

DOI 10.36074/grail-of-science.24.12.2021.025

## ЗМІНА ВМІСТУ БІОКОМПОНЕНТІВ ПЛОДІВ ТА ЯГІД ПРИ ЗАМОРОЖУВАННІ РІЗНИМИ СПОСОБАМИ

Камінська Світлана Владиславівна 

канд. техн. наук, доцент кафедри технології оздоровчих продуктів  
Національний університет харчових технологій, Україна

Сімахіна Галина Олександрівна 

доктор техн. наук, професор,  
професор кафедри технології оздоровчих продуктів  
Національний університет харчових технологій, Україна

Науменко Наталія Валентинівна 

доктор філол. наук, професор,  
професор кафедри іноземних мов професійного спрямування  
Національний університет харчових технологій, Україна

**Анотація.** Сучасні вимоги до якості та безпеки харчових продуктів вимагають подальшого розвитку технологій зберігання та транспортування агропродовольчої продукції, зокрема плодів та ягід. Ці технології повинні забезпечувати збереження якісних показників продукції, що зберігається, незалежно від термінів. У наукових статтях зарубіжних та вітчизняних вчених доведено, що при заморожуванні хімічний склад сировини та напівфабрикатів істотно не змінюється і їх властивості максимально наближені до сировинних.

Одним із найважливіших параметрів, що впливають на якість харчових продуктів, напівфабрикатів та сировини під час зберігання та охолодження, є температура зберігання, а при виробництві заморожених продуктів і їх використанні - температура та швидкість заморожування.

**Ключові слова:** заморожування, температура, плоди, ягоди, аскорбінова кислота, біофлавоноїди.

Плодово-ягідна сировина – основне джерело постачання населення продукцією з підвищеним вмістом вітамінів, мінеральних сполук, інших біологічно активних речовин для забезпечення необхідних щоденних фізіологічних потреб організму людини. Однак, це сировина сезонна, не придатна у свіжому вигляді до тривалого зберігання, тому період її споживання досить обмежений. І лише використання методів заморожування та низькотемпературного зберігання дає можливість зберегти властивості, склад і харчову цінність плодів та ягід, здійснити їх більш глибоке перероблення [1] і, головне, забезпечити потреби населення у високовітамінній продукції впродовж року, особливо у міжсезонний період за відсутності свіжої сировини [2]. Останні кілька років асортимент замороженої плодово-ягідної продукції на вітчизняному

ринку постійно розширюється [3], а попит на неї за прогнозами аналітиків щороку збільшується на 15-20%. В період, коли немає свіжої сировини (а це понад 6 місяців щороку), саме заморожені плодово-ягідні напівфабрикати стають основою для виробництва холодних закусок, гарячих страв, десертів, салатів, оздобы для кондитерських виробів, наповнювачів для кисломолочних продуктів, морозива; сировиною для отримання соків, морсів, напоїв тощо.

Використання заморожених плодово-ягідних напівфабрикатів на підприємствах, в закладах ресторанного та громадського харчування має багато й інших переваг як з точки зору якості та безпеки замороженої продукції, так і щодо економічної складової. Штучний холод у харчовій промисловості дає можливість: отримувати стандартизовані продукти, стабільні за якісними та органолептичними показниками впродовж тривалого терміну зберігання; зменшувати втрати робочої сили, оскільки відпадає необхідність мити, перебирати, сортувати плоди та ягоди перед кулінарним обробленням і скоротити виробничі площі; зменшити тривалість кулінарного оброблення, тому що під впливом низьких температур при заморожуванні сировини відбувається деяке розм'якшення структурних елементів рослинних клітин та деструкція високополімерів; тривалий час зберігати заморожені матеріали без використання штучних консервантів та антиокислювачів, шкідливих для здоров'я людини; істотно зменшити втрати вітаміну С та інших нутрієнтів при кулінарному обробленні дефростованих плодів та ягід, так як його тривалість зменшується в кілька разів.

