

## ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ ТА ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 664.661.2:005.591.6

DOI <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.1.21>

Л. В. БАЛДИЧ

заступник директора з навчальної роботи  
ВСП «Рівненський фаховий коледж  
Національного університету біоресурсів і природокористування України»  
ORCID: 0009-0000-6187-1537

І. М. МАРТИНОВА

завідувач економічного відділення  
ВСП «Рівненський фаховий коледж  
Національного університету біоресурсів і природокористування України»  
ORCID: 0009-0005-1393-398X

## ОГЛЯД МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАМОРОЖУВАННЯ ПЛОДІВ І ЯГІД У ПРОЦЕСІ ПЕРЕРОБКИ

У статті розглянуто питання підвищення якісних показників процесу заморожування фруктів та ягід, за рахунок використання сучасних і прогресивних методів та засобів заморожування. Проаналізовано виробництво плодово-ягідної продукції в Україні та інших країнах, показано географічні напрямки експорту заморожених плодів та ягід, а також структура експорту заморожених плодів та ягід з України. Зазначено проблеми і перспективи розвитку ягідної галузі України. Відзначено заморожування фруктів і ягід як високорентабельний бізнес, який передбачає технологію довготривалого зберігання плодів та реалізацію об'єктів зберігання на прилавках магазинів. Визначено якісні характеристики різних методів заморожування, які засновані: на прямому контакті харчового продукту з холодоагентом; використанні холодоносія, який охолоджується холодоагентом в спеціальних теплообмінниках; контакті продукту з холодоагентом через металеву поверхню; комбінований. Охарактеризовано найбільш поширені способи заморожування харчових продуктів базуються на технологіях використання повітря, рідини, холодоагентів. Досліджено особливості «шокового» замороження як ефективного способу підготовки ягід, фруктів та овочів до довгострокового зберігання без втрати їх органолептичних характеристик, смакових якостей та харчової цінності. Весь процес якого складається з трьох основних етапів: підготовка сировини (охолодження); заморожування; доморожування. Проведено аналіз устаткування для заморожування за основними показниками: технологічними, економічними та екологічними. Найбільш поширеними та ефективними видами морозильних агрегатів є спіральні морозильні апарати; флюїдизаційні апарати тунельного типу; камери шокової заморозки, плиткові морозильні агрегати. Окупність обладнання повністю залежить від обсягів продукції, сезону та впливу конкурентів з інших країн на ціноутворення кінцевого продукту. Визначено одну із екологічних вимог до всіх типів обладнання для шокового заморожування – це використання екологічно чистих холодоагентів CO<sub>2</sub>. Ці системи передбачають значну економію енергії, деяких випадках досягаючи зниження енергоспоживання на 25–40%.

**Ключові слова:** плодово-ягідна продукція, експорт, якість, заморожування, технологічне обладнання, стандарти.

L. V. BALDYCH

Deputy Director for Educational Work

Rivne Professional College

of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

ORCID: 0009-0000-6187-1537

I. M. MARTYNOVA

Head of the Economic Department

Rivne Professional College

of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

ORCID: 0009-0005-1393-398X

## OVERVIEW OF METHODS AND MEANS OF FREEZING BERRIES IN THE PROCESS OF RECYCLING

*The article deals with the issue of improving the quality indicators of the freezing fruits and berries process, due to the use of modern and progressive methods and means of freezing. Fruit and berry production in Ukraine and other countries is analyzed, the geographical directions of the export of frozen fruits and berries, as well as the structure of the export of frozen fruits and berries from Ukraine are shown. The problems and prospects of the berry industry development of Ukraine are indicated. The freezing of fruits and berries is mentioned as a highly profitable business, which involves the technology of long-term storage of fruits and the implementation of storage facilities on store counters. The quality characteristics of various freezing methods are determined, and based on: direct contact of the food product with the refrigerant; using a coolant that is cooled by a refrigerant in special heat exchangers; contact of the product with the refrigerant through a metal surface; combined. The most common methods of freezing food products based on the technologies of using air, liquid, and refrigerants are characterized. The peculiarities of "shock" freezing as an effective method of preparing berries, fruits and vegetables for long-term storage without losing their organoleptic characteristics, taste qualities and nutritional value have been studied. The whole process consists of three main stages: preparation of raw materials (cooling); freezing and post-freezing. An analysis of the freezing equipment according to the main indicators: technological, economic and ecological was carried out. The most common and effective types of freezing units are spiral freezers; tunnel-type fluidizing devices; shock freezing chambers and tile freezing units. The payback of the equipment depends entirely on the volume of production, the season and the influence of competitors from other countries on the pricing of the final product. One of the environmental requirements for all types of shock freezing equipment has been identified – the use of environmentally friendly CO<sub>2</sub> refrigerants. These systems provide significant energy savings, in some cases achieving a 25–40% reduction in energy consumption.*

