

УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

СИМАХІНА Г.О.

lyutik.0101@gmail.com

доктор технічних наук, професор,

завідувач кафедри технології оздоровчих продуктів

КАМІНСЬКА С.В.

аспірант кафедри технології оздоровчих продуктів

Національний університет харчових технологій

м. Київ, Україна

Ключовим питанням у підтриманні продовольчої безпеки України, досягнутої в останні роки, є стійке забезпечення населення харчовими продуктами, в тому числі і оздоровчого призначення, на основі раціонального використання сільськогосподарської сировини, скорочення її втрат, підвищення ефективності виробництва у всьому агропромисловому комплексі. Ці плани реально здійснити шляхом широкого використання інноваційних технологій у переробній та харчовій промисловості.

Загальним завданням є організація постачання населенню якісних продуктів не лише в сезон збору та перероблення плодоовочевої сировини, і не лише у сировинних зонах, а протягом усього року, в усіх регіонах України і в широкому асортименті.

Для скорочення втрат сировини і її цінних біокомпонентів (передусім вітамінів) у процесі перероблення необхідно розробляти та реалізувати нові, значно досконаліші технології харчових продуктів, адекватних за компонентним складом потребам сучасної людини – продуктів оздоровчого, профілактичного, функціонального призначення [1].

Накопичений світовий досвід показує, що найбільш ефективним способом вирішення цієї проблеми є використання низькотемпературних

технологій при заготівлі сільськогосподарської продукції, її транспортуванні, переробленні, зберіганні та реалізації, оскільки традиційні високотемпературні процеси призводять до руйнування більшості біологічно активних речовин сировини, втрат мікро- та макроелементами легкозасвоюваної органічної форми, утворення неперетравлюваних протеолітичними ферментами комплексів тощо [2].

Використання штучного холоду викликає мінімальні зміни харчової та біологічної цінності сировини і отриманих з неї готових продуктів, їх якості та органолептичних показників. Разом з тим, за економічністю та особливо питомими витратами енергії спосіб консервування харчових матеріалів заморожуванням має значні переваги перед методами теплового оброблення – пастеризацією, стерилізацією, сушінням тощо.

Недаремно за прогнозами фахівців і за даними ЮНЕСКО у міжнародному прогнозі «Іжа. Третє тисячоліття» пріоритетним методом консервування харчової сировини визнано штучний холод у всіх його модифікаціях і варіантах використання [3].

У Національному університеті харчових технологій розроблено удосконалену технологію перероблення плодово-ягідної сировини на заморожені напівфабрикати підвищеної харчової та біологічної цінності і тривалого терміну зберігання без погіршення їхніх якісних та органолептичних показників. Новим підходом до вдосконалення існуючих технологій отримання заморожених напівфабрикатів є використання широкого спектру сполук-кріопротекторів, які захищають рослинні клітини від кріоушкоджень при заморожуванні, що є основним чинником збереження біокомпонентного складу рослинних матеріалів після заморожування, зберігання та дефростації.

Технологія заморожених плодів та овочів складається з таких основних послідовних процесів (рис.).

