

THE CONTROL OF MICROBIOLOGICAL SAFETY OF FOODSTUFFS MADE WITH RESOURCE-EFFECTIVE TECHNOLOGIES

G. Simakhina, S. Kaminska

National University of Food Technologies

Key words:

*Resource-effective technology
Fruit-and-vegetable raw materials
Quick freezing
Microbiological purity
HACCP system*

Article history:

Received 06.07.2023
Received in revised form
21.07.2023
Accepted 04.08.2023

Corresponding author:

G. Simakhina
E-mail:
npnuht@ukr.net

Citation: Г. О. Сімахіна, С. В. Камінська (2023). Контроль мікробіологічної безпеки продукції ресурсоефективних низькотемпературних технологій. *Наукові праці НУХТ*, 29(4), 126—136.
DOI: 10.24263/2225-2924-2023-29-4-12

ABSTRACT

The quality of foodstuffs is one of the most complicated and many-faceted categories for both a certain consumer and the producer enterprise. In this case, it is possible to mention it as a factor of the product's competitiveness. Therefore, providing the expedient quality control comprises an array of tasks to be solved during the entire cycle of food production on each of its stages, primarily with the usage of resource-effective technologies.

According to the main statements of the State Standard of Ukraine, quality control is the process of checking the compliance of quality indices with the established requirements confirmed in technical and other normative documents. Important is also the prevention of defective item output: particularly, in technologies of quick-frozen plant half products, such a threat becomes essential on the final stage, which is defrosting. It is quite apparent that food products quality control is aimed, first of all, at achievement of their safety for the consumer.

These conditions, upon implemented on updated food enterprises, can be provided on the base of HACCP system that, in process, would regard the analysis of all possible hazards (biological, physical or chemical) and accomplishment of the necessary corrections.

The analysis of literary data and the results of our own research show that the most dangerous for the plant materials processed with resource-effective freezing technology is the biological constituent, conditioned by discrepancy of the raw with the requirements to microbiological purity and otherwise connected with the conditions of its growing, storage and transporting, as well as the specifications of its biochemical composition, defrosting technological parameters and so on. Henceforth, the purpose of this work is to identify the biological dangerous factors and then to determine the possible hazards in obtaining the quick-frozen fruit-and-vegetable half products, from selection of raw materials up to defrosting and sale of finished items.

КОНТРОЛЬ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОДУКЦІЇ РЕСУРСОЕФЕКТИВНИХ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Г. О. Сімахіна, С. В. Камінська

Національний університет харчових технологій

Якість харчової продукції є однією з найскладніших і багатопланових категорій як для конкретного споживача, так і для підприємства-виробника, і в цьому випадку йдеться також про один із найважливіших чинників його конкурентоспроможності. Тому забезпечення відповідної якості контролю охоплює комплекс завдань, які необхідно вирішувати впродовж усього циклу створення харчової продукції на кожному етапі її виробництва, зокрема при використанні ресурсоефективних технологій.

Згідно з основними положеннями Держстандарту України, контроль якості продукції — це перевірка відповідності показників якості встановленим вимогам до них у технічній та іншій нормативній документації. Важливим є також запобігання виникненню дефектних виробів: для технологій швидкозаморожених рослинних напівфабрикатів така загроза стає істотною на завершальному етапі при дефростації продукції. Цілком очевидно, що контроль якості харчової продукції орієнтовано передусім на досягнення її безпечності для споживачів.

На сучасних харчових підприємствах зазначені умови досягаються здебільшого на основі впровадження системи НАССР, у ході реалізації якої враховується аналіз усіх категорій потенційних ризиків — біологічних, хімічних, фізичних, і здійснюються відповідні корегувальні дії.

Аналіз літературних даних і результати власних досліджень свідчать про те, що для рослинних матеріалів ресурсоефективної технології швидкого заморожування найбільш небезпечним є біологічний складник, зумовлений невідповідністю сировини вимогам щодо мікробіологічної чистоти і пов'язаний з умовами її вирощування, зберігання, транспортування, особливостями біохімічного складу, технологічними параметрами дефростації тощо. Тому метою статті є ідентифікація біологічних небезпечних чинників і результати визначення можливих ризиків при отриманні швидкозаморожених плодоовочевих напівфабрикатів на всіх етапах їх виробництва, починаючи від вибору сировини до її дефростації та реалізації.

