

УДК 664.8.037.5.635  
© 2009

**В.Ф. ЯЛПАЧИК,**  
кандидат технічних наук

Таврійський державний  
агротехнологічний університет,  
м. Мелітополь

РОЗВИТОК НАУКОВИХ  
ОСНОВ ЗБЕРІГАННЯ  
ПЛОДОВО-ОВОЧЕВОЇ  
ПРОДУКЦІЇ  
У ЗАМОРОЖЕНОМУ СТАНІ

*Обґрунтовано метод заморожування плодово-овочевої продукції під тиском. Наведено спосіб визначення гідростатичного тиску в плодах.*

У вітчизняній і зарубіжній практиці накопичений досвід і є засоби для продовження термінів придатності продуктів, що забезпечують мінімальні зміни в своїх якісних показниках. Для збереження довгострокових запасів харчових продуктів метод холодильної обробки дозволяє кардинально розв'язати проблему збереження харчових продуктів. По витратах енергії холодильна обробка має переваги порівняно з тепловою обробкою.

Безумовно, що стабільність продукту в процесі зберігання залежить від вибору режимів холодильної обробки.

На сьогодні найпоширенішими режимами заморожування все ще залишаються режими заморожування в повітряному середовищі. Проте дослідження показали [1–3], що в разі правильного вибору режимів заморожування, зберігання і дефростації під тиском плоду за тривалого зберігання дещо змінюють свої біологічні і фізико-механічні властивості.

Вибір режимів заморожування спрямований передусім на забезпечення умов для зниження ушкоджувальної дії осмотичного тиску води; зменшення деформації біологічного об'єкта кристалами льоду, що ростуть; досягнення зневоднення біологічного об'єкта, достатнього для запобігання в клітинній кристалізації [4, 5].

Гідростатичний тиск сприяє підтримувannya форми плоду, впливаючи на рух води, і розчиненню речовин. Про наявність гідростатичного тиску свідчить той факт, що при проколюванні плодів з них бризкає сік. Якби стінки клітини були ідеально пружними, то після дефростації плід зберігав би первинний вигляд. Проте вона не є ідеально пружною,

може розтягуватися, а плід після дефростації зморщується.

Тому щоб виключити це явище, за мету було дослідити заморожування і розморожування плодів з дотриманням динамічної рівноваги, тобто проводити всі дії за гідростатичного тиску, який дорівнює тиску в плодах.

Осмотичний тиск відіграє велику роль в біологічних явищах. Так, постійний осмос у середині клітин утворює в плодах підвищений гідростатичний тиск, що і обумовлює міцність та пружність тканин. Осмотичний тиск клітинного соку простіше всього визначити криоскопічним методом за рівнянням Ван Гоффа [4]

$$P = i \cdot r \cdot R \cdot T,$$

де  $P$  – осмотичний тиск, атм;

$i$  – ізотонічний коефіцієнт;

$r$  – концентрація розчину, моль/л;

$R$  – газова константа;

$T$  – температура від абсолютного нуля, К.

Відомо, що кожний моль речовини, доданий до води, викликає зниження температури замерзання розчину на 1,86 °С (криоскопічна постійна). Знаючи цю постійну, можна визначити ефективну концентрацію (активність) розчину і у такий спосіб обчислити величину осмотичного тиску.

Відомо, що збереження плодів і ягід проводять за температури –20 °С, тому з точки кривої зміни коефіцієнта теплопровідності, відповідної –20 °С, опустимо перпендикуляр до перетину з лінією осмотичного тиску, відповідною даному плоду (рис. 1 та 2). Точка перетину і відповідатиме гідростатичному тиску, тобто такому тиску, за якого необхідно проводити заморожування продукції.