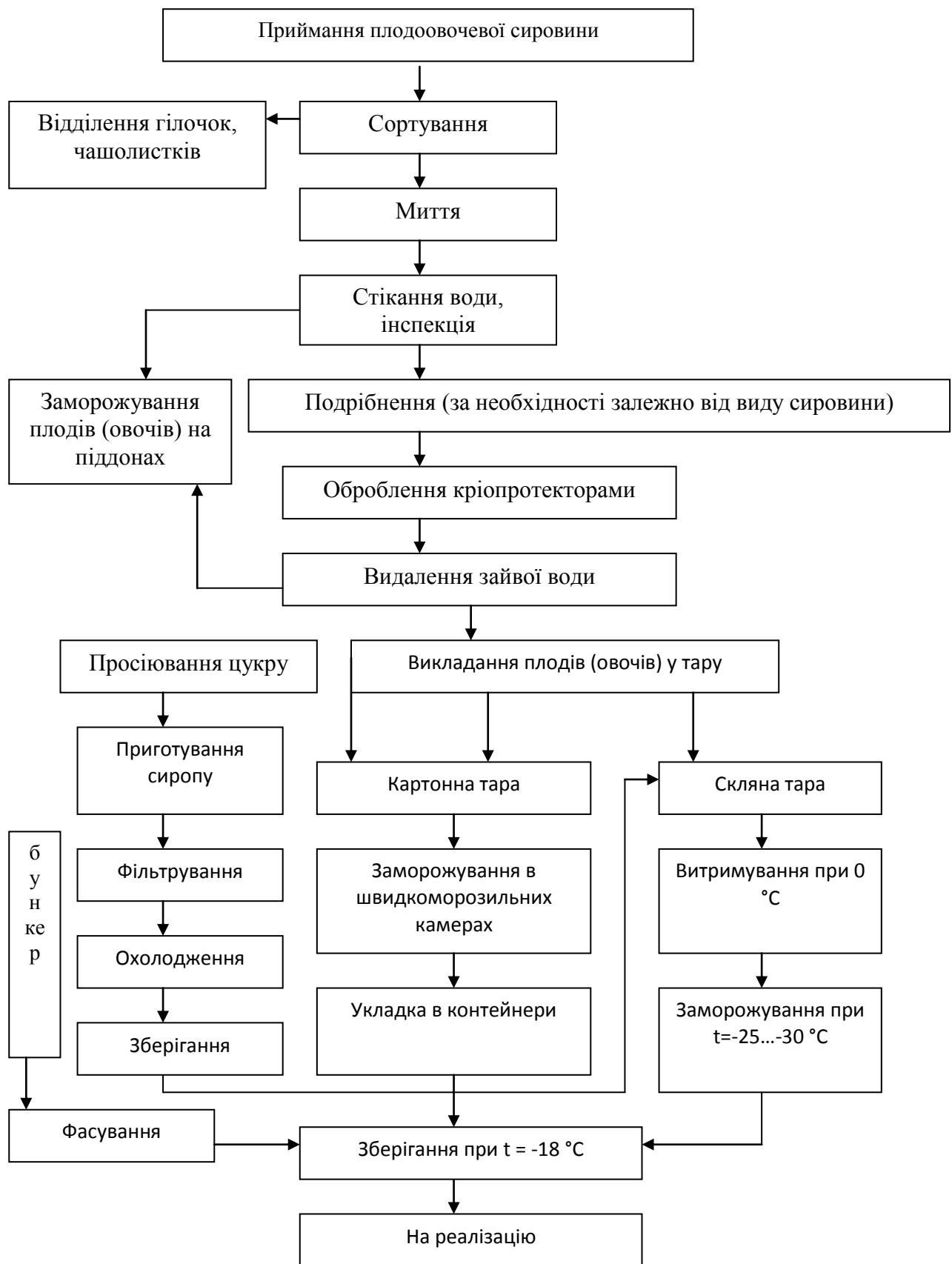


Рис. Принципова технологічна схема отримання заморожених напівфабрикатів

Обрана для заморожування сировина (полуниці, малина, чорна смородина, червона смородина, біла смородина, вишня, сливи, яблука, груші, персики, абрикоси, морква, буряк, перець солодкий тощо) надходить на приймальний пункт. Під час приймання сировини плоди та овочі ретельно відбирають за якістю, визначають їх зрілість та сортність.

На наступному етапі проводять сортування плодів і овочів для отримання однорідної за якістю і розмірами сировини. В процесі сортування (або до нього) плоди очищують від стеблин, гілочок, чашолистків, плодоніжок тощо. Сортують сировину на інспекційних конвеєрах або (на невеликих підприємствах) – вручну на сортувальних столах.

Відповідно до вимог стандартів на заморожені плоди та овочі [4], їх сортують на 3 сорти: вищий, перший та другий.

Для **вищого** сорту плоди або овочі мають бути відбірними, цільними, одного помологічного сорту і однакових розмірів.

Для **першого** сорту допускаються плоди або овочі як великих, так і середніх розмірів, нормального забарвлення, що відповідає свіжим зрілим плодам кожного помологічного сорту. Змішування помологічних сортів не допускається.