**Key words:** fruit and berry products, export, quality, freezing, technological equipment, standards.

### Постановка проблеми

Сучасний ринок замороженої продукції активно розвивається. Значне місце у його сегменті займають заморожені плоди та ягоди. Європейські країни такі як Велика Британія, Німеччина, Франція є лідерами у споживанні такої продукції – понад 100 кг в рік на душу населення [1; 2]. За даними Державної служби статистики у 2023 році до Європейського союзу було експортовано близько 80% продукції садівництва, а виручка від експорту плодів, ягід та горіхів склала 257 млн. доларів. У структурі експорту переважають заморожені ягоди і фрукти –132 млн. доларів, що дорівнює – 87 тис. тон продукції. Серед замороженої ягоди лідером є малина, експорт якої за останні 5 років виріс у 5,4 рази у грошовому еквіваленті та у 2,7 раз в натуральному вираженні [3; 4].

Найбільші ринки збуту для України – це Польща та Німеччина. Значний інтерес до української ягоди виявляють – Нідерланди, Чехія, Австрія, Італія, Бельгія, Франція [5]. Виросли й обсяги постачань заморожених фруктів і ягід до Китаю, а саме в 4,7 рази порівняно з періодом січень-листопад 2022 року, що стало рекордом за всю історію, а виручка України від експорту в цій категорії склала 3,1 млн. доларів. Україна вперше увійшла до топ-7 серед усіх постачальників заморожених фруктів та інших ягід [5; 6].

Експортний потенціал галузі ягідництва України залежить від низки чинників та наявних проблем, а саме: великий вміст ручної праці; брак коштів та капіталовкладень як на розвиток галузі, так і на рекламу продукції, участі у світових заходах і виставках; дорого вартісна та організаційно витратна сертифікація на плодово-ягідну продукцію. Рішенням подолання названих проблем вбачається у кооперуванні невеликих товаровиробників, яке допоможе отримати грантове інвестування для покращення збуту, логістики та переробки, а передусім заморожування [5; 7].

Замороження плодів і ягід забезпечує безпечність харчових продуктів – запобігання хворобам харчового походження під час обробки, підготовки та зберігання [8]. На території України на заморожування ягід та фруктів діє ДСТУ 4837:2007 «Фрукти та ягоди швидкозаморожені. Технічні умови». За показниками якості і безпеки швидкозаморожені фрукти та ягоди мають відповідати визначеним органолептичним показникам у замороженому стані – зовнішній вигляд, колір, смак та запах, консистенція, колір у «розмороженому» стані [10].

Фрукти та ягоди становлять особливу групу «соковитих рослинних продуктів» [11]. Якість їх заморожування залежить від хімічного складу плоду, сортових особливостей, віку рослин, агротехніки, терміну їх дозрівання та збору. Для більшості ягід охолодження необхідно проводити у найкоротші терміни після збору, що сприяє збереженню високого вмісту в плодах вітаміну С, дубильних речовин і барвників [4].

