

## МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ АДГЕЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАБАЧКІВ І ГАРБУЗА

Ялпачик В. Ф., д.т.н.,

ORCID: 0000-0002-0349-2448

Тарасенко В. Г., к.т.н.,

ORCID: 0000-0002-0275-0281

Михайленко О. Ю., інженер

ORCID: 0000-0001-7587-4544

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

*імені Дмитра Моторного*

Тел. (0619) 42-13-06

*Постановка проблеми.* Заморожування вважається найкращим способом тривалого зберігання плодів і овочів, оскільки, таким чином зберігається їх смак, колір, текстура, поживна цінність.

Залежно від технологічних схем подальшої переробки замороженої сировини плоди, кабачків і гарбуза можуть піддаватися заморожуванню як в цілому, так і у фрагментованому вигляді (кружечками, кубиками тощо). Однак в цьому випадку поверхня нарізаних фрагментів покривається крапельками вологи (сік пошкоджених клітин), що в процесі заморожування веде до злипання фрагментів у великі блоки.

У зв'язку з цим виникла необхідність попереднього підморожування подрібнених /кабачків і гарбузів перед їх заморожуванням до повної відсутності вологи на поверхні або ж до появи льодового шару, який буде перешкоджати злипанню фрагментів.

Здатність матеріалів проявляти певні сили взаємодії з іншим матеріалом або поверхнями з металу або тканини, які контактують з ними називають *адгезією*. Дослідженню цієї властивості при заморожуванні фрагментованих кабачків присвячена ця робота.

*Аналіз останніх досліджень.* Явище адгезії харчових продуктів вивчалось по відношенню до м'ясопродуктів, сирної маси, борошняного тіста, ряду кондитерських виробів. Серед вчених, які досліджували властивості адгезії харчових продуктів, слід зазначити Рогова І. А., Горбатова А. В., Ніколаєва Б. А., Іонова А. Г [2, 3, 4]. Однак літературних даних по вивченню адгезії плодоовочевої сировини практично немає.

Дослідження адгезійних властивостей такої цінної сировини для заморожування, як кабачки і гарбузи, становить практичну зацікавленість, має велике значення при обґрунтуванні і виборі оптимального режиму заморожування.

*Формулювання цілей статті (постановка завдання).* Основне завдання, яке ставиться в цій статті – дослідити адгезійні властивості фрагментів кабачків при заморожуванні з метою визначення температури зовнішнього шару, при якій адгезія відсутня.

*Основна частина.* За визначенням теорії адгезії досліджуваний матеріал носить назву *адгезиву*. При дослідженні використовували принципи, які реалізують нормальний розрив двох плоскопаралельних дисків, між якими знаходиться продукт. З метою обґрунтування режиму заморожування визначали адгезійні властивості в залежності від температури заморожування і часу попереднього контакту продукту з дисками.

Правильне вимірювання величини сил адгезії можливо лише за умов, коли при відриві адгезиву поверхня, з якої він був пов'язаний, буде чистою (не має слідів цього матеріалу). Адгезія залежить від ряду технологічних характеристик: вологості, складу продукту, ступеня подрібнення тощо.

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

Адгезію  $P_0$ , Па, визначали як питому силу нормального відриву продукту від пластини:

$$P_0 = \frac{P}{F_0} \quad (1)$$

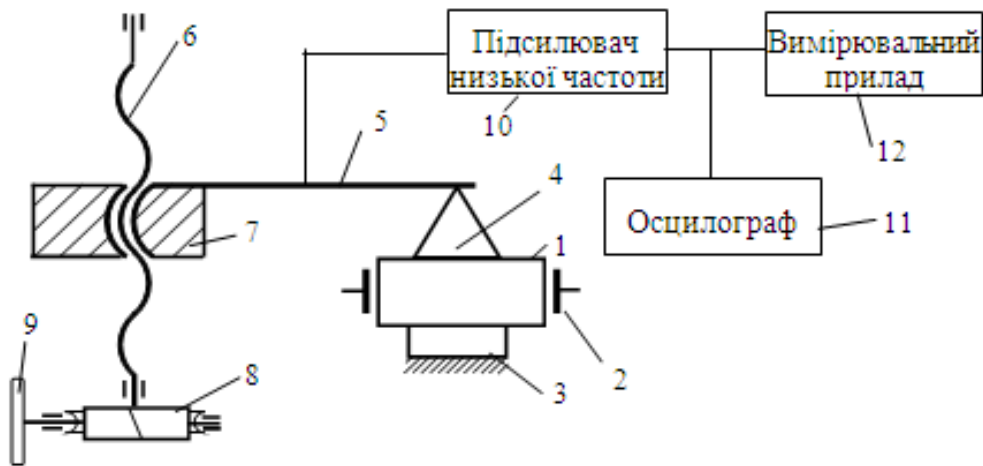
де  $P$  – сила відриву, Н;

$F_0$  – геометрична площа пластини, м<sup>2</sup>.

