собою хімічну реакцію. Вплив температури на нього пояснюється законом Вангофа і використовується як основний фактор зберігання ПРП. Додатковими факторами впливу на процеси дихання є зміна концентрації компонентів газового середовища: кисню, двоокису вуглецю. Принцип технології МГС полягає у використанні природної здатності ПРП поглинати кисень та виділяти двоокис вуглецю. В обмеженому просторі ПРП будуть змінювати концентрацію цих газів. Регуляція концентрації компонентів газового середовища досягається за рахунок використання газопроникних матеріалів у якості контейнеру. Таким чином, технологія зберігання ПРП у МГС у поєднанні з холодильним зберіганням комплексно вирішує завдання якісного зберігання ПРП.

Дослідження зміни концентрацій компонентів газового середовища дають змогу обрати матеріал плівки пакету. Головний критерій вибору - значення концентрацій кисню та двоокису вуглецю, які будуть створюватися всередині герметичного пакету. Дотримання оптимальних концентрацій дає змогу покращити збереження поживних речовин.

Збереження маси продукту залежить від протікання тепломасообмінних процесів. Теорії, що їх описують, апробуються на даних з усихання ПРП під час зберігання. Вони не описують механізми розподілення тепловологісних процесів, що відбуваються в газовому середовищі контейнера МГС: випаровування вологи з поверхні продукту, перенесення вологи з прилеглих зон плоду до стінки контейнера, конденсацію вологи на стінці.

Дослідження цих процесів не розвинене в зв'язку з відсутністю методів вимірювання відносної вологості та температури в локальних зонах середовища зі змінами в часі.

Джерелом тепла та вологи всередині контейнера МГС є ПРП. Відповідно у зонах, прилеглих до плоду, значення вологовмісту буде вищим. Зворотний процес буде спостерігатися на стінці контейнера, оскільки навколишнє середовище є більш холодним відносно температури поверхні плоду, тобто, вологовміст буде нижчим. Вологовміст пропорційний парціальному тиску, якщо не враховувати зміни концентрації газів. За рахунок різниці парціальних тисків водяної пари буде відбуватися перенесення вологи від ПРП до стінки.

За методикою, запропонованою автором, були проведені дослідження на яблуках «Джонаголд». Зібрані дані зміни відносної вологості в часі на різних відстанях від поверхні яблука, при обробці яких отримано графічне зображення зміни вологовмісту в часі та просторі.

Для побудови графіка вологовмісту для кожного вимірювального вузла (ВВ) були вираховані з відносної вологості φ і температури t за залежностями:

$$d = j \cdot d_n, \quad (1)$$

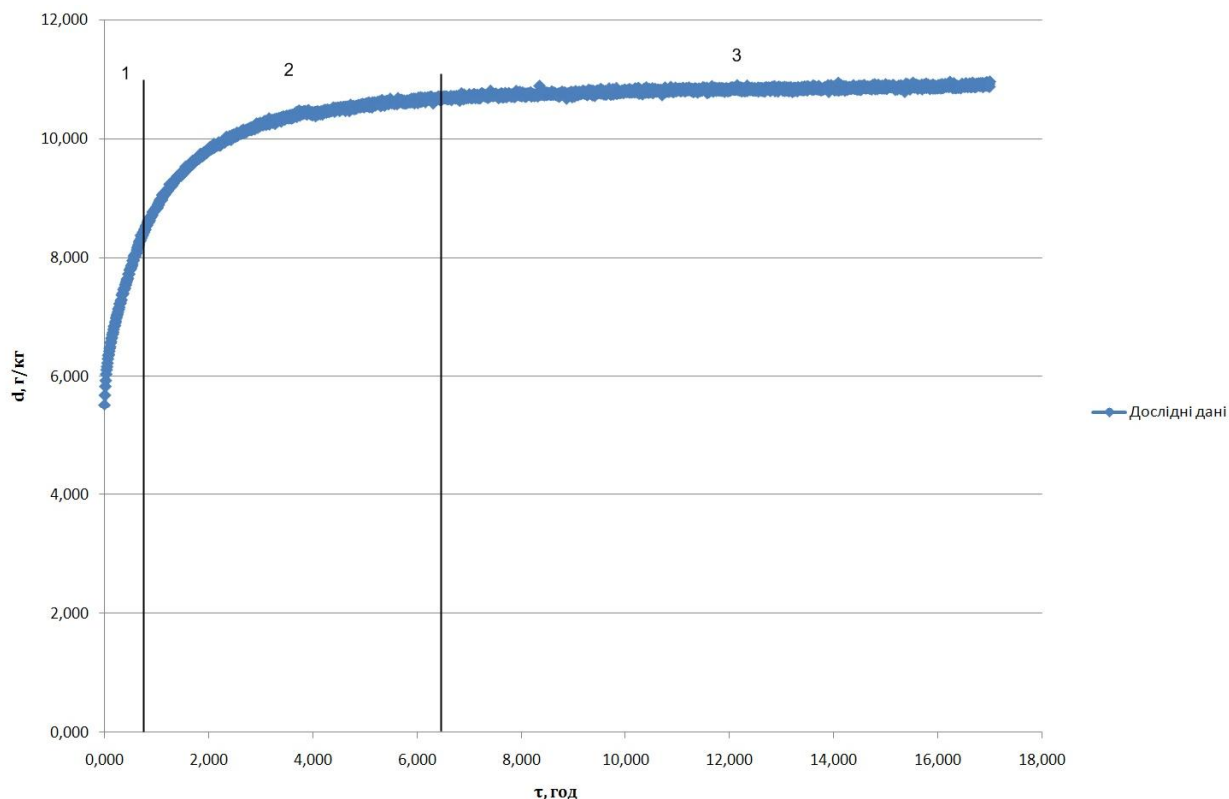
$$d_n = 3,957 \cdot e^{0,062 \cdot t + 0,061}, \quad (2)$$

де d_n – вологовміст у стані насичення, г/кг; φ – відносна вологість повітря, %; t – температура, °C.