Ефективність заморожування підтверджено численними експертними дослідженнями, хіміко-технологічною оцінкою заморожених і дефростованих напівфабрикатів, їх належними споживчими характеристиками і постійно зростаючим попитом у споживачів.

Розрізняють декілька видів швидкості заморожування біооб'єктів: дуже повільне – менше 1 м/с; повільне – 1...4 м/с; швидке – 5...50 м/с; надшвидке 50...70 м/с [4]. Швидке заморожування сприяє утворенню дрібних (в середньому 11\*25\*30 мкм), рівномірно розподілених у міжклітинному просторі кристалів льоду. Гістологічний аналіз швидкозаморожених рослинних тканин показує, що зміни її структури загалом зводяться до деякої деформації клітин без порушення їх загальної цілісності. Саме тому при дефростації заморожених матеріалів втрати клітинного соку незначні.

При повільному заморожуванні, навпаки, утворюються великі кристали льоду (в середньому 200\*400\*800 мкм), розміщені у міжклітинному просторі. В результаті тиску кристалів льоду на оболонки клітин, особливо в місцях їх найбільшого скупчення, вони частково або повністю руйнують мікроструктури об'єктів заморожування. Негативний вплив такого явища особливо проявляється при дефростації заморожених матеріалів вологоутримуюча здатність тканин різко знижується і, відповідно, зростає вологовіддача і витікання із зруйнованих клітин соку разом з розчиненими в ньому БАР. Їх втрати досягають 70-80%.

Оптимальними параметрами швидкого заморожування рослинних матеріалів є температура заморожування -30...-37°C; середня швидкість руху охолодженого повітря 5...8 м/с. Тривалість заморожування безпосередньо залежить від розміру плодів і ягід, їх заморожування в цілому чи подрібненому вигляді тощо, і повинна визначатись для кожного конкретного виду сировини.

Особливої уваги потребують ті біооб'єкти, які в свіжому вигляді мають невеликий термін зберігання. Наприклад, плоди вишні при температурі -1°C та

відносній вологості повітря 95% втрачають свої якісні та кількісні показники уже через 15 діб, а в модифікованому газовому середовищі за тих же умов -2 місяці. Тому необхідно продовжувати дослідження в даному напрямі, зокрема, вдосконалюючи сучасні технології заморожування сільськогосподарської сировини [2].

Ми провели дослідження плодів вишні та ягід суниці та аронії щодо їхньої здатності до холодових адаптацій при заморожуванні. У таблиці 1 наведено результати біохімічного складу свіжих плодів вишні, ягід суниці та аронії чорноплідної, а на рис. 1, 2 заморожених при різних температурах напівфабрикатів.

З даних табл. 1 видно, що обрані для досліджень об'єкти є багатим джерелом необхідних людині вітамінів і органічних кислот, тому їхні втрати необхідно мінімізувати при подальшому консервуванні, зберіганні та розморожуванні.

Таблиця 1

Основні показники свіжих плодів та ягід (збір 2020 р.)

| Сировина     | Вміст аскорбінової кислоти, мг/100г | Вміст біофлавоноїдів, мг/100г | Вміст органічних кислот, г/100г |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Плоди вишні  | 74,8±0,06                           | 1448,0±0,3                    | 1,08±0,01                       |
| Ягоди суниці | 128,6±0,07                          | 1834,0±0,19                   | 1,12±0,01                       |
| Ягоди аронії | 117,6±0,04                          | 2295,0±0,24                   | 0,74±0,06                       |

[авторська розробка]

На рис. 1, 2 наведено результати вмісту вітамінів в цих біооб'єктах при різних температурах заморожування (-20°C; -36°C; -196°C).