Для вивчення адгезії використовували прилад, в якому зусилля відриву вимірюється по деформації тензометричної балки із записом результату на стрічці осцилографа [5]. Балка закріплена так, що допускає тарування до і після дослідів.

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

Пластина виготовлена із нержавіючої сталі 09Х15Н210, площа пластини 0,000936 м<sup>2</sup>. Фотографію приладу для вимірювання адгезії представлено на рис. 2.



1 – дослідний зразок; 2 – затискач; 3 – нерухома площадка;  
4 – пластина; 5 – тензометрична балка; 6 – гвинт; 7 – гайка;  
8 – черв'ячна пара; 9 – маховик; 10 – тензопідсилювач;  
11 – осцилограф; 12 – вимірювальний прилад.

Рис. 1. Схема приладу для вимірювання адгезії.

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



1 – тензобалка; 2 – міліамперметр; 3 – тензопідсилювач; 4 – блок живлення.

Рис. 2. Фотографія приладу для вимірювання адгезії.

Для оцінки впливу різних факторів на адгезію кабачків і гарбузів були проведені серії дослідів за методикою, описаною вище: залежно від часу, тиску попереднього контакту і від температури

підморожування. На рис.3 представлений графік залежності адгезії сировини від часу попереднього контакту.

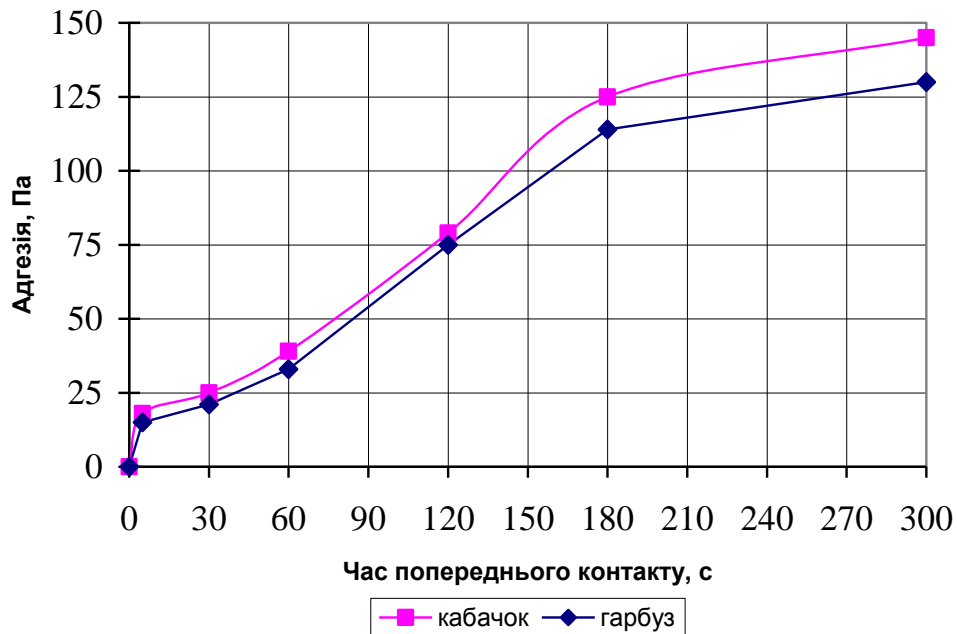


Рис. 3. Залежність адгезії від часу попереднього контакту.

Представлена на рис.4 крива відображає залежність адгезії кабачків і гарбузів від тиску попереднього контакту.