Для **другого** сорту можна використовувати зрілі плоди або овочі, різні за розмірами, а також різних помологічних сортів.

Плоди вищого та першого сортів заморожують для виробництва різноманітних харчових продуктів, у тому числі десертів, для отримання дієтичних добавок з підвищеним вмістом БАР. Плоди другого сорту використовують як напівфабрикат чи сировину для подальшого перероблення. Заморожені овочі використовують для приготування різних сумішей та готових страв.

Миття плодів (овочів) виконують ручним способом або за допомогою спеціальних мийних машин (конвеєрна мийна машина з душовим пристроєм, вентиляторна мийна машина, елеваторна мийна машина, роторна мийна машина тощо).

Миття плодів (овочів) здійснюють у проточній чистій холодній воді за температури бажано не вище ніж 20 °С. Вода для миття має задовольняти всім вимогам, які ставляться до питної води. Вона не повинна містити заліза, оскільки при реакції заліза з дубильними речовинами сировини світле забарвлення темніє, змінюється колір шкірки.

Після миття плоди (овочі) надходять на сітчастий конвеєр, де з них стікає вода. Тут же здійснюють остаточну перевірку якості сировини, видаляють побиті та пом'яті екземпляри. У невеликих цехах для видалення зайвої води плоди (овочі) можна насипати у решета чи корзини, де вони знаходяться протягом 10...15 хвилин. За необхідності (залежно від виду сировини) її перед заморожуванням подрібнюють.

При проведенні етапу заморожування в даній технології передбачено три варіанти отримання заморожених плодів і овочів:

- заморожування плодів (овочів) без використання кріопротекторів;
- заморожування плодів з цукром або цукровим сиропом і лимонною кислотою;
- заморожування плодів (овочів) із використанням різних кріопротекторів.

Кожен із цих варіантів відзначається привабливими сторонами, і отримана продукція матиме широкі перспективи для реалізації.

Оброблення плодів та овочів перед заморожуванням кріопротекторами (гліцерином, моносахаридами, дисахаридами, неорганічними солями тощо) запобігає ушкодженню тканини сировини кристалами льоду, котрий утворюється в ній під час заморожування.

Кріопротектори захищають поверхню сировини від окислювальної дії кисню, а також послаблюють ферментативні реакції. Поряд із цим, у тканинах плодів (овочів) підвищується осмотичний тиск, що негативно впливає на розвиток шкідливих мікроорганізмів. Кріопротектори, зокрема дицукри, справляють консервуючу дію на плоди, сприяють кращому збереженню

кольору, аромату, смакових властивостей, захищають вітаміни плодів від руйнування [5].

З використанням математичного моделювання встановлено оптимальну тривалість оброблення плодоовочевої сировини розчинами кріопротекторів: 10%-ним розчином глюкози та сахарози – протягом 45 хв.; 10%-ним розчином гліцерину – протягом 50 хв.; 15%-ним розчином солей CaCl_2 і MgCl_2 – протягом 30 хв.; 10%-ним розчином глюкози та 1%-ним розчином лимонної кислоти – 20 хв. Завдяки використанню кріопротекторів знижується температура замерзання води (на 2,3...4,7 °C), зменшується кількість вимороженої води (на 4,6...24,5%) та вологовіддача (на 19,4...37,5%). Низькотемпературний зсув кристалізації прямо пропорційно залежить від концентрації кріопротектора.

Мінімальні втрати соку із замороженої таким способом сировини при дефростації досягаються шляхом її відігрівання на водяній бані при температурах 35...40 °C.

Для заморожування плодів за варіантом 2 використовують цукор або цукровий сироп різної концентрації – від 20 до 60%. Наприклад, для полуниць ми пропонуємо цукровий сироп концентрацією 60%, для вишні – 20%, для інших плодів – 40...50%. Проведені нами дослідження показали, що вищі концентрації сиропу призводять до зменшення об'єму плодів та погіршення їхніх смакових властивостей, – очевидно, в результаті плазмолізу плодових клітин. Концентрація лимонної кислоти, як зазначено вище, становить 1% до маси розчину.

