

## OBTAINING FROZEN HALF-PRODUCTS FROM WILD BERRIES WITH DENSE PEEL

G. Simakhina, S. Khalapsina

National University of Food Technologies

---

**Key words:**

*Wild berries  
Peel  
Freezing  
Cold adaptation  
Cryoprotectors  
Biological value*

---

**Article history:**

Received 13.02.2016  
Received in revised form  
21.02.2016  
Accepted 15.03.2016

---

**Corresponding author:**

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

---

**ABSTRACT**

The authors have grounded and determined the necessary conditions for freezing the wild berries with dense peel (lingonberries and cranberries), which provide the structural and functional wholeness of plant cells during freezing and defrostation. They also chose the combined cryoprotector consisting of solutions of glucose and citric acid. This way of freezing berries save undamaged their shape, chemical composition, and organoleptic properties, either right after freezing or after defrostation. Therefore, frozen berries may be consumed as half-products in food industry and restaurant networks or used for direct consumption. Frozen and defrosted berries can also be used in curative nutrition and in diets for specific contingents.

## ОТРИМАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ДИКОРΟΣЛИХ ЯГІД ЗІ ЩІЛЬНОЮ ПОКРИВНОЮ ТКАНИНОЮ

Г.О. Сімахіна, С.В. Халапсіна

Національний університет харчових технологій

*У статті обґрунтовано та визначено оптимальні умови заморожування дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною — калини й журавлини, які забезпечують структурну, функціональну цілісність рослинних клітин під дією низьких температур при заморожуванні та дефростації. Підібрано комбінований кріопротектор, до складу якого входять розчини глюкози та лимонної кислоти. Ягоди, заморожені запропонованим методом, зберігають свій об'єм, хімічний склад і органолептичні властивості як відразу після заморожування, так і після дефростації. Їх можна використовувати як напівфабрикати в харчовій промисловості, в мережі ресторанного господарства й вживати безпосередньо. Заморожені і дефростовані ягоди можуть знайти застосування в лікувальному харчуванні та в раціонах для спецконтингентів.*

**Ключові слова:** дикорослі ягоди, покривна тканина, заморожування, холодова адаптація, кріопротектори, біологічна цінність.

**Постановка проблеми.** Нераціональне харчування з незначною кількістю фруктів, ягід, овочів стало однією з причин аліментарних та аліментарно зумовлених захворювань. Уперше на цю проблему звернули увагу учасники Міжнародної конференції з харчування в Римі (1992), на якій було проголошено: «Оптимальне забезпечення населення безпечною та біологічно цінною їжею є найважливішою умовою охорони та зміцнення здоров'я».

З цієї точки зору рослинна сировина, а також продукти її перероблення, є незамінним компонентом здорового харчування, зважаючи на високі концентрації цінних біологічно активних речовин: вітамінів, мінеральних елементів, фенольних сполук, пектинових речовин, органічних кислот тощо. Згідно з принципами здорового харчування, розробленими Міністерством сільського господарства США, основу раціону мають становити зернові продукти, овочі та плодово-ягідна сировина.

Остання позиція потребує особливої уваги, оскільки саме плоди та ягоди як рослинні соковиті об'єкти мають низьку енергетичну цінність (30...50 ккал), що зумовлює їх широке використання при виробництві дієтичної продукції, наприклад для осіб із порушеним обміном речовин. Основним енергетичним матеріалом у складі плодово-ягідної продукції, в тому числі дикорослої, служать легкозасвоювані вуглеводи, а найбільшу цінність у харчуванні ця сировина представляє як джерело біологічно активних речовин, сполук специфічної дії, природних біорегуляторів.

Завдяки цим біокомпонентам плоди й овочі поліпшують травлення, серцево-судинну діяльність, нервово-емоційний стан людини і тому є незамінними у харчуванні. Сучасні дослідження констатують також, що в екстремальних умовах життєдіяльності, при підвищених фізичних і психоемоційних перевантаженнях, характерних для військовослужбовців, ліквідаторів аварій тощо, потреби у вітамінах, мінеральних речовинах, харчових волокнах зростають у декілька разів, і їх можуть забезпечити саме адекватні кількості плодово-ягідної сировини та продуктів її перероблення.