Нами було встановлено залежність втрат біокомпонентів від температури заморожування сировини: при -20°C плоди вишні втратили 21 мг/100г вітаміну С (28%), ягоди суниці – 81 мг/100г (62,3%), ягоди аронії – 76 мг/100г (64,4%). Повністю зберігається вітамін С при зрошуванні матеріалів рідким азотом (-196°C), а швидке заморожування також забезпечує значно менші втрати вітаміну С, ніж повільне: наприклад, у ягодах суниці вони зменшились з 62,3% до 49,6 % (рис.1).

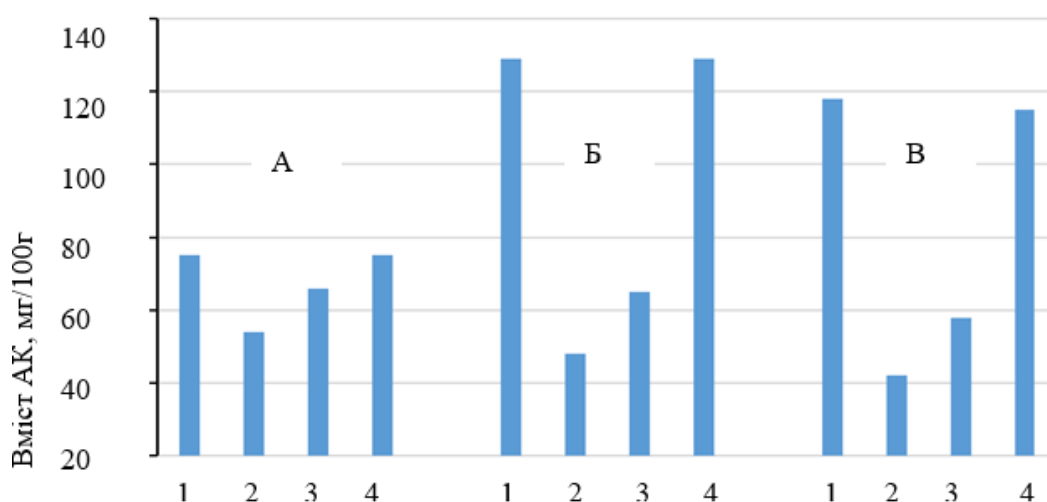


Рис. 1. Динаміка зміни вмісту аскорбінової кислоти в зразках залежно від температури заморожування: А – плодах вишні, Б – ягодах суниці, В – ягодах аронії (1 – контроль, свіжі матеріали; 2 – температура -20°C; 3 – температура -37°C; 4 – температура -196°C).

Біофлавоноїди меншою мірою піддаються холодовим впливам і ступінь їх збереження вищий, ніж аскорбінової кислоти (рис.2). Те ж стосується і органічних кислот.

Аналіз отриманих даних дає змогу зробити ряд висновків. Передусім різні температури і, відповідно, різні швидкості заморожування по-різному впливають на ступінь збереження основних біокомпонентів. При повільному заморожування ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) втрати біокомпонентів найбільші – до 68,6% по аскорбіновій кислоті, до 44,1% по біофлавоноїдам, до 24,4% по органічним кислотам.

При середній швидкості заморожування ( $-36^{\circ}\text{C}$ ) для всіх видів плодів і ягід відзначено значно менші втрати і вітамінів, і органічних кислот. Найкращі результати отримано при зрошуванні плодів і ягід рідким азотом ( $-196^{\circ}\text{C}$ ) за максимально можливої швидкості заморожування. Втрати біокомпонентів мінімальні.