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Як свідчить проведений аналіз науково-технічної літератури, основну увагу вітчизняних дослідників зосереджено на особливостях обладнання для заморожування плодово-ягідної продукції, дослідженню хімічного складу різних сортів плодів та ягід до та після заморожування. Різні аспекти зазначеної проблеми висвітлюються в роботах Г. О. Сімахіної, С. В. Камінської [2], Н. М. Олійник [3], Д. М. Одарченко [4], С. В. Кюрчева, В. О. Верхоланцева [10], О. О. Горача [13] та ін. Незважаючи на значну кількість досліджень у напрямку розвитку технологій зберігання фруктово-ягідної продукції, залишаються недостатньо вивчені питання розробки та обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів обладнання для заморожування продукції, що допоможе підвищити якісні параметри продукції та зменшити витрати на процес замороження.

#### Формулювання мети дослідження

Метою статті є аналіз існуючих методів та засобів заморожування ягід у процесі їх переробки та визначення перспективних напрямів розвитку даного обладнання.

#### Викладення основного матеріалу дослідження

Заморожування фруктів і ягід – високорентабельний бізнес, який передбачає технологію довготривалого зберігання плодів та реалізацію об'єктів зберігання на прилавках магазинів. У цій бізнес схемі важливе місце займає вибір способу, устаткування заморожування. Способи заморожування продукції ґрунтуються на передачі теплоти продуктом завдяки явищам теплопровідності, конвекції, радіації та теплообміну при фазових перетвореннях. Відомо чотири групи методів заморожування, які засновані: на прямому контакті харчового продукту з холодоагентом; використанні холодоносія, який охолоджується холодоагентом в спеціальних теплообмінниках; контакті продукту з холодоагентом через металеву поверхню; комбіновані. Найбільш поширені способи заморожування харчових продуктів базуються на технологіях використання повітря, рідини, холодоагентів, а саме: заморожування в «киплячому шарі», заморожування в рідині, повітряний спосіб, заморожування у киплячих холодоносіях [11].

У процесі швидкого заморожування з інтенсивним відводом тепла при низьких температурах одержують заморожений продукт більш високої якості. У таких продуктах під час розморожування сік залишається в тканинах і майже не витікає. Плоди і овочі на сучасних холодильних установках заморожують при температурі холодоагента до  $-40^{\circ}\text{C}$ . Температура самого продукту до кінця заморожування сягає  $-18^{\circ}\text{C}$ . Швидке заморожування з потужною конвенцією передбачає поетапне перемикавання у три кроки: потужність 30%, 60% та 100%, що дозволяє холоду поступово проникати з тією ж швидкістю охолодження. На практиці прискорення охолодження і заморожування досягається максимально низькими температурами охолоджувальної середовища і потужною конвекцією (перемішуванням шарів повітря, яка має контакт з продуктом). Для цього передбачається обдування об'єкта за допомогою спеціальних вентиляторів [9]. Плоди заморожують у морозильниках камерного типу, де повітря рухається із швидкістю 1–2 м/с. Найкращі результати досягаються під час заморожування розсипної продукції, яка перебуває в несправжньо-зрідженому стані, цей метод називається – флюїдизації [12]. Він передбачає розміщення продукту розсипом на горизонтальній ємності типу «решета», і подачу крижаного повітря знизу з великою швидкістю (не менше 13 м/с). У результаті овочі піднімаються потоком повітря і перебувають у зваженому стані до повної заморозки [13].

Шокова заморозка (IQF) – це ефективний спосіб підготовки ягід, фруктів та овочів до довгострокового зберігання без втрати їх органолептичних характеристик, смакових якостей та харчової цінності. Під час заморожування утворюються гострі кристали льоду, що руйнують м'якоть зсередини. Для заморожування без кристалізації потрібно забезпечити температурний режим  $-5 \dots -18^{\circ}\text{C}$  ягоди. В такому діапазоні відбувається шокове заморожування ягід. За більш високої температури м'якоть буде зруйнована кристалами, а за нижчої – відбудеться дегідратація або просто висушування продукту. Весь процес складається з трьох основних етапів: підготовка сировини (охолодження) – температура продукту опускається до  $0^{\circ}\text{C}$ ; заморожування – охолодження овочів до  $-5^{\circ}\text{C}$ ; доморожування – глибоке заморожування при  $-30 \dots -40^{\circ}\text{C}$ , при цьому температура всередині овочів знижується до  $-18^{\circ}\text{C}$ . Устаткування для шокового заморожування продуктів буває двох основних типів: комерційні установки – морозильні камери (шокофростери); промислові лінії – конвеєрні тунельні камери шокової заморозки, спіральні, люлечні чи флюїдизаційні [13].