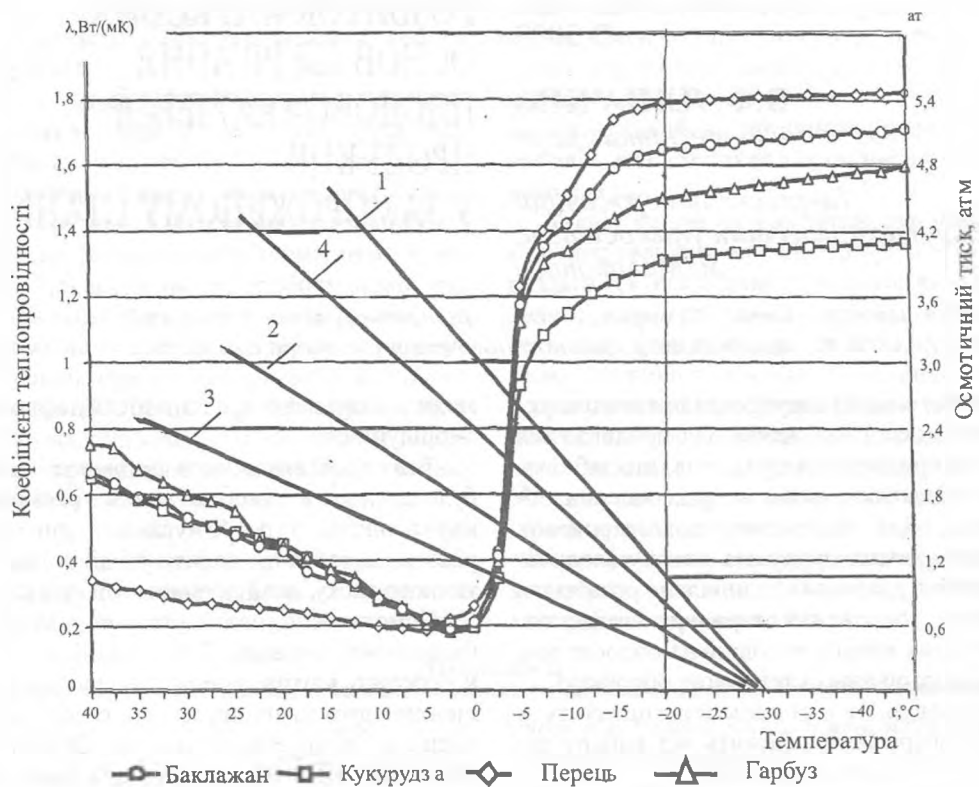


Рис. 1. Графіки зміни коефіцієнта теплопровідності і осмотичного тиску від температури: 1 – гарбуз; 2 – кукурудза; 3 – баклажан; 4 – перець

Одержані дані підтверджують, що заморожування і дефростацію потрібно проводити за тиску для баклажан – 0,03 МПа, кукурудзи – 0,045, перець – 0,067, винограду – 0,07 МПа. Плоди, заморожені і дефростовані під тиском, мають значно кращий вигляд, ніж плоди, заморожені і дефростовані в звичайних умовах.

Для визначення гідростатичного тиску в плодах нами розроблений прилад, який складається зі сталеві трубочки 5 з отворами 6 по всій довжині і діаметру, з плоскої гумові трубки 1 з приклеєною на стінці липучкою, з ручного насоса 2 і манометра 3 (рис. 3).

Визначення тиску здійснювалося таким чином: сталеві трубочкою протикали плід так, щоб верхній і нижній кінці трубочки виходили за плід, потім трубочку за допомогою спеціального шомпола 4 прочищали і чекали, коли з неї перестане капати сік.

По закінченні сіковиділення плід обмоту-

вали гумовою трубкою 1, яка утримувалася на ньому липучкою. За допомогою насоса 2 в трубці поволі починали створювати тиск, який передавався на плід. Із появою першої краплі соку з плоду на манометрі 3 фіксували тиск, який відповідає гідростатичному тиску в плодах.

Дані, наведені в таблиці, свідчать про те, що результати, одержані експериментальним шляхом і за допомогою розробленого пристрою, дещо відрізняються від показників, одержаних графоаналітичним способом.

У багатьох вітчизняних і зарубіжних роботах описується вплив низьких температур на мікроструктуру плодів і овочів, проте це питання вивчено недостатньо.