На графіку $d(\tau)$, що зображено на рис.1. чітко розрізняються ділянки монотонних функцій, які відповідають певним режимам:

1. Швидке зростання вологовмісту на проміжку часу від 0 до 0,5 год.
2. Вихід на встановлений режим від 0,5 до 7 год.
3. Встановлений режим між плодом, газовим середовищем та стінкою контейнера з заданою температурою.

Для кожної ділянки за методом найменших квадратів, який реалізовується в програмі MathCAD, визначені коефіцієнти функцій, що описують протікання процесу.



Точки перегину знайдені у MathCAD, як рішення системи рівнянь:

Given

$$y := k \cdot x + m$$

$$y := a \cdot \ln(b \cdot x + c) + d$$

$$\begin{pmatrix} x1 \\ y1 \end{pmatrix} := \text{Find}(x, y)$$

Given

$$y := a \cdot \ln(b \cdot x + c) + d$$

$$y := e \cdot x + f$$

$$\begin{pmatrix} x2 \\ y2 \end{pmatrix} := \text{Find}(x, y)$$

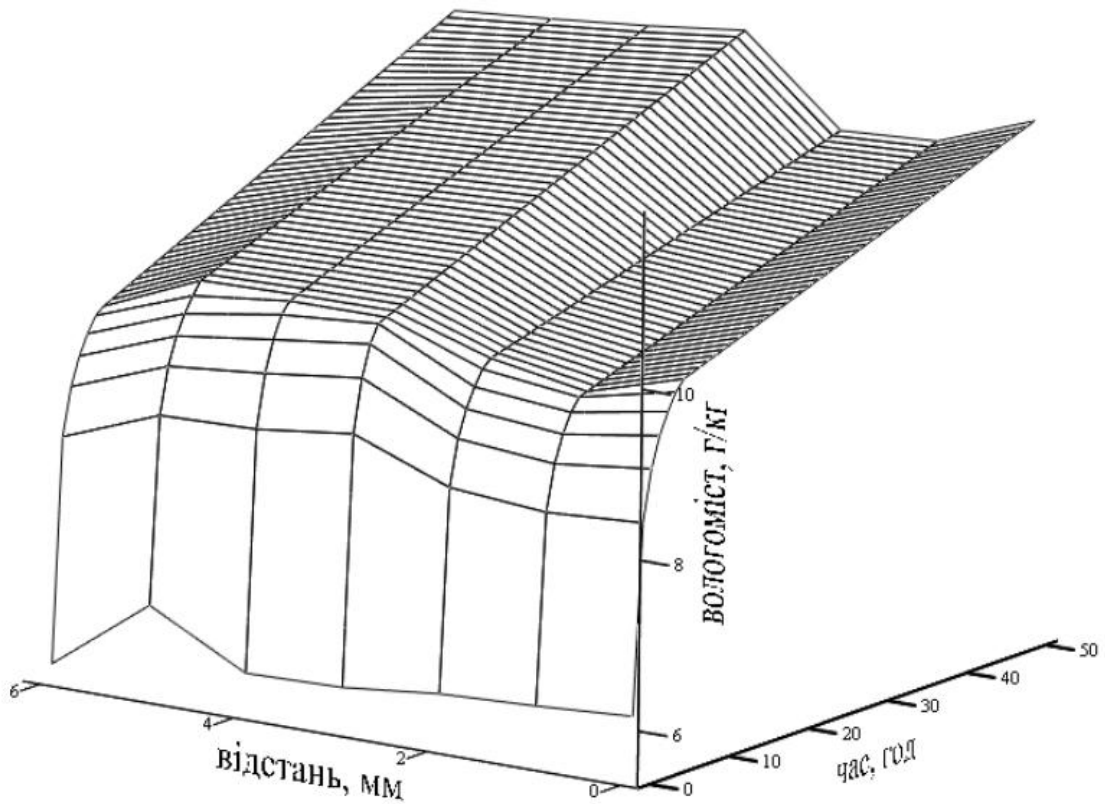
Коефіцієнт детермінації (3) розрахованих функцій лежить в межах від 0,987 до 0,995.

$$R^2 = \left(\frac{\sum (D - P)^2}{\sum (D - C_{p.зн})^2} \right)^2, \quad (3)$$

де D – дослідне значення; P – розрахункове значення; $C_{p.зн}$ – середнє арифметичне значення дослідних даних;

На рис.2. показано графічне зображення зміни вологовмісту в часі та просторі контейнера МГС, яке отримали сумістивши отримані функції $d(\tau)$ з врахуванням відстані від ПРП. З графіка видно, що специфічний розподіл вологовмістів між поверхнями плоду та контейнера практично незмінний в часі. Він демонструє стабільність у часі протягом досліду

потоків вологи, що випаровується з поверхні плоду та конденсується на поверхні контейнера.



Висновок. Створено методику дослідного визначення полів температури та вологовмісту у МГС. Проведено дослід на яблуках «Джонаголд», побудоване та проаналізоване графічне відображення механізму тепломасообміну в часі та просторі МГС.