Ключові слова: ресурсоефективна технологія, плодоовочева сировина, швидке заморожування, мікробіологічна чистота, система НАССР.

Постановка проблеми. В розвитку та реалізації стратегії ресурсоефективних технологій одне з найважливіших завдань полягає у випуску безпечної для споживачів продукції з урахуванням усіх чинників, які формують і забезпечують її якість (Гончаренко, Макаренко, & Припугень, 2007; Сімахіна, 2021). Ці чинники досить багатопланові, вони враховують особливості споживчого ринку, апіорну необхідність дотримання існуючих вимог до безпеки та якості продукції (ДСТУ

ISO 9000:2015; ДСТУ ISO 9001:2015), аргументований підбір сировинних компонентів з огляду на специфіку готових продуктів, фізіологічної ефективності їхніх складників щодо впливу на організм людини тощо.

Швидке або шокове заморожування плодоовочевої сировини є яскравим прикладом сучасної ресурсоефективної технології, яка надає можливість з мінімальними втратами використати всю вирощену сировину, переробити її в короткі строки після збору, а впродовж року отримувати заморожені напівфабрикати з плодів та овочів, які зберігаються в регульованих газових середовищах (Масліков, 2003). Саме використання штучного холоду в усіх його модифікаціях і варіантах дає унікальну можливість зберегти в готових продуктах усі біологічно цінні компоненти сировини.

Плодоовочева сировина й отримані з неї заморожені напівфабрикати є найважливішим природним джерелом вітамінів, мінеральних елементів, мінорних сполук тощо впродовж усього року для всіх верств населення. Тому питання якості сировини, швидкозамороженої продукції, її безпеки вимагає дотримання відповідних засад управління та контролю, які в сучасних умовах здійснюються із застосуванням принципів системи НАССР як у країнах Західної Європи (Грищенко, 2013), так і на деяких вітчизняних підприємствах (Василенко, Миронюк, & Дорофєєва, 2008). На основі такого контролю здійснюється перевірка відповідності показників якості та безпеки продукції встановленим нормативам.

При отриманні швидкозаморожених плодоовочевих напівфабрикатів основними ризиками безпеки є мікробіологічна забрудненість сировини й отриманої продукції. Їхня мікрофлора представлена переважно пліснявими грибами та дріжджами, які інтенсивно розмножуються в середовищах із нейтральним або слабкокислою значенням рН та масовою часткою води 80—90%, що характерно для більшості плодів та овочів (згідно з Регламентом Комісії (ЄС) № 2073/2005 від 15 листопада 2005 р. про мікробіологічні показники для харчових продуктів). Швидкість перебігу мікробіологічних процесів зростає при недотриманні умов виробництва, а для заморожених плодоовочевих напівфабрикатів — під час їх дефростації.

Одним із найбільш ефективних і дієвих заходів отримання замороженої плодоовочевої продукції високої якості та належного ступеня безпеки є забезпечення відповідних умов для зниження біологічних ризиків, спричинених невідповідністю сировини та напівфабрикатів вимогам мікробіологічної чистоти, недотриманням санітарних вимог виробництва на різних етапах технології, особливостями хімічного складу плодів та овочів. Ось чому важливим є вивчення програм передумов (НАССР, 2001).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. При виробництві заморожених плодів та овочів важливо дотримуватися вимог і стандартів якості, що застосовуються до замороженої сировини, щоб забезпечити безпеку та якість кінцевого продукту. Загальні стандарти якості, які часто застосовуються для заморожених продуктів: ISO 9001, HACCP, ISO 22000, BRC Global Standard for Food Safety, EU Regulations (Awad, El-Makhzangy, & Soliman, 2013).

Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) — це система управління безпекою харчових продуктів, що визначає ризики і контрольні точки в харчовому процесі з метою запобігання можливості забруднення, включаючи заморожені

продукти. НАССР є широко використовуваною системою в харчовій промисловості для забезпечення безпеки продуктів (Awuchi, 2023). У випадку із замороженими продуктами основні етапи НАССР передбачають такі кроки: створення команди НАССР, складання докладного опису продукту, визначення потенційних небезпек, визначення критичних контрольних точок (ССР), встановлення критеріїв ССР, розробка моніторингової системи, розробка процедур контролю, впровадження внутрішнього аудиту, документування, навчання персоналу (Turhan, Cetin, & Özbağ, 2010; Hossain-Jany, Islam, Mazumder, & Uddin, 2016; Chiba, 2022).

Основні вимоги, які можуть бути застосовані до замороженої сировини: а) заморожена сировина повинна бути в гарному стані, без ознак пошкоджень, гнилі, забруднень або інших неприйнятних ознак. Вона повинна відповідати вимогам стандартів якості, встановлених для конкретного типу сировини (Gomez-Rodas, Bourquin, García-Salazar, Varela-Gómez, & Wise, 2013); б) заморожена сировина повинна бути швидко заморожена для запобігання росту шкідливих мікроорганізмів. Контроль мікробіологічної безпеки включає вимоги до мікробіологічних показників, таких як кількість бактерій, патогенних мікроорганізмів та інших забруднень (Cinar, & Onbasi, 2021); в) заморожена сировина заморожується при відповідних температурах, які забезпечують збереження якості та безпеки продукту. Вимоги до температури заморожування можуть відрізнятися залежно від типу сировини (Alsailawi, Mudhafar & Abdulrasool, 2020); г) заморожена сировина повинна бути належно упакована для запобігання забруднення, пошкодження та впливу зовнішнього середовища. Упаковка повинна бути герметичною та відповідати вимогам щодо матеріалів та якості упаковки (Kennedy, 2020). Важливо дотримуватися вимог і стандартів якості, що застосовуються до замороженої сировини, щоб забезпечити безпеку та якість кінцевого продукту.

Вимоги стандарту ISO 9001 можуть бути використані для розробки та впровадження системи управління якістю, яка забезпечує дотримання вимог якості та стандартів у виробництві й постачанні заморожених ягід. Якщо заморожені ягоди вирощуються та переробляються за органічними принципами, можуть застосовуватися стандарти органічного виробництва, зокрема European Union Organic Regulation або USDA Organic (Nicolas, 2006).

Виявлено, що стійкість мікроорганізмів до від'ємних температур залежить від ряду чинників: величини кристалів льоду, температури, швидкості її зниження, тривалості впливу, реакції середовища.

Професор Раїса Павлюк наводить результати експериментальних досліджень (Павлюк, & Дібрівська, 2013), згідно з якими заморожування фруктів та овочів рідким азотом із високою швидкістю охолодження (10...20) °C/хв до кінцевої температури -40 °C викликає зменшення кількості мікроорганізмів на 38...65%. Заморожування в діапазоні швидкостей від 1 до 10 °C/хв до температури -10...-20 °C сприяє загибелі всього 4...11% мікроорганізмів. Хоча, за даними Е. Алмаші та Ф. Мещерякова (1975), найбільша кількість мікробних клітин руйнується саме в інтервалі температур від -5 до -12 °C.

Відповідно до наведених міркувань, з урахуванням доступних джерел та інформації і на основі результатів проведених досліджень з отримання швидкозаморожених напівфабрикатів плодовоовочевої сировини визначено ступінь імовірності

виникнення небезпечних чинників та джерел їх надходження на окремих етапах життєвого циклу зазначеної продукції.

Мета статті: ідентифікація біологічних небезпечних чинників і результати визначення можливих ризиків при отриманні швидкозаморожених плодоовочевих напівфабрикатів на всіх етапах їх виробництва, починаючи від вибору сировини до її дефростації та реалізації. Це відображає життєвий цикл продукції як цілісної закритої системи.