Ринок устаткування для заморожування пропонує досить велику кількість різного типу обладнання. На вибір технологічного обладнання впливає – вид продукту, його маса, що заморожується в годину і обсяги виробництва. Найбільш поширеними та ефективними видами морозильних агрегатів є спіральні морозильні апарати; флюїдизаційні апарати тунельного типу; камери шокової заморозки, плиткові морозильні агрегати. Наведемо коротку характеристику устаткування для охолодження та шокового заморожування овочів та фруктів.

Камера інтенсивного охолодження – холодильне обладнання, яке служить для забезпечення надшвидкого проходження критичного діапазону температур, що сприяє блокуванню розвитку шкідливої мікрофлори та, як наслідок, збільшенню терміну зберігання продукту. Основне завдання – зниження температури гарячого продукту від 70–80 °С до 6–8 °С. Конструкція передбачає теплоізовльовану камеру, в якій відбувається інтенсивне охолодження за допомогою високоінтенсивних повітряних потоків, за потреби встановлюється система контролю вологи, що запобігає осушенню плодів [14].

Камери шоквої заморозки призначені для шоквої заморозки продукту на стелажах або візках (рис. 1). Процес заморозки проходить при низькій температурі (до -35 °С) протягом дуже короткого часу (від 15 до 90 хв.), час залежить від продукту та його розміру [15].



Рис. 1. Камери шоквої заморозки

За формою можуть бути у вигляді тунелю з окремими дверима для завантаження і вивантаження продукції. Оснащені системою контролю вологи. Переваги: раціональний розподіл повітряних потоків; оптимальна організація процесів теплообміну; мінімальна потужність холодильної системи при максимальній ефективності шоквої заморозки; додаткові системи перешкоджають втратам холоду; індивідуальне проектування і підбір оптимального холодильного обладнання. Будова камери складається з: рами-основи, камери з пінополіуретанових панелей (ППУ), холодильної системи, конвеєра, системи контролю температури, системи освітлення, системи зливу (для відтаювання та мийки), системи повітряних шлюзів і однієї або двох герметичних дверей [14; 15].

Спіральні швидкоморозильні апарати призначені для швидкої заморозки (6–90 хв.), поштучної і дрібно фасованої продукції (рис. 2). Спіральні морозильні апарати компактні, оснащені регулюванням швидкості руху конвеєра і повітряного потоку, що дозволяє встановити оптимальний час заморозки для кожного виду продукту. Даний вид морозильних апаратів надзвичайно простий і зручний в експлуатації та обслуговуванні [14; 15].

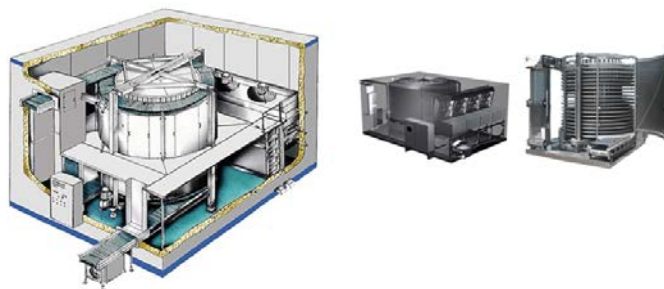


Рис. 2. Спіральні швидкоморозильні апарати

Довга безперервна конвеєрна стрічка, розташована по спіралі ярусами (до 50 ярусів висотою), робить спіральну лінію шоквої заморозки ідеальним рішенням для більшості підприємств з переробки овочів та фруктів. Склад апарату: спіральний багатоярусний конвеєр (рама і поворотна сітчаста стрічка з нержавіючої сталі, система регульованої швидкості руху конвеєрної стрічки); теплоізовльована камера, виконана з пінополіуретанових сендвіч-панелей; низькотемпературна холодильна установка на базі поршневих або гвинтових компресорів Bitzer, Frascold, Copeland; багатофункціональний щит управління [14; 15].