За рекомендаціями ВООЗ, щоденне споживання плодовоовочевої сировини становить 400...600 г [1], а середня річна потреба в дикорослих плодах і ягодах становить 7 кг (на суху сировину) [2].

Комплексне вирішення проблеми забезпечення населення України впродовж року такою високовітамінною продукцією вбачається у всебічному аналізі масштабів виробництва, використанні плодово-ягідної сировини у свіжому і консервованому вигляді, зважаючи на сезонність її вирощування, та розробленні сучасних технологій її консервування, здатних забезпечити необхідну якість і належні органолептичні показники впродовж тривалого терміну зберігання.

Для України як держави, орієнтованої на експорт сільськогосподарської продукції [3], дотримання зазначених показників є необхідною умовою виходу на європейський ринок.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Попри те, що окремі види плодово-ягідної сировини значною мірою відрізняються між собою кількісним і якісним складом, усі вони характеризуються значними концентраціями води та невисоким вмістом сухих речовин, що й визначає їхню поведінку при зберіганні й переробленні [4].

Через недосконалі технології збирання, зберігання та перероблення втрачається значна частина вирощеної рослинної продукції. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), 44 % від усіх втрат продовольчих ресурсів припадає на плодоовочеву продукцію [5]. Аналіз структури втрат пов'язують із недостатністю науково обґрунтованих рекомендацій і технологій зберігання такої продукції, відсутністю необхідних потужностей ефективного холодильного обладнання, браком інвестицій у сучасні технології зберігання та консервування плодово-ягідної сировини.

Накопичений світовий досвід показує, що найсучаснішим способом вирішення цієї проблеми є використання штучного холоду, який викликає мінімальні зміни харчової та біологічної цінності сировини, отриманих із неї готових продуктів, їхньої якості й органолептичних показників. Недаремно за прогнозами фахівців і даними ЮНЕСКО, у міжнародному прогнозі «Іжа. Третє тисячоліття» пріоритетним методом консервування харчової сировини визнано заморожування у всіх його модифікаціях і варіантах використання.

Застосування низьких температур для контролю дихання та сповільнення післязбирального метаболізму є розповсюдженим методом зберігання соковитої плодовоовочевої продукції у країнах із розвиненими технологіями, з безперервним холодильним ланцюгом, сучасними сховищами [6, 7]. У багатьох країнах світу стрімко розвиваються й інші холодильні технології (заморожування, сублімаційне сушіння), зростають обсяги виробництва заморожених і сублімованих продуктів; сучасні швидкоморозильні апарати, фасувальне та інше обладнання характеризуються високим ступенем автоматизації й великою продуктивністю [8].

В останні роки популярності набуває також спосіб оброблення плодовоовочевої продукції розчинами біологічно активних речовин, що дозволяє уповільнити фізіологічні процеси дозрівання і старіння, зменшити природні втрати маси та знизити швидкість розвитку мікроорганізмів [9].

Повертаючись до питання консервування плодово-ягідної сировини холодом, доцільно наголосити, що цей спосіб, окрім уже зазначених, має й ряд інших переваг. Він надає можливість уникнути сезонності виробництва високовітамінної продукції, забезпечити впродовж року функціонування харчових і переробних підприємств, розширити асортимент страв ресторанного господарства, збалансувати раціон населення відповідно до принципів здорового харчування, ввести до сфери харчових технологій місцеву дикорослу сировину з підвищеним вмістом біологічно активних речовин.

У комплексі досліджень із розроблення ефективних технологій заморожування на першому етапі стоїть сортовідбір сировини [10]. Придатність до промислового заморожування плодів та ягід визначають зазвичай за вмістом біологічно активних речовин, їхнім фармакологічним впливом, розповсюдженістю сировини на території України, ступенем зрілості тощо.

Результати виконаних нами попередніх досліджень показали, що не менш важливим критерієм є структура захисних тканин плодів та ягід — покривних і механічних [11], які вкривають тіло плоду ззовні й вистеляють зсередини шкірку. Залежно від компонентів, які формують склад захисних покривних тканин, ягоди було класифіковано за двома великими групами: тонкостінні з

ніжною покривною тканиною і міжклітинниками й товстостінні зі щільною покривною тканиною без міжклітинників.