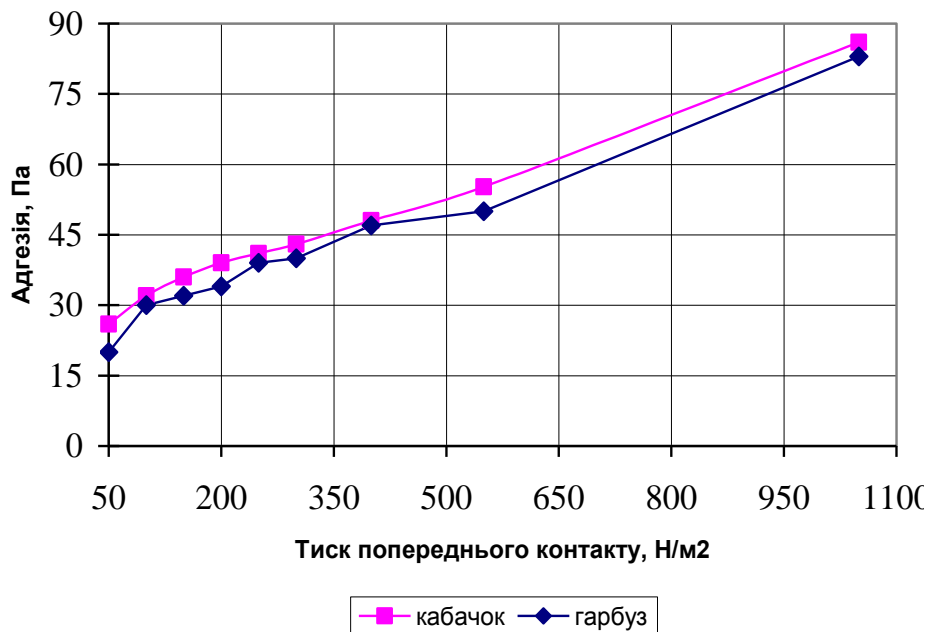


Рис. 4. Залежність адгезії від тиску попереднього контакту.

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

Питання про змінення адгезії при зміні температури на поверхні продукту становить значну практичну зацікавленість. Результати наведені на рис.5.

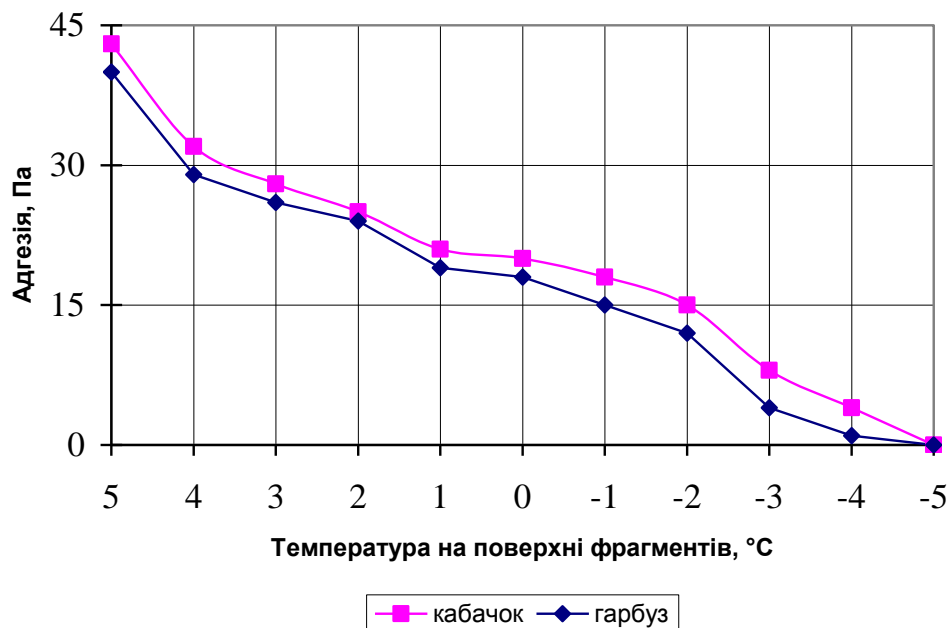


Рис. 5. Залежність адгезії від температури на поверхні фрагментів.

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

*Висновки.* Отримані в даній роботі залежності величини адгезії фрагментів нарізаних кабачків і гарбузів від основних факторів, що діють на них в процесі заморожування, дають можливість використання їх при розробці раціональних режимів обробки холодом даного рослинної сировини. Адгезія залежить перш за все від структурно-механічних особливостей досліджуваних об'єктів. Адгезія нарізаних фрагментів кабачків і гарбузів визначається умовами вимірювання і залежить від характеру прикладення зовнішнього зусилля.

#### Література:

1. Ялпачик В. Ф. Методика визначення фізико-механічних та теплофізичних властивостей плодів, овочів і ягід при тривалому зберіганні в замороженому виді. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2005. Вип.29. С.81-90
2. Рогов И. А., Горбатов А. В. Физические методы обработки пищевых продуктов. Москва: Пищевая промышленность, 1974. 583 с.

3. Николаев Б. А. Измерение структурно-механических свойств пищевых продуктов. Москва: Экономика, 1964. 224 с.
4. Ионов А. Г., Моргунов С. М. Уменьшение адгезии при замораживании мясопродуктов в скороморозильных аппаратах. Москва: ЦНИИТЭИмясомолпром, 1982. 20 с. (Обзорная информация).
5. Ялпачик В. Ф., Буденко С. Ф., Тарасенко В. Г. Исследование адгезионных свойств кабачков. *Холодильна техніка і технологія*. 2007. № 4 (108). С. 58–60.
6. Ялпачик В. Ф., Стручаев К. Н., Тарасенко В. Г. Обоснование размеров кусочков тыквы и кабачков при замораживании. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2006. Вип. 37. С. 176–182.
7. Стручаев К. Н., Ялпачик В. Ф., Бровченко С. А. Методика определения оптимальных кусочков тыквы при замораживании. *Проблеми та перспективи розвитку аграрної механіки* : матер. Міжна. наук.-практ. конференції. Дніпропетровськ, 2004. С. 92–94.
8. Николаев Н. С., Мерзляков А. И. Процесс замораживания пищевых продуктов и методика его расчета. *Холодильная техника*. 2005. № 8. С. 34–37.
9. Масліков, М. М. Способи швидкого заморожування харчових продуктів. *Мясное дело*. 2005. № 12. С. 54-55.
10. Shi X., Datta A. K., Throops J. A. Mechanical Property Changes During Freezing of a Biomaterial. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*. 1998b. Vol. 41. P. 1407–1414.

## МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ АДГЕЗІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КАБАЧКІВ І ГАРБУЗА

Ялпачик В. Ф., Тарасенко В. Г., Михайленко О. Ю.

### Анотація

Стаття присвячена дослідженню адгезійних властивостей фрагментів подрібнених кабачків і гарбуза при заморожуванні з метою подальшої розробки режимів заморожування і технології зберігання плодоовочевої продукції. Для вивчення адгезії використовували прилад, в якому зусилля відриву вимірюється по деформації тензометричної балки із записом результату на стрічці осцилографа. При зниженні температури на поверхні продукту адгезія зменшується, це пояснюється тим, що утворювана на поверхні фрагментів нарізаних овочів крижана кірка перешкоджає злипанню фрагментів кабачків і гарбузів між собою. Температура, при якій адгезія практично відсутня, становить мінус 4 мінус 5°C. Адгезія залежить перш за все від структурно-механічних особливостей досліджуваних об'єктів. Адгезія нарізаних фрагментів кабачків і гарбузів визначається умовами вимірювання і залежить від характеру прикладення зовнішнього зусилля.

**Ключові слова:** заморожування, крижана корка, адгезія, деформація, тензометрична балка.

## МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ КАБАЧКОВ И ТЫКВЫ

Ялпачик В. Ф., Тарасенко В. Г., Михайленко Е. Ю.

### Аннотация

Статья посвящена исследованию адгезионных свойств фрагментов измельченных кабачков и тыквы при замораживании с целью дальнейшей разработки режимов замораживания и технологии хранения плодоовощной продукции. Для изучения адгезии использовали прибор, в котором усилие отрыва измеряется по деформации тензометрической балки с записью результата на ленте осциллографа. При снижении температуры на поверхности продукта адгезия уменьшается, что объясняется тем, что создаваемая на поверхности фрагментов нарезанных овощей ледяная корка препятствует слипанию фрагментов кабачков и тыквы между собой. Температура, при которой адгезия практически отсутствует, составляет минус 4 минус 5 °С. Адгезия зависит прежде всего от структурно-механических особенностей исследуемых объектов. Адгезия нарезанных фрагментов кабачков и тыквы определяется условиями измерения и зависит от характера приложения внешнего усилия.

**Ключевые слова:** замораживание, ледяная корка, адгезия, деформация, тензометрическая балка.

## METHODOLOGY AND RESULTS OF RESEARCH OF ADHESION PROPERTIES OF SQUASH AND PUMPKIN

V. Yalpachik, V. Tarasenko, O. Mikhailenko

### Summary

The article is devoted to the study of the adhesive properties of fragments of chopped squash and pumpkin during freezing with the aim of further developing freezing modes and storage technology for fruits and vegetables. Freezing is considered the best way for long-term storage of many vegetables and fruits, since, thus, their taste, color, texture, nutritional value are preserved. Depending on the technological schemes for the further processing of frozen raw materials, squash and pumpkin can be frozen both in whole and in fragmented form (in circles, cubes, etc.). However, in this case, the surface of the sliced pieces is covered with droplets of moisture (juice of damaged cells), which during freezing leads to adhesion of fragments into large blocks. In this regard, there was a need to pre-freeze the crushed fruits of squash before freezing them until moisture is removed on the surface or until an ice layer appears that will prevent pieces from sticking together. To study adhesion, a device was used in which the separation force is measured by the deformation of the strain gauge beam with the result recorded on the oscilloscope tape. When the temperature on the surface of the product decreases, the adhesion decreases, which is explained by the fact that the ice crust created on the surface of the sliced vegetables prevents the sticking of the squash and pumpkin fragments to each other. The temperature at which adhesion is practically absent is minus 4 minus 5 °C. The dependences obtained in this work on the adhesion values of sliced squash and pumpkin fragments on the main factors acting on them during the freezing process make it possible to use them in developing rational modes of cold processing of this plant material. Adhesion depends primarily on the structural and mechanical features of the objects under study. The adhesion of chopped slices of squash and pumpkin is determined by the measurement conditions and depends on the nature of the application of external force.

**Key words:** freezing, ice crust, adhesion, deformation, strain gauge beam.