Швидкоморозильні тунелі для шоквої заморозки овочів, фруктів та інших продуктів, а також лінії для попередньої обробки сировини перед заморожуванням забезпечують мінімальні втрати ваги і хорошу якість продукту (рис. 3). Робоча температура всередині тунелю досягається до -33 °С. За короткий проміжок часу (близько 1,5–2 годин) продукція заморожується від +20 °С до -18 °С, після чого партія товару вивантажується і завантажується наступна. Параметри: разове завантаження – 200–400–600–800 кг.; габарити – ширина (2400 мм) і висота (2900 мм); електроживлення дорівнює 380В. Корпус тунелю виготовляється із сендвіч-панелей з пінополіуретановим наповнювачем [14; 15].



Рис. 3. Швидкоморозильні тунелі

Флюїдизаційні машини тунельного заморозують та охолоджують овочі, фрукти і морепродукти (рис. 4). Механічна вібрація і постійна подача охолодженого повітря заморозують рівномірно продукт і не допускають його злипання.

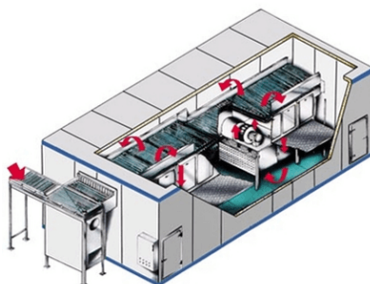


Рис. 4. Флюїдизаційна машина тунельного типу

Проточний швидкоморозильний тунель дає можливість досягнення повної флюїдизації, тобто спрямування вертикально потоку холодного повітря вгору, що піднімає і транспортує продукт через морозильник і гарантує максимально ефективний обмін теплотою. Плоди заморозуються не лише швидко, а й ніжно і рівномірно, без різних типів пошкоджень або утворення грудок, з мінімальною втратою ваги. Це дозволяє отримати окремо заморожені плоди найвищої якості. Тривалість процесу залежить від виду продукту, розмірів, консистенції і становить 4–12 хв. Продуктивність 150–5000 кг/год [14; 15].

Акустична заморозка (AEF) працює за принципом поєднання двох процесів – інтенсивний обдув холодним повітрям та вплив звукових хвиль на продукт протягом усього процесу заморозки. Звукові хвилі обирають в налаштуваннях пристрою, окремо для різних типів продуктів. Звукова хвиля розбиває мікрочастинки льоду, які формуються у продукті під час заморожування, не дозволяючи кристалу збільшуватись і руйнувати тканини плоду. Така технологія може бути застосована як у камерах шокowego заморожування, так і в швидкоморозильних плиткових (пластинчастих) апаратах [14].

Однією із екологічних вимог до всіх типів обладнання для шокowego заморожування – це використання екологічно чистих холодоагентів CO<sub>2</sub>. Ці системи передбачають значну економію енергії, знижуючи енергоспоживання на 25–40%. Крім того, холодильна система на CO<sub>2</sub> забезпечує підприємство не лише холодом, а й гарячим водопостачанням з температурою води до + 80°C. Це дозволяє суттєво зменшити діаметр трубопроводів системи та споживання електроенергії у порівнянні з класичними системами в аналогічних умовах, зручно комбінувати контури системи із різними температурами кипіння, забезпечити низький рівень шуму під час роботи компресорів, а сама вуглекислота – вибухобезпечна, негорюча та відносно нетоксична речовина і має низьку ціну [15].

#### Висновки

У результаті проведеного аналізу можна відзначити, що інноваційною технологією у заморожуванні фруктів і ягід є шокова заморозка (IQF), яка має ряд переваг [15]: «ефективність: зменшує втрату ваги і збільшує термін зберігання продукції; екологічність: не використовується термічна або технологічна обробка, в результаті білкова структура клітини не змінюється і продукти зберігають екологічну чистоту; продуктивність: обладнання дозволяє заморозити від 50 до 10 000 кг сировини за годину; корисність: зберігає клітинну структуру, всі корисні мікроелементи і до 85–90% вітамінів». Світовий ринок пропонує досить велику кількість пропозицій морозильного обладнання. Різноманітність плодів і ягід не впливає на вибір холодильного обладнання. Економічна ефективність обладнання повністю залежить від обсягів продукції, сезону та ціни кінцевого продукту. Заморожені плоди і ягоди можна зберігати декілька років, очікуючи найвигідніших цін, а це дозволить реалізувати продукцію за доданою вартістю. Перспективою подальший досліджень є доцільність використання різних методів заморожування та вибір морозильного обладнання для плодів і ягід із вираховуванням їх фізико-хімічних властивостей.