Слід очікувати, що представники кожної з груп по-різному реагують на холодові стреси, мають різну вологоутримуючу здатність і кріорезистентність при заморожуванні, зберіганні, дефростації; відзначається різним ступенем втрат клітинного соку, а отже, і різними якісними й органолептичними характеристиками отриманих напівфабрикатів. Їх заморожування апріорі має свої особливості, які необхідно враховувати при розробленні низькотемпературних технологій консервування.

Автори статті вивчили поведінку ягід із ніжною покривною тканиною (суниці, полуниці, малина) і визначили умови процесу, які надають можливість значно нівелювати структурно-механічні зміни рослинних тканин при заморожуванні, запобігаючи таким чином втратам клітинного соку і зниженню якості отриманих напівфабрикатів [12].

**Метою статті** є обґрунтування та визначення оптимальних умов заморожування дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною, які забезпечують структурну і функціональну цілісність рослинних клітин у процесах заморожування — дефростації.

**Виклад основних результатів дослідження.** Як предмет дослідження обрано дикорослі ягоди калини (*Viburnum opulus*) та журавлини болотної (*Oxycoccus palustris*). Ягоди зібрано в Київській області: калину — до заморозків, журавлину — у весняний збір. У ці періоди ягоди даних видів відзначаються найвищим вмістом цінних біологічно активних речовин.

Загалом до плодово-ягідної сировини зі щільною покривною тканиною можна віднести ягоди глоду, шипшини, горобини, бузини, ожини, терну; яблука, груші, айву, цитрусові тощо.

З використанням стандартних методик дослідження у ягодах визначили вміст основних біокомпонентів, які характеризують їхню біологічну цінність та органолептичні показники. Отримані результати наведено в табл. 1.

*Таблиця 1. Хімічний склад свіжих ягід калини і журавлини, (n = 3, N = 3)*

Вид сировини	Вміст цукрів, %		Вміст, мг%		
	загальних	редуючих	вітамін С	органічні кислоти	біофлавоноїди
Ягоди калини	10,3±0,09	5,9±0,01	70,5±0,4	3,45±0,15	648±0,8
Ягоди журавлини	8,2±0,01	3,6±0,08	42,4±0,09	2,76±0,07	986±0,04

**Примітка:** *n* — кількість повторів, *N* — загальна кількість спостережень.

Згідно з отриманими даними, ягоди калини, порівняно з ягодами журавлини, містять більше загальних цукрів (на 20,4 %), редууючих цукрів (на 39 %), вітаміну С (на 40 %), органічних кислот (на 20 %). Лише за вмістом біофлавоноїдів вони поступаються ягодам журавлини — на 52 % менше. Співвідношення загальні цукри:органічні кислоти в обох видах ягід практично однакове (2,97 і 2,99). У солодких ягодах цей показник значно вищий. Наприклад, у суницях він становить 6,16, і така комбінація створює особливий смаковий букет, посилений ефірними оліями, ароматичними сполуками тощо.

Отже, обрані предмети дослідження є перспективними для отримання заморожених напівфабрикатів. Їхні цінні властивості зумовлено природною компо-

зицією хімічно складних і різноспрямовано діючих сполук із високою біологічною та фізіологічною активністю, які забезпечують оздоровчі, профілактичні та лікувальні ефекти як самих напівфабрикатів, так і продуктів на їхній основі.

В основу досліджень поставлено завдання максимального збереження комплексу біологічно активних речовин сировини при заморожуванні та зберіганні, цілісності покривної тканини і, як результат, мінімізації втрат клітинного соку при дефростації.

Рослинні матеріали з високим вмістом вітамінів відносять до кріолабільних. Без використання інновацій у галузі низькотемпературних технологій практично неможливо отримати з них продукти високої якості, з належними органолептичними характеристиками. До таких інновацій належать: кріопротектування, оброблення низькочастотним і надвисокочастотним електромагнітним полем, кріоподрібнення, кріосепарація.