Плоди та овочі, заморожені з використанням кріопротекторів, зберігають протягом певного часу (6...9 місяців) приємний смак, аромат, природне забарвлення і свіжий вигляд. Пропонується використовувати заморожені таким способом плоди в якості десертів, а також як напівфабрикат для виробництва морозива та високоякісних кондитерських виробів; овочі – для приготування різних сумішей та готових страв.

Заморожування плодів та овочів без кріопротекторів спрощує технологічний процес виробництва, а отже, й здешевлює отриману продукцію.

Разом з тим, заморожену таким способом сировину рекомендовано для нетривалого зберігання і подальшого використання в якості напівфабрикатів для виробництва морозива, натуральних соків, варення, компотів, киселів, овочевих сумішей тощо. Результати виконаних нами досліджень свідчать про те, що цілком ефективно можна заморожувати за таким варіантом ягоди (малину, суницю, чорну, червону та білу смородину, журавлину), вишні, сливи, – очевидно, у зв'язку з тим, що сахароза, яка входить до їхнього складу, виконує роль природного протектора.

Заморожені без кріопротекторів плоди та овочі менш стійкі при зберіганні. Через 2 місяці зберігання, а також при нерівномірній температурі повітря в камерах, вони під впливом оксидазних ферментів і кисню повітря починають швидко змінювати колір на брунатний (іноді фіолетовий), а також втрачають свій природний смак і аромат.

Для того щоб надати запропонованій схемі універсальності, розглянемо детальніше особливості заморожування плодів у присутності цукру або цукрового сиропу з лимонною кислотою. Цей варіант заморожування потребує додаткових операцій, пов'язаних із приготуванням цукрового сиропу. Його готують із високоякісного цукру-піску, а також цукру-рафінаду. При неправильному приготуванні цукрові сиропи в процесі заморожування і зберігання плодів в умовах недостатньо низьких температур можуть перетворитись на слизові грудочки, а цукор – на позбавлений смаку декстрин. Таке псування цукрового сиропу спричинюється розвитком у ньому слизотворних бактерій – стрептококів.

Цукор-пісок просіюють, розчиняють у киплячій воді, отриманий сироп кип'ятять 10 хвилин. Потім сироп фільтрують крізь фільтрувальну бавовняну тканину, охолоджують у холодильниках до температури 5 °C і нижче.

Після освітлення та охолодження сироп направляють на зберігання у спеціальні ємності, звідки він надходить самопливом для заливання плодів перед заморожуванням. Цукровий сироп зберігають при температурі нижче 0 °C. Не рекомендується створювати запас сиропу у кількості, що переважає

дводобову потребу. Разом із тим, сироп концентрацією 60% можна зберігати досить тривалий час. Перед використанням його розбавляють водою до потрібної концентрації.

Плоди, передбачені для заморожування у присутності цукрового сиропу, можна бланшувати, тобто обробляти киплячою водою або парою протягом 1...3 хвилин. При цьому руйнуються окислювальні ферменти (оксидаза та каталаза), що викликають потемніння плодів. Бланшування сприяє також частковому знищенню мікроорганізмів.

Після дефростації (розморожування) заморожених плодів підвищується активність їхніх окислювальних ферментів, головним чином каталази, в результаті чого вони набувають стороннього присмаку, змінюють колір, різко погіршується їхня якість, і вони швидко псуються. Інактивація ферменту каталази в процесі бланшування й запобігає погіршенню якості заморожених плодів у процесі зберігання та після дефростації. Ефективність бланшування плодів оцінюють за вмістом у них каталази.

Крім того, при бланшуванні із тканини плодів частково видаляється повітря, і це запобігає руйнуванню вітамінів при заморожуванні та подальшому зберіганні.

Водночас дія підвищених температур при бланшуванні викликає певні втрати вітаміну С, цукрів, кислот та інших сполук. Ці втрати збільшуються залежно від тривалості процесу. І якщо тривалість бланшування перевищує встановлене оптимальне значення для даного виду плодів, вони набувають вареного смаку й надмірно м'якої консистенції. Тому режим бланшування плодів має контролюватись шляхом визначення вмісту каталази.