Матеріали і методи. Для досліджень використано ягоди ожини (ДСТУ 691:2004 «Ожина свіжа») та капусту броколі сорту «Ягуар» (ДСТУ 8147:2015 «Капуста броколі свіжа»). Заморожені плодоовочеві напівфабрикати отримували таким чином: після приймання сировини, миття, очищення від сторонніх домішок їх заморожували розсипом у швидкоморозильній камері Frigoscandia (Швеція) при температурі $-35...-37^{\circ}\text{C}$, що відповідає параметрам швидкого заморожування (Li & Sun, 2002). Процес триває до досягнення у центрі плодів температури $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

Заморожені плоди та овочі пакували у пакети по 500 г, дотримуючись вимог цілісності і герметичності упаковки, зберігали протягом 12 місяців (максимальний термін) при температурі $-18 \pm 1^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості не більше 95%. Перед реалізацією їх дефростували при температурі $34...40^{\circ}\text{C}$ на водяній бані.

Мікробіологічні дослідження на наявність у сировині та заморожених напівфабрикатах патогенних мікроорганізмів, бактерій, дріжджів, плісняви здійснювали методами, передбаченими в державних стандартах: 1044.15-94; 10444.12-88; 26670-91, 30518-91. Аналізи проводили чашковим способом кількісного обліку на твердих живильних середовищах. Загальну кількість бактерій визначали на м'ясопептонному агарі, кількість пліснявих грибів і дріжджів — на сусло-агарі.

Визначення контрольних точок керування та розроблення плану НАССР здійснювали на прикладі отримання заморожених ягід ожини та капусти броколі відповідно до послідовності технологічних етапів, наведених у табл. 1. З кожного потенційно небезпечного ризику на всіх етапах технологічного процесу отримання швидкозаморожених напівфабрикатів було сформульовано і дано відповідь на передбачені у класичному «дереві прийняття рішень» питання (Система НАССР, 2003). Наприклад, стосовно оцінки сировини процедура має такий вигляд.

Перше питання: Чи є потенційно небезпечний ризик у сировині?

Відповідь: Так, це ризик досить високий, це ризик мікробіологічного забруднення сировини.

Друге питання: Чи зберігається небезпечний чинник на неприйнятному рівні і чи є небезпека росту цього чинника?

Відповідь: Ні, цей чинник контролюється на етапі прийому сировини і далі при її заморожуванні, зберіганні та дефростації.

Третє питання: Чи є зниження рівня мікробіологічного забруднення на наступних етапах адекватним?

Відповідь: Так, це здійснюється передусім на етап миття, де не лише плоди та овочі очищуються від механічних домішок, а й зменшується їх мікробіологічне забруднення.

Четверте питання: Чи наступна операція усуватиме небезпечний чинник або знижуватиме можливість його виникнення до допустимого рівня?

Відповідь: Так, наступний етап — заморожування, сприяє зниженню рівня активності мікрофлори за рахунок холодового стресу та анабіозу; підвищення ризику можливе на етапі пакування при недотриманні санітарно-гігієнічних вимог, а також при дефростації.

Таблиця 1. Рівень мікробіологічної чистоти ягід після заморожування

Показник	Гігієнічний норматив	Ягоди ожини		Броколі	
		Свіжі	Заморожені	Свіжа	Заморожена
МАФАнМ, КУО/г	$5,0 \cdot 10^4$	$2,9 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^2$	$4,3 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^2$
БГКП (коліформи) в 0,1 г	Не допускається	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Плісені, КУО/г	$5,0 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^1$	Не виявлено	$1,0 \cdot 10^1$	Не виявлено
Дріжджі, КУО/г	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	$1,0 \cdot 10^1$	Не виявлено

Аналогічну оцінку потенційних ризиків було проведено для інших етапів технологічного процесу. В результаті встановлено, що критичними точками керування (КТК) при виробництві швидкозаморожених напівфабрикатів з плодів та овочів є сировина, етапи пакування та зберігання готової продукції, дефростація (підготовка до безпосереднього використання).