Щоб дізнатися про особливості мікроструктури рослинної тканини були порівняні фіксовані гістологічні зрізи до і після заморожування під тиском. Мікроскопічні зйомки і фотографування виконували на мікроскопі для морфологічних досліджень МІКМЕД-1



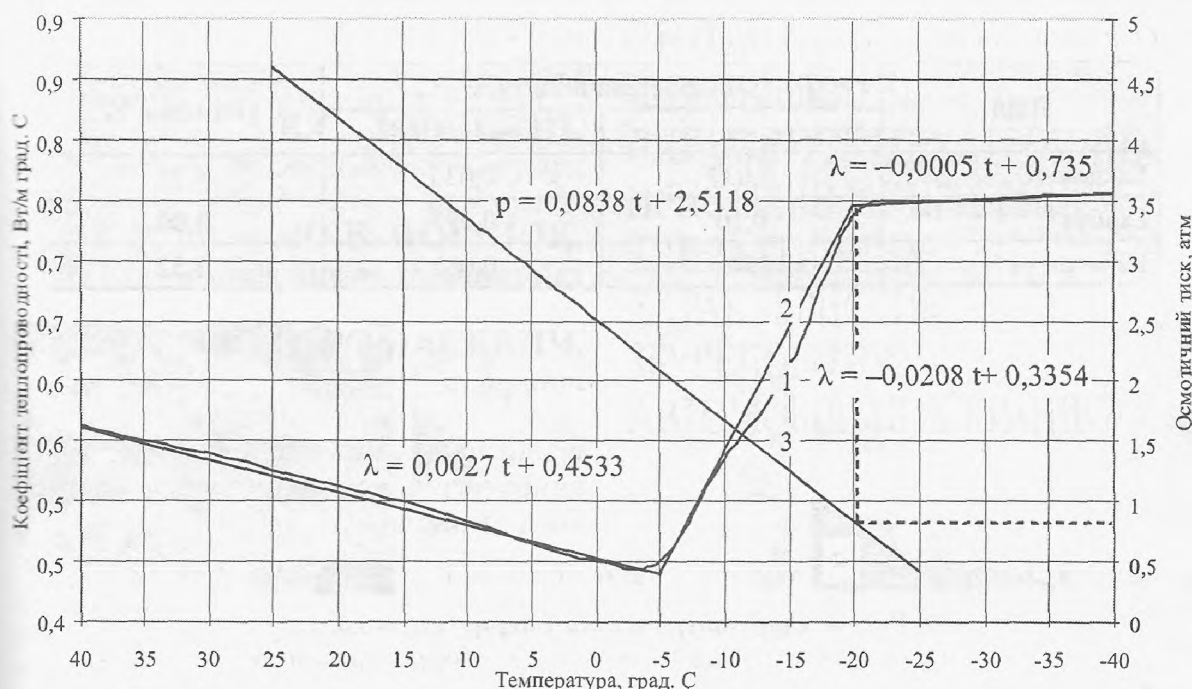


Рис. 2. Залежність коефіцієнта теплопровідності винограду і осмотичного тиску від температури заморожування: 1 – реальна лінія; 2 – апроксимуюча лінія; 3 – осмотичний тиск

зі спеціальною приставкою Web-камерою Mustek Weam 300.

Тканина свіжого перцю (рис. 4,а) складається з клітин п’яти- і шестикутної форми, ядра округлі, оболонки клітин не деформовані.

У перці, замороженому під тиском (рис. 4,б), форма клітин залишилася правильною, їх оболонки збереглися без розривів, проте тканини деяких клітин стали більш розширеними, інших здавленими.

Зберігання перцю, замороженого під тиском протягом 6 місяців, не викликало видимих змін в структурі його тканин після дефростації (рис. 4,в). Проте, зазначимо, клітини дещо змінили свою первинну форму, стали більш витягнутими. Можна припустити, що тут має місце явище перекристалізації і укрупнення в міжклітинниках кристалів льоду, які здавили клітини.

Клітини свіжих баклажанів і гарбузів кулясті, ядра округлої форми. Мікроструктури тканин заморожених під тиском і свіжих плодів дещо відрізнялися. Після дефростації в плодах баклажанів, що зберігалися в замороженому вигляді протягом 6 місяців, виявлені незначні структурні зміни. Найбільш зміненими були тканини м’якоті гарбуза, дефростованого під тиском. Форма клітин стала неправильною, змінилися їх розміри. Видні явні розриви тканини, очевидно в місцях найінтенсивнішого вимерзання вологи.