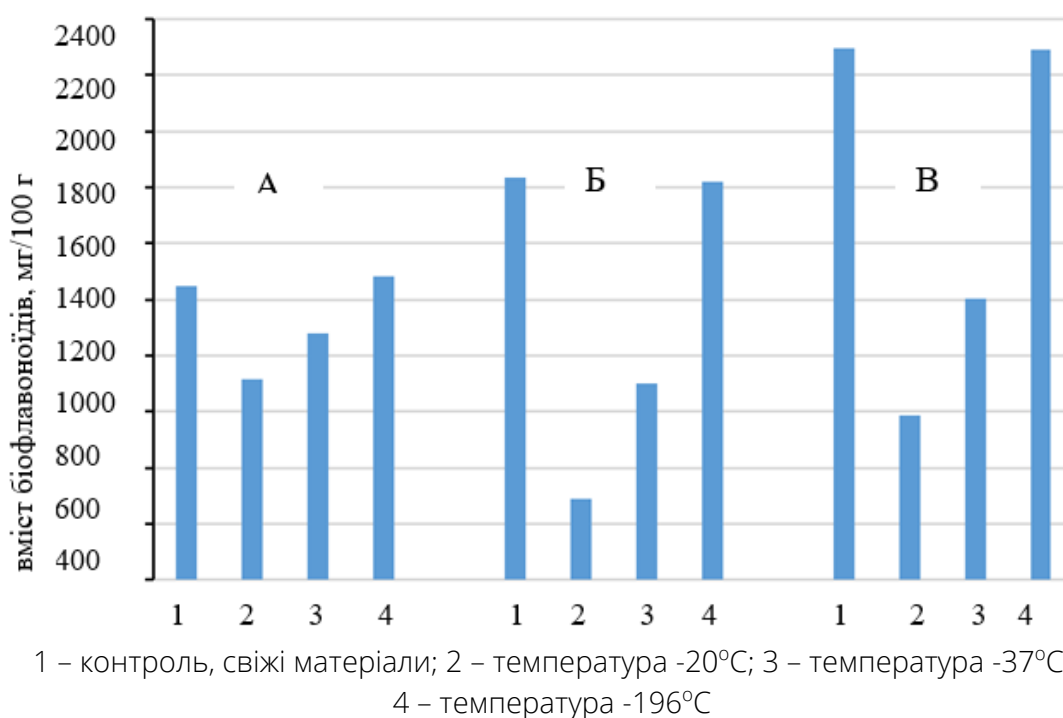


Рис. 2. Динаміка зміни вмісту біофлавоноїдів в зразках залежно від температури заморожування: А – плодах вишні, Б – ягодах суниці, В – ягодах аронії

Незважаючи на те, що за ефективністю спосіб зрошування сировини рідким азотом переважає швидке заморожування, для практичної реалізації і враховуючи економічні показники швидке заморожування є цілком прийнятним, зважаючи на достатню якість отриманої продукції, очікуване пригнічення розвитку мікробіологічних процесів і наявність необхідного обладнання на сучасних харчових підприємствах та закладах ресторанного господарства.

**Висновки.** Температура і, відповідно швидкість заморожування, істотно впливають на зміну біохімічних показників біооб'єктів. Повільне

заморожування, провокуючи появу великих кристалів льоду, котрі чинять руйнівний вплив на клітини і тканини матеріалів, призводять до значних втрат аскорбінової кислоти (до 64,4%) і дещо менших по біофлавоноїдах та органічних кислотах.

Оптимальним є швидке заморожування (температура -35...-37°C), тим більше що саме цей спосіб в нинішній час використовується і в харчовій промисловості, і в закладах ресторанного господарства.

#### **Список використаних джерел:**

- [1] Стрингер, М. & Деннис, К. (2004). *Охлажденные и замороженные пищевые продукты: научные основы и технологии (перевод с англ.)*. Санкт-Петербург: Профессия.
- [2] Орлова, Н. Я. & Белінська, С. О. (2005). *Заморожені плодовоовочеві продукти: проблеми формування асортименту та якості: монографія*. Київ: КНТУ.
- [3] Сало, І. А. & Попова, О. П. (2019). Розвиток українського ринку плодів і ягід в умовах глобалізації. *Садівництво. Міжвідомчий тематичний науковий збірник*. (74), 160-170.
- [4] Белоус, А. М. & Грищенко, В. И. (1994). *Криобиология*. Киев: Наукова думка.