Викладення основних результатів дослідження. Відповідно до поставленої мети, мікробіологічні дослідження дослідних зразків ягід ожини і капусти брокколі проводили відразу після заморожування, після дефростації і зберігання в дефростованому вигляді у холодильній камері при температурі 3...5 °С протягом певного часу. Показники визначали в середній пробі зразків у триразовій повторюваності. У табл. 1 наведено результати оцінки мікробіологічної чистоти ягід ожини та брокколі у свіжому вигляді та безпосередньо після заморожування.

Передусім слід зазначити, що патогенних мікроорганізмів, зокрема бактерій роду *Salmonella* (у 25 г), ні у свіжих зразках, ні у заморожених напівфабрикатах не виявлено.

Відповідно до наведених результатів, у досліджуваних об'єктах відсутні також бактерії групи кишкових паличок (коліформи). Дріжджі виявлено лише у зразку свіжої брокколі, однак їхня кількість у 20 разів менша від гігієнічного нормативу. Кількість МАФАнМ у брокколі ($4,3 \cdot 10^2$) вища, ніж в ожині ($2,9 \cdot 10^2$). Завдяки заморожуванню кількість МАФАнМ для ягід ожини зменшується на 27,6%, а для брокколі — на 34,9%. Плісняві гриби у невеликих кількостях виявлено лише у свіжих ягодах.

Загалом, унаслідок заморожування зразків кількість мікроорганізмів зменшується на 28...56%, що узгоджується з результатами досліджень інших авторів (Белінська, Левицька, & Каменева, 2018). Це при тому, що заморожування ми вели методом швидкого зниження температури, при якій утворений дрібнокристалічний лід незначно руйнує плазматичні мембрани та клітинні оболонки як об'єктів заморожування, так і мікроорганізмів.

Ризику середнього ступеня небезпеки можна очікувати при дефростації заморожених плодів та овочів при недотриманні технологічних та санітарно-гігієнічних умов. Тому необхідними є дослідження впливу способів розморожування на показники мікробіологічної безпеки. Отримані результати наведено у табл. 2. Досліджували ягоди ожини у свіжому вигляді, заморожені і дефростовані через шість місяців зберігання при температурі -18°C .

Таблиця 2. Рівень мікробіологічної чистоти дефростованих ягід ожини

Досліджувані зразки	МАФАНМ, КУО/г	БГКП (коліформи), в 1 г	Плісняві гриби, КУО/г	Дріжджі, КУО/г
Заморожені ягоди (контроль)	$2,8 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Заморожені ягоди через 12 місяців зберігання	$2,3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Дефростовані ягоди	$2,3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Дефростацію проводили на водяній бані при $34...40^{\circ}\text{C}$.

Згідно з даними, у заморожених напівфабрикатах через 12 місяців зберігання не виявлено ні БГКП, ні плісневих грибів, ні дріжджів. Навпаки, при зберіганні заморожених ягід при температурі -18°C кількість МАФАНМ зменшилась на 19,6%. Подібну тенденцію спостерігали й інші автори. Тобто руйнівний вплив заморожування на мікроорганізми продовжується і в процесі низькотемпературного зберігання.

Отримані результати показали також, що спосіб дефростації майже не впливає на рівень мікробіологічної чистоти напівфабрикатів, за винятком способу 3 — відігрів у холодильній камері. Очевидно, тут знову спрацьовує ефект температурного шоку, і кількість мікроорганізмів зменшується ще на 13%.

Ще однією контрольною точкою керування при виробництві замороженої плодоовочевої продукції є етап зберігання готових виробів, у тому числі дефростованих, тому дослідили також динаміку зміни мікробіологічних показників у дефростованих ягодах протягом певного періоду зберігання у холодильній камері при температурі $5...6^{\circ}\text{C}$ протягом 2, 24 і 36 годин. Результати наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Вплив тривалості зберігання дефростованих ягід ожини на рівень мікробіологічної чистоти