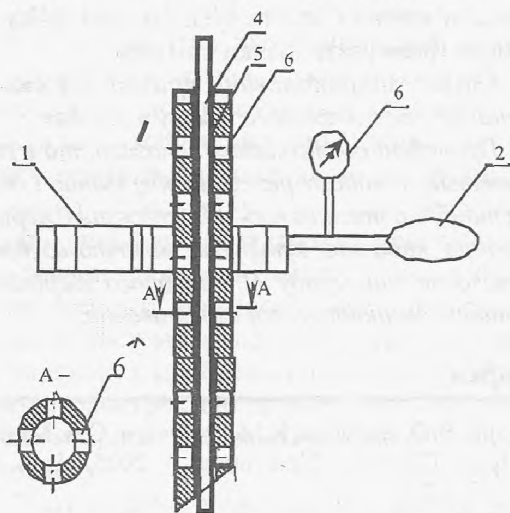


Рис.3. Прилад для визначення гідростатичного тиску в плодах: 1 – гумова трубка; 2 – ручний повітряний насос; 3 – манометр; 4 – шомпол; 5 – трубка з отворами; 6 – отвір

## Гідростатичний тиск деяких зидів плодів

Плід	Гідростатичний тиск		Помилка, %
	експериментальний	теоретичний	
Баклажан	0,032	0,030	6,25
Гарбуз	0,10	0,097	3,00
Кабачок	0,084	0,082	3,52



Рис. 4. Структура клітин перцю солодкого:  
а – свіжого; б – замороженого; в – дефростованого

Тканинна структура кукурудзи молочно-воскової стиглості у свіжому стані мала чітко виражені клітини крохмалю, добре видимі міжклітинники, заповнені водою і білковими речовинами. Заморожені під тиском клітини зерна кукурудзи здебільшого зберегли свою первинну структуру; кількість наявної води в них становить 65,70 %. При заморожуванні в зернах утворюється така кількість кристалів льоду, які неістотно впливають на деформацію клітин та на розрив їх оболонки.

Проте крохмальні зерна за знижених температур клейстеризуються і кількість їх значно зменшується.

Тканина свіжого винограду складається з клітин серпоподібної форми, ядра округлі, оболонки клітин не деформовані. У замороженому під тиском винограді форма клітин залишилася правильною, їх оболонки не мали

розривів, але тканини одних клітин були більш розширені, інших здавлені. 6-місячне зберігання винограду замороженим подальша дефростація на структуру його тканин видимих змін не дали. Як і в солодкого перцю, клітини дещо змінили свою форму і стали більш витягнутими. Можна припустити, що тут також мають місце явища перекристалізації; утворені в міжклітинниках крупні кристали льоду здавили клітини, проте зусилля здавлення не змогло травмувати стінки клітини.

Отже, запропоновано прилад для визначення гідростатичного тиску в плодах.

Проведені дослідження показали, що в разі правильного вибору режимів зберігання і дефростації під тиском плоди баклажанів, перцю, гарбузів, кабачків, кукурудзи молочно-воскової стиглості, винограду за тривалого зберігання незначно змінюють свої властивості.

## Бібліографія

1. Ялпачик В.Ф. Новий метод замороживання і размороживання / В.Ф. Ялпачик // Овощеводство. – 2005. – № 11. – С. 63.
2. Ялпачик В.Ф. Новий спосіб заморожування та дефростації баклажанів / В.Ф. Ялпачик // Холодильна техніка і технологія. – 2005. – № 4. – С. 85–87.
3. Ялпачик В.Ф. Енергетичний аналіз процесів заморожування і дефростації плодовоовочевої продукції / В.Ф. Ялпачик, К.М. Стручасв, С.А. Мінько // Праці ТДАТА. – Мелітополь. – 2005. – Вип. 34. – С. 62–67.
4. Лост Х. Физиология клетки / Х. Лост; пер. с англ. и предисл. доктора биол. наук Р.Р. Ликмана. – Г. : Мир, 1975.
5. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / [Н.Н. Третьков и др.]; под ред. Н.Н. Третькова. – Г. : Колос, 1998. – 640 с.