

Громадська організація “Міжнародна асоціація науковців”
Національний університет “Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка”
кафедра економіки, підприємництва та маркетингу

Київський національний університет

імені Тараса Шевченка

кафедра ядерної фізики та високих енергій

Національний університет харчових технологій

кафедра жирів, хімічних технологій харчових добавок та косметичних засобів

Громадська організація

“Європейська Асоціація Економістів”

Лодзький університет (Польща)

Варшавська школа економіки (Польща)

Національний технологічний інститут Мотилала Неру Аллахабад (Індія)

Батумський державний університет імені Шота Руставелі (Грузія)

Університет менеджменту безпеки в Кошицях (Словаччина)



МАТЕРІАЛИ
IV заочної Міжнародної
науково-практичної конференції
“АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ НАУКИ ТА ОСВІТИ: РЕАЛІЇ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ”

11 листопада 2025 року,
м. Київ

2025



УДК 664.8:66.048.6

Левківська Тетяна Миколаївна

к.т.н., доц.

Національний університет харчових технологій, м. Київ

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7214-6584>

Марченко Артем Володимирович

Національний університет харчових технологій, м. Київ

ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0001-0190-9481>

**ОХОЛОДЖУВАЛЬНІ АГЕНТИ ДЛЯ ЗАМОРОЖУВАННЯ ПЛОДІВ:
ХАРАКТЕРИСТИКА, ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ**

Tetiana Levkivska, Artem Marchenko

**COOLING AGENTS FOR FREEZING FRUITS: CHARACTERISTICS,
ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

Заморожування плодово-ягідної сировини є одним із найефективніших способів збереження її харчової та біологічної цінності. На відміну від традиційного сушіння, яке супроводжується термічними руйнуванням вітамінів, антоціанів, органічних кислот та ароматичних речовин, заморожування дозволяє максимально зберегти природну структуру, колір, смак і біоактивні компоненти плодів. У сучасній харчовій промисловості застосовуються різні типи морозильних агентів, кожен з яких має свої технологічні особливості, переваги та обмеження. Вибір агента залежить від типу обладнання, вимог до екологічної безпеки, енергоефективності та специфіки плодів, що заморожуються [1].

Найпоширенішим методом є механічне заморожування охолодженим повітрям, яке циркулює в камерах при температурі -18°C до -40°C . Цей метод є доступним і економічно обґрунтованим, проте має суттєвий недолік – повільне охолодження призводить до утворення великих кристалів льоду, що пошкоджують клітинні мембрани плодів. Як наслідок, після розморожування спостерігається втрата текстури, витік соку та зниження органолептичних властивостей.

Аміак (NH_3) – один із найстаріших і найефективніших охолоджувальних агентів. Він має нульовий озоноруйнівний потенціал (ODP) і низький потенціал глобального потепління (GWP), що робить його екологічно прийнятним. Аміак забезпечує високу теплопровідність і ефективне теплообмінне охолодження, що особливо важливо для швидкого заморожування плодів. Недоліки аміаку – токсичність, різкий запах і корозійність для кольорових металів. Його використання потребує спеціального обладнання, герметичності системи та високого рівня безпеки [2].

Вуглекислий газ (CO_2) – це природний холодоагент, який активно використовується в системах криогенного заморожування. Він має нульовий



ODP і дуже низький GWP. Вуглекислий газ ефективний при наднизьких температурах і добре підходить для заморожування делікатних плодів, таких як малина, полуниця, ожина. Основним обмеженням є високий робочий тиск, що вимагає спеціального обладнання з підвищеною міцністю. Крім того, CO₂ має нижчу енергоефективність у порівнянні з аміаком.

Ізобутан (R600a) і пропан (R290) – це екологічно чисті холодоагенти з низьким GWP. Вони мають добру термодинамічну ефективність і сумісність із сучасними компресорними системами. Їх використовують переважно в малих і середніх холодильних установках. Головним недоліком є горючість, що вимагає дотримання суворих норм безпеки при монтажі та експлуатації [2].

Більш ефективним є використання фреонових систем (R134a, R404A, R507), які забезпечують стабільне охолодження при температурі –30 °C і нижче. Їхня головна перевага – стабільність, нетоксичність і сумісність з більшістю матеріалів. Вони забезпечують ефективне охолодження при середніх і низьких температурах, що робить їх придатними для заморожування фруктів, ягід і соків. Проте фреони мають високий GWP і не розкладаються в атмосфері, що спричиняє їх поступове вилучення з обігу. Крім того, їхня утилізація потребує спеціальних процедур [2].

Найбільш інноваційним і технологічно досконалим методом є кріогенне заморожування з використанням рідкого азоту (–196 °C) або рідкого/твердого вуглекислого газу (–78,5 °C). Ці агенти забезпечують надшвидке охолодження, що дозволяє уникнути утворення великих кристалів льоду. Завдяки цьому структура плодів зберігається майже без змін, а біоактивні речовини залишаються стабільними. Особливо це важливо для ягід з тонкою шкіркою, таких як барбарис, чорниця, малина, які чутливі до механічного впливу та втрати кольору. До недоліків слід віднести високу вартість, потребу в спеціальному кріогенному обладнанні та ризик обмороження при неправильному поводженні [2].

Окрім вибору холодоагента, важливу роль у збереженні якості плодів відіграють кріопротектори – речовини, що запобігають пошкодженню клітин при заморожуванні. Їхнє завдання – мінімізувати утворення кристалів льоду, стабілізувати мембрани та зберегти внутрішню вологу.

До кріопротекторів належать цукри (сахароза, трегалоза), поліоли (гліцерин, сорбіт), білки (желатин, альбумін), амінокислоти та деякі харчові полімери. Вони можуть застосовуватись у вигляді розчинів для занурення або обприскування перед заморожуванням. Їхня дія базується на фізико-хімічних механізмах: зниженні точки замерзання, зв'язуванні вільної води, зменшенні осмотичного стресу. У результаті – плоди після розморожування зберігають природну текстуру, соковитість і смак. Втім, застосування кріопротекторів потребує точного дозування. Надмірна кількість може змінити смак продукту або викликати небажані реакції. Крім того, деякі речовини мають обмеження щодо використання в дитячому харчуванні або органічному виробництві [1].



Сучасні технології заморожування плодів – це поєднання ефективного охолоджувального агента, оптимального температурного режиму та оптимально підбраного кріопротектора. Таке поєднання дозволяє не лише зберегти зовнішній вигляд і харчову цінність плодів, а й розширити географію їх постачання, збільшити термін зберігання та задовольнити вимоги найвибагливіших споживачів.

Список використаних джерел

1. Сімахіна Г., Кочубей-Литвиненко О. Комбінована ресурсоефективна технологія заморожених плодово-ягідних напівфабрикатів. *Наукові праці НУХТ*. 2023.Т. 29, №5. С. 143-156 URL: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2023-29-5-14>
2. Холодоагенти: переваги, недоліки та правильний вибір. *Ягідник*. 2021. URL: <https://jagodnik.info/holodoagency-perevagy-nedoliky-ta-pravylnyj-vybir/>