## Список використаної літератури

1. Аналіз світового ринку заморожених продуктів харчування за видом продукції та географічним розташуванням: тенденції та прогнози (2010–2018): звіт. / URL: <http://www.ucca.org.Ua/ua/information/news/21#>. Дата звернення: 28.01.2024.
2. Сімахіна Г. О. Стан і перспективи розвитку вітчизняного ринку заморожених плодово-ягідних напівфабрикатів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2020. Т. 26, № 3. С. 234–242.
3. Олійник Н. М., Тарасюк А. В., Макаренко С. М., Котик О. А. Проблеми та перспективи розвитку ринку заморожених напівфабрикатів *Підприємництво і торгівля*. 2019. Вип. 24. С. 127–131.
4. Одарченко Д. М., Соколова Є. Б., Ковалевська Н. С. Дослідження хімічного складу різних сортів полуниці до та після заморожування. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 1. С. 98–102.
5. Галат Л. М. Експортний потенціал та проблеми розвитку галузі ягідництва України. *Агросвіт*. 2021. № 1–2. С. 46–55.
6. Агропортал : веб-сайт. URL: <http://surl.li/qivng> (дата звернення: 28.01.2024).
7. Непомнящая А. Наши в Парижі: чому навчилися українські ягодоводи на міжнародній виставці SIAL – 2018. *Ягідник*. 2018. № 5. С. 12–13.
8. Харчова безпека – що потрібно знати. URL: <https://phc.org.ua/news/kharchova-bezpeka-scho-potribno-znati> (дата звернення: 28.01.2024).
9. Кюрчев С.В., Верхоланцева В.О. Використання заморожування ягід у процесі зберігання. Тези V Всеукраїнської науково-практичної конференції «Плодовий сад – новітнє в теорії та практиці», м. Мелітополь, 18 червня 2021 р. – С. 122–123.
10. ДСТУ 4837:2007. Фрукти та ягоди швидкозаморожені. Технічні умови: [Текст]. [Чинний від 2009-01-01]. Київ, 2008. 32 с. (Інформація та документація).
11. Погожих М. І. Енергоефективні способи переробки харчової сировини: сушіння плодово-ягідної сировини: навч. посіб. – Харків: Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі, 2015. 159 с.
12. Бобирь С.В. Інноваційний спосіб заморожування ягід чорної смородини в Україні // Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі : матер. І Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених, 01–26 лютого 2021 р.: тези доп. м. Мелітополь, 2021. С. 203.
13. Горач О. О. Технологічне обладнання для заморожування плодово-ягідної продукції. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2023. Вип. 13, том 1. С. 21–22.
14. Шокове заморожування ягід. URL: <http://surl.li/qivvh> (Дата звернення: 28.01.2024).
15. Холодильне обладнання. URL: <https://primeholod.com.ua/uk>. (Дата звернення: 28.01.2024).