Досліджувані зразки	Тривалість зберігання, години	МАФАНМ, КУО/г	БГКП (коліформи), в 1 г	Плісняві гриби, КУО/г	Дріжджі, КУО/г
Заморожені ягоди (контроль)	—	$2,8 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
Заморожені ягоди через 12 місяців зберігання	—	$2,3 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено

Дефростовані ягоди	2	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	Не виявлено
	24	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	$1,0 \cdot 10^1$
	36	$2,0 \cdot 10^2$	Не виявлено	Не виявлено	$3,0 \cdot 10^1$

Згідно з табличними даними, протягом першої доби зберігання дефростованих ягід з'явилась невелика кількість дріжджів, яка збільшилась до кінця зберігання до $3,0 \cdot 10^1$ КУО/г, однак ця величина значно менша від гігієнічного нормативу ($2,0 \cdot 10^2$). Ні патогенних мікроорганізмів, ні коліформ, ні пліснявих грибів за досліджений термін у ягодах не виявлено.

На основі результатів проведених досліджень ми розробили рекомендації щодо термінів зберігання заморожених та дефростованих плодів і овочів:

- заморожені, запаковані у герметичній упаковці — 12 місяців (при температурі -18°C і відносній вологості повітря не менше, ніж 95%);

- дефростовані у готовому для споживання вигляді зразки слід зберігати протягом 24 годин (при температурі $5...6^\circ\text{C}$ і відносній вологості 85...90%).

Більш тривале зберігання продукції не гарантує належних показників її мікробіологічної безпеки.

Ідентифікацію мікробіологічних небезпечних чинників і результати визначення можливих ризиків і корегувальні дії при отриманні швидкозаморожених плодоовочевих напівфабрикатів наведено у табл. 4. Ключовим моментом взаємозв'язку всіх елементів ресурсоефективної низькотемпературної технології є те, що кожному з наступних етапів технологічного процесу передують аналіз результатів попереднього етапу і прийняття конкретних рішень та корегувальних дій.

Таблиця 4. Ідентифікація та оцінювання біологічних небезпечних чинників при отриманні швидкозамороженої плодоовочевої продукції

Назва етапу	Небезпечні чинники, що виникають, посилюються або контролюються на цій стадії	Джерела виникнення чи посилення небезпечного чинника	Результати оцінювання ризику	Заходи управління
Приймання сировини та матеріалів	Патогенні, умовно патогенні мікроорганізми, загальне мікробне забруднення, плісневі гриби, дріжджі (вегетативні та споріві форми), шкідники, комахи	Забруднення сировини, тари, ушкодження пакувальних одиниць, навколишнє середовище, персонал	Високий	Робота з постачальниками, контроль відповідності сировини вимогам нормативних документів

Зберігання	Патогенні, умовно патогенні мікроорганізми, загальне мікробне забруднення, плісеньові гриби, дріжджі, шкідники, комахи	Недотримання умов зберігання (температурний, вологісний режими), санітарний стан приміщення, порушення товарного сусідства	Низький	Контроль правил складування та товарного сусідства. Контроль санітарного стану приміщення
Миття	Загальне мікробне забруднення, БГКП, віруси	Вода, обладнання, навколишнє середовище	Низький	Контроль якості води, санітарної обробки обладнання
Звільнення від домішок	Загальне мікробне забруднення, БГКП, віруси	Персонал, обладнання, навколишнє середовище	Низький	Контроль якості обробки обладнання та дотримання санітарних вимог
Нарізання	Загальне мікробне забруднення, БГКП, віруси	Персонал, обладнання, навколишнє середовище	Низький	Контроль якості обробки обладнання та дотримання санітарних вимог
Звільнення від залишків волог	Загальне мікробне забруднення, БГКП, віруси	Персонал, обладнання, навколишнє середовище	Низький	Контроль якості обробки обладнання та дотримання санітарних вимог
Заморожування	БГКП, спорові форми мікроорганізмів	Персонал, обладнання	Низький	Контроль якості обробки обладнання та дотримання санітарних вимог
Пакування	БГКП, спорові форми мікроорганізмів	Персонал, обладнання	Середній	Контроль герметичності пакування
Маркування	БГКП, загальне мікробне забруднення	Персонал, навколишнє середовище	Низький	Контроль цілісності тари
Зберігання	БГКП, загальне мікробне забруднення, спорові форми мікроорганізмів	Навколишнє середовище, умови зберігання	Середній	Контроль температури та вологості, цілісності тари
Транспортування	БГКП, загальне мікробне забруднення, спорові форми мікроорганізмів	Транспортні засоби	Низький	Контроль температури, вологості, цілісності тари
Зберігання	БГКП, загальне мікробне забруднення, спорові форми мікроорганізмів	Санітарний стан приміщення, холодильне обладнання	Середній	Контроль температури, цілісності споживчої тари
Реалізація	БГКП, загальне мікробне забруднення, спорові форми мікроорганізмів	Навколишнє середовище, персонал, санітарний стан приміщення	Середній	Контроль температури, вологості, цілісності споживчої тари