Результати наших досліджень переконливо показали, що використання ефективних кріопротекторів приводить до інактивування оксидаз, тому в цьому випадку етап бланшування можна вилучити.

Мідь є активним каталізатором руйнування вітаміну С при обробленні сировини. Тому, згідно з технічними умовами, в апаратурі відсутні мідні деталі.

Після видалення зайвої води плоди (овочі) викладають у відповідну тару: картонну – при заморожуванні сировини з кріопротекторами; скляну – при заморожуванні плодів у цукровому сиропі.

Плоди, призначені для заморожування у цукровому сиропі з лимонною кислотою і викладені у скляну тару, перед заморожуванням ставлять у холодильну камеру з температурою 0 °С і витримують при цій температурі протягом 8...10 годин. Цей процес дає змогу прискорити вилучення соку з плодів, розчинити цукор, якомога швидше просочити плоди сиропом, що в сукупності сприяє інтенсифікації процесу заморожування і поліпшує якість готової продукції.

Плоди та овочі у картонній тарі заморожують відразу після їх викладання у тару при температурі –25...–30 °С.

Плоди та овочі після заморожування вкладають у контейнери і відправляють на зберігання при температурі –18 °С.

Доцільно детальніше зупинитися на процесі заморожування плодів та овочів насипом на піддонах, оскільки останнім часом саме цей вид консервування отримав досить широке розповсюдження у промисловості.

Сутність цього способу полягає в тому, що після відповідного оброблення кріопротекторами або безпосередньо після інспекції (згідно зі схемою) сировину викладають у 1...2 шари на піддони або конвеєрну стрічку морозильного тунелю і заморожують у потоці охолодженого повітря.

При цьому більшість об'єктів майже не змерзаються, і їх легко знімають із піддонів. Заморожені таким чином плоди та овочі рекомендовано зсипати не відразу в тару, щоб не затримувати процес, а в проміжний бункер. Їх виготовляють з ізольованими стінками, а в окремих випадках – з охолоджувальними батареями. Бункери розташовують на такій висоті, щоб створити самоплив замороженого продукту в тару.

Щоб заморожений продукт не піддавався дії підвищених температур, необхідно швидко розвантажувати піддони, фасувати, пакувати заморожені насипом плоди (овочі) й доставляти їх до камер зберігання, підтримувати

відносно низьку температуру в пакувальному приміщенні. При ручному пакуванні плодів та овочів температура повітря у приміщенні не повинна перевищувати 0 °С.

Результати виконаних нами досліджень показали, що на піддон розміром 60×50 см можна помістити таку кількість ягід: полуниць – 2,1 кг; малини – 1,6 кг; смородини – 2,2 кг; вишні – 2,5 кг.

При заморожуванні плодів насипом відбувається часткове випаровування води і втрати маси продукту. Ці втрати залежать від виду плодів і, за даними П. Лобзіна та Н. Померанцевої, складають: для вишні – 0,33%; чорної смородини – 0,68%; малини – 1,12%; полуниць – 1,5%.

Очевидно, ці втрати залежать від величини питомої поверхні плодів, відношення площі поверхні до маси, а також від здатності шкірки об'єкта заморожування до десорбції води.

З метою зменшення випаровування води доцільно при заморожуванні плодів насипом підтримувати в морозильних камерах підвищену відносну вологість повітря. Цього можна досягти, якщо не допускати значного підвищення температури повітря, яке надходить до продукту, і підтримувати мінімальну різницю між температурами повітря та холодоагенту.

Важливим з точки зору якості замороженої продукції є той факт, що при заморожуванні плодів та овочів насипом утворений у клітинах лід має дрібнокристалічну структуру і не руйнує тканини сировинних матеріалів як при заморожуванні, так і при зберіганні та дефростації.

Утворення дрібнокристалічного льоду свідчить про те, що заморожування насипом сировини, попередньо обробленої кріопротекторами, відбувається дуже швидко. Літературні дані підтверджують цей факт. Так, у роботі А. Бурмакіна «Довідник із виробництва заморожених продуктів» наведено експериментальні результати, згідно з якими чорна смородина у скляних банках заморожується протягом 4 годин, у картонних коробках – протягом 4,2 години, а насипом – 0,25 години.