## References

1. Analiz svitovoho rynku zamorozhenykh produktiv kharchuvannia za vydom produktsii ta heohrafichnym roztashuvanniam: tendentsii ta prohnozy (2010–2018): zvit. [Global Frozen Food Market Analysis by Product Type and Geography: Trends and Forecasts (2010–2018): Report] [in Ukrainian]. URL: <http://www.ucca.org.Ua/ua/information/news/21#> (Accessed: 28.01.2024).
2. Simakhina H. O., Kaminska S. V. Stan i perspektyvy rozvytku vitchyznianoho rynku zamorozhenykh plodovo-yahidnykh [State and prospects of development of the domestic market of frozen fruit and berry semi-finished products]. *Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii*. 2020. T. 26, № 3. P. 234–242 [in Ukrainian].
3. Oliinyk N. M., Tarasiuk A. V., Makarenko S. M., Kotyk O. A. Problemy ta perspektyvy rozvytku rynku zamorozhenykh napivfabrykativ [Problems and prospects for the development of the market of frozen semi-finished products] *Pidpriemnytstvo i torhivlia*. 2019. Vyp. 24. P. 127–131 [in Ukrainian].
4. Odarchenko D. M., Sokolova Ye. B., Kovalevska N. S. Doslidzhennia khimichnoho skladu riznykh sortiv polunytsti do ta pislia zamorozhuvannia [Research of the chemical composition of different varieties of strawberries before and after freezing] *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva*. – 2020. № 1. P. 98–102 [in Ukrainian].
5. Halat L. M. Eksportnyi potentsial ta problemy rozvytku haluzi yahidnytstva Ukrainy [Export potential and problems of development of the berry growing industry of Ukraine] *Ahrosvit*. 2021. № 1-2. P. 46–55 [in Ukrainian].
6. Ahroportal: [web-sait]. [in Ukrainian]. URL: <http://surl.li/qivng> (Accessed: 28.01.2024).
7. Nepomniashchaia A. Nashi v Paryzhi: chomu navchylsya ukrayins'ki yahodovody na mizhnarodniy vystavtsi SIAL – 2018 [Ours in Paris: what Ukrainian berry growers learned at the international exhibition SIAL – 2018]. *Yahidnyk*. 2018. № 5. P. 12–13 [in Ukrainian].
8. Kharchova bezpeka – shcho potribno znaty. [Food safety – what you need to know]. [in Ukrainian]. URL: <https://phc.org.ua/news/kharchova-bezpeka-scho-potribno-znati> (Accessed: 28.01.2024).
9. Kiurchev S.V., Verkholtantseva V.O. Vykorystannia zamorozhuvannia yahid u protsesi zberihannia [Using the freezing of berries in the storage process] Tezy V vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Plodovy sad – novitnie v teorii ta praktytsi», m. Melitopol, 18 chervnia 2021 r. P. 122–123 [in Ukrainian].

10. DSTU 4837:2007. Frukty ta yahody shvydkozamorozheni. Tekhnichni umovy. [Chynnyi vid 2009-01-01]. [DSTU 4837:2007. Fruits and berries quick-frozen. Specifications] Kyiv, 2008. 32 s. [in Ukrainian].
11. Pohozhykh M. I., Pak A. O. Enerhoefektyvni sposoby pererobky kharchovoi syrovyny: sushinnia plodovo-yahidnoi syrovyny: navch. posib. [Energy-efficient methods of processing food raw materials: drying fruit and berry raw materials] Kharkiv: Khark. derzh. un-t kharch. ta torhivli, 2015. 159 p. [in Ukrainian].
12. Bobyr S.V. Innovatsiynyi sposib zamorozhuvannia yahid chornoj smorodyny v Ukraini [An innovative method of freezing blackcurrant berries in Ukraine] Tekhnichne zabezpechennia innovatsiynykh tekhnolohiy v ahropromyslovomu kompleksi : mater. I Mizhnar. nauk.-prakt. konf. molodykh uchenykh, 01–26 lyutoho 2021 r.: tezy dop. m. Melitopol', 2021. P. 203 [in Ukrainian].
136. Horach O. O. Tekhnolohichne obladnannia dlia zamorozhuvannia plodovo-yahidnoi produktsii [Technological equipment for freezing fruit and berry products] *Naukovyi visnyk TDATU*. 2023. Vyp. 13, tom 1. P. 21–22 [in Ukrainian].
14. Shokove zamorozhuvannia yahid. [Shock freezing of berries]. [in Ukrainian]. URL: <http://surl.li/qivvh> (Accessed: 28.01.2024).
15. Kholodylne obladnannia. [Refrigeration equipment]. [in Ukrainian]. URL: <https://primeholod.com.ua/uk>. (Accessed: 28.01.2024).