Дефростація	БГКП, загальне мікробне забруднення, спорові форми мікроорганізмів, віруси	Навколишнє середовище, вода, посуд, гігієна споживача і медичного персоналу	Середній	Контроль тривалості зберігання; дотримання умов дефростації
-------------	--	---	----------	---

Відповідно до даних табл. 4, на етапі пакування, який визнано як КТК, контамінація продукції можлива при використанні пакувальних матеріалів, мікробіологічні показники яких не відповідають вимогам нормативних документів (ДСТУ 4837:2007) та гігієнічним і санітарним нормам при даній операції. З нашої точки зору, на цьому етапі важливо забезпечити контроль таких показників, як герметичність і цілісність упаковки, вона має бути непрозорою для захисту продукції від сонячного світла. Оптимальна маса напівфабрикату в упаковці — 500 ± 10 г, щоб її вміст можна було використати відразу (особливо в домашніх умовах) без повторного зберігання.

Таким чином, у результаті аналізу небезпечних мікробіологічних чинників установили критичні точки контролю на таких стадіях виробництва:

КТК № 1 — сировина та допоміжні матеріали;

КТК № 2 — етап пакування продукції;

КТК № 3 — етап зберігання продукції безпосередньо на підприємстві та в мережах реалізації;

КТК № 4 — етап дефростації заморожених плодів та ягід, тобто їх підготовка до безпосереднього використання.

Для кожної критичної точки контролю визначили критичні межі, процедури моніторингу, розробили конкретні корегувальні дії, які забезпечують недопущення переходу параметрів безпеки у зони критичного ризику і за допомогою яких усуватимуться відхилення на кожній КТК.

На основі отриманих результатів можна розробити план НАССР для підприємства з виробництва швидкозамороженої плодоовочевої продукції, що й буде предметом подальших досліджень.

Висновки

Оперативні знання з передбачення можливості виникнення небезпечних мікробіологічних чинників на етапах виробництва заморожених плодоовочевих напівфабрикатів дають змогу розробити корегувальні дії для створення належних умов отримання безпечної продукції відповідно до принципів НАССР.

Урахування наведених у статті результатів забезпечує в умовах підприємства: отримання якісної продукції і, відповідно, довіри споживачів до неї, що підвищуватиме рентабельність виробництва; дотримання належних гігієнічних і санітарних умов ведення технологічного процесу заморожування відповідно до міжнародних норм; підвищення відповідальності колективу за безпеку виробленої продукції на підприємстві, що веде до зростання його іміджу.

Література

Белінська, С. В., Левицька, С. О., Каменєва, Н. В. та ін. (2018). Особливості кристалотворення під час заморожування капусти броколі. *Харчова наука і технологія*. 12(3), 21—27. DOI: <https://dx.doi.org/10.15673/fst.v12i3.1036> (дата звернення 10.06.2023).

Василенко, Г., Миронюк, Г., Дорофєєва, О. (2008). Посібник для малих та середніх підприємств плодоовочевої галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції ХАССП. Київ: IFSQ.

Гончаренко, В. М., Макаренко, М. В., Припутень, В. Ю. (2007). *Формування стратегії управління розвитком промислового підприємства на основі показників ефективності*: монографія. Луганськ: Видавництво СНУ імені В. І. Даля.