Завершальний етап технологічного процесу отримання заморожених плодів та овочів – їх зберігання. Цьому процесові слід приділяти велику увагу, бо погіршення смакових, ароматичних і харчових властивостей продукту часто відбувається саме при неправильному зберіганні.

Більшість дослідників вважають, що для зберігання заморожених плодів необхідною є температура $-15...-18$ °С, а відносна вологість повітря – $95...98\%$. Рекомендовано регулярно, не рідше ніж один раз на місяць, визначати якісний стан замороженої продукції. Нашими дослідженнями переконливо доведено, що плоди, оброблені кріопротекторами, при зберіганні за температури -18 °С навіть через 6 місяців не втрачають високих якісних показників; зберігання при -8 та -12 °С дає змогу підтримувати високу якість заморожених плодів протягом не більше ніж двох місяців.

Реалізацію заморожених плодів проводять або для їх безпосереднього вживання, або використовують у якості напівфабрикатів для виробництва морозива, киселів, кондитерських виробів, овочевих сумішей тощо.

З метою доведення до споживача заморожених плодів та овочів у хорошому стані необхідно, щоб роздрібна торгівельна мережа була обладнана ізотермічними холодильними шафами та прилавками з температурою не вищою ніж -12 °С, що забезпечить короткочасне зберігання продукту.

Розморожені плоди та овочі зберігаються не більш ніж добу. Повторне їх заморожування категорично забороняється для запобігання розвитку небажаних мікробіологічних процесів.

При змішуванні заморожених плодів за певною рецептурою можна отримати дуже смачні фруктові асорті, що відрізняються від звичайних фруктових компотів, консервованих при високих температурах, своїм натуральним смаком, ароматом і високим вмістом вітамінів. Це ж стосується й овочів, заморожених із використанням кріопротекторів.

Таким чином, за результатами проведених досліджень, запропонована високоефективна технологія отримання заморожених продуктів підвищеної біологічної цінності з плодовоовочевої сировини з використанням

кріопротекторів, яка дає можливість значно розширити наявний на сьогодні спектр високовітамінної продукції, що за своїми якісними та кількісними показниками не поступається свіжозібраним плодам та овочам, і забезпечити постачання населення України такою продукцією у міжсезонний період.

Подальший прогрес у галузі розроблення холодкових технологій для харчової промисловості, пов'язаних із заморожуванням біологічних об'єктів різного ступеня складності під захистом штучних і природних кріопротекторів, ґрунтується на вивченні як механізмів кріоушкоджень тканин рослинної сировини і методів їх запобігання, так і особливостей взаємодії біокомпонентів сировини з кріопротекторами на молекулярному і клітинному рівнях. Поєднання цих двох напрямів – розкриття механізмів кріоушкоджень у широкому температурному діапазоні в процесах заморожування, зберігання, дефростації замороженої продукції та взаємодії кріопротекторів з біологічно активними речовинами на молекулярному рівні – дає можливість подальшого вдосконалення технології отримання швидкозамороженої продукції з максимально збереженим полівітамінним комплексом, що повністю відповідає сучасним принципам здорового харчування і формулі харчування XXI століття.

Використана література

1. Масліков М.М. Кріогенна техніка і технологія. Київ: НУХТ, 2010. 178 с.
2. Мейс Дж. Достижения в криогенном охлаждении и замораживании пищевых продуктов. *Food Sci. and Technol. Today*. 1987. №2. Р. 79–83.
3. Li B., Sun D. Novel Methods for Rapid Freezing and Thawing of Foods – A Review. *Journal of Food Engineering*. 2002. Vol. 54. P. 175–182.
4. Сімахіна Г.О. Основні показники придатності плодів та ягід до заморожування. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського*. 2018. Т. 29. №1. С. 73–77.
5. Белоус А.М., Грищенко В.И. Криобиология. Киев: Наук. думка, 1994. 430 с.