Грищенко, Ф. О. (2013). Європейська система безпечності харчових продуктів. Історія створення. *Стандартизація. Сертифікація. Якість*, 1, 40–43. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ssia_2013_1_17 (дата звернення 10.06.2023).

Масліков, М. М. (2003). Швидке заморожування харчових продуктів. *Холод*, 3, 32–35.

Павлюк, Р. Ю., Дібрівська, Н. В. (2013). Комплексні дослідження під час розробки технології функціональних пастоподібних оздоровчих добавок із дикорослих ягід. *Library of National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute."* URL: <https://core.ac.uk/reader/162871760> (access date 11.06.2023).

Система HACCP (2003). Львів: НТЦ «Леонорм-Стандарт».

Сімахіна, Г. О. (2021). Критерії придатності плодово-ягідної сировини до заморожування та їх практична реалізація. *Наукові праці НУХТ*, 27(3), 190–201. URL: <https://drive.google.com/file/d/1YdjpLq-ovWYzkHa4G417yCsITRsEhziC/view> (дата звернення 09.05.2023).

Alsailawi, H. A., Mudhafar, M., Abdulrasool, M. M. (2020). Effect of frozen storage on the quality of frozen foods: a review. *Journal of chemistry and chemical engineering*, 14(3), 86–96. DOI: 10.17265/1934-7375/2020.03.002.

Awad, M., El-Makhzangy, A., Soliman, M. (2019). Application of HACCP system, based on ISO 22000: 2005 methodology for producing strawberry concentrates. *Journal of Productivity and Development*, 24(1), 15–35. DOI: 10.21608/jpd.2019.41320.

Awuchi, C. G. (2023). HACCP, quality, and food safety management in food and agricultural systems. *Cogent Food & Agriculture*, 9, 29. DOI: 10.1080/23311932.2023.2176280.

Aycan, C., Elif, O. (2021). Monitoring environmental microbiological safety in a frozen fruit and vegetable plant. *Food Sci. Technol., Campinas*, 41(1), 232–237. DOI: 10.1590/fst.10420.

Chiba, T. (2022) Hazard analysis and critical control point (HACCP). *Journal of the Pharmaceutical Society of Japan*, 142(1), 27–31. DOI: 10.1248/yakushi.21-00161-3.

Gomez-Rodas, A., Bourquin, L., García-Salazar, C., Varela-Gómez, A., Wise J. C. (2013). Good agricultural practices for food safety in blueberry production: basic principles. *Michigan State University Extension Central Region, Ottawa*, 26, 68. URL: https://www.canr.msu.edu/uploads/files/UPDATED_Food_Safety_Manual.pdf (access date 09.06.2023).

HACCP (2001). HACCP: Hazard Analysis and Critical Point. Gainesville, Florida, USA: Publication SGR120.

Hossain-Jany, N., Islam, R., Mazumder, A. R., Uddin, B. (2016). Design and application of hazard analysis critical control point principles for typical frozen vegetables. *Journal of Food Safe and Hygiene*, 2(1–2), 8–14. <https://www.sciencedirect.com/journal/food-control> (access date 10.06.2023).

Kennedy, C. J. (2000). Freezing Processed Foods. *Managing Frozen Foods*, 137–158. DOI: 10.1533/9781855736528.137.

Li, B., Sun, D. W. (2002). Novel methods for rapid freezing and thawing of foods: a review. *Journal of Food Engineering*, 54, 175–182. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00209-6](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00209-6).

Nicolas, P. et al. (2006). Effects of European organic farming policies at sectoral level and societal levels. *Aspects of Applied Biology*, 79, 163–166. URL: <http://hdl.handle.net/2160/2748> (access date 11.06.2023).

Turhan, S., Cetin, B., Özbağ, B. C. (2010). Implementation of the hazard analysis critical control point (HACCP) system in a frozen fruit company. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8(2), 60–67. DOI: <https://doi.org/10.1234/4.2010.1565>.