Результатами досліджень, отриманих у галузі кріобіології та кріомедицини, констатовано, що належного захисту клітинам біологічних об'єктів при заморожуванні надають кріопротектори. Для цього використовують сполуки різних класів — спирти, аміди, органічні кислоти, цукри, розчини солей, гліцерин тощо [13].

Численними експериментальними дослідженнями авторів статті встановлено, що із випробуваних понад 15 різних композицій кріопротекторів для попереднього оброблення ягід зі щільною покривною тканиною найбільш ефективною виявилася суміш глюкози (5...18 %) та лимонної кислоти (1 %). Зазначені кріопротектори блокують фермент аскорбатоксидазу, яка вирізняється строгою специфічністю стосовно субстрату й окислює аскорбінову кислоту. Під впливом низьких температур за наявності кріопротекторів активність аскорбатоксидази у різних видах плодово-ягідної сировини знижується від 28,5 до 15,7 %.

Для визначення оптимальної концентрації комбінованого кріопротектора проведено оцінку органолептичних показників після розморожування ягід калини, оброблених кріопротекторами різної концентрації протягом 15 хв при кімнатній температурі. Результати наведено в табл. 2.

*Таблиця 2. Оцінка органолептичних показників дефростованих ягід калини*

№ поз.	Концентрація кріопротектора, %	Оцінка
1	2	3
1	5	Після розморожування ягоди втрачають сік у зв'язку з ушкодженням покривної тканини і клітин, утвореними великими кристалами льоду, що знижує їхню біологічну цінність
2	9	Після розморожування частина ягід втрачає сік у зв'язку з ушкодженням покривної тканини і клітин, утвореними кристалами льоду, що знижує їхню біологічну цінність
3	10	Після розморожування ягоди зберігають свою початкову форму, колір, мають блиск, при цьому помітних деформацій або порушення цілісності та виділення соку не виявлено. За смаком і запахом різниці між розмороженими і свіжими ягодами не встановлено.

1	2	3
4	13	Після розморожування ягоди зберігають свою початкову форму, колір, мають блиск, помітних деформацій або порушення цілісності та виділення соку не виявлено. За смаком і запахом різниці між розмороженими та свіжими ягодами не встановлено.
5	15	Після розморожування ягоди зберігають свою початкову форму, колір, мають блиск, деформацій або порушення цілісності та виділення соку не виявлено. Смак і запах ягід нагадує свіжі.
6	18	Після розморожування ягоди зберігають свою початкову форму, колір, мають блиск, при цьому помітних деформацій або порушення цілісності та виділення соку не виявлено. За смаком і запахом різниці між розмороженими та свіжими ягодами не встановлено.

Ці результати свідчать, що 5- та 9-відсотковий розчин комбінованого кріопротектора не надає належного захисту клітинам ягід при заморожуванні та зберіганні. Надійні результати отримано при використанні кріопротекторів 10-відсоткової концентрації і вище. Разом з тим, доцільно обмежитись концентраціями 10...15 % з економічної точки зору.

Отже, практичне здійснення кріопротектування сировини перед заморожуванням полягає в тому, що ягоди миють, відокремлюють плдоніжку, звільняють від надлишкової вологи шляхом струшування або обдування повітрям, витримують у розчині 10...15-відсоткового комбінованого кріопротектора протягом 5...25 хв. Підготовлені таким чином ягоди заморожують при температурі 36...37 °С протягом 70...90 хв. Після цього заморожені ягоди пакують у полімерну тару, маркують і зберігають при температурі –18 С. Проведена дегустаційна оцінка заморожених ягід, витриманих у розчинах кріопротектора від 5 до 25 хв дала змогу визначити оптимальну тривалість оброблення ягідної сировини комбінованим кріопротектором (табл. 3).

*Таблиця 3. Дегустаційна оцінка заморожених ягід після кріопротектування, бали*

Вид сировини	Час витримування ягід у розчині кріопротектора, хв				
	5	10	15	20	25
Ягоди журавлини	3,7	4,8	5,0	4,9	5,0
Ягоди калини	3,8	4,9	5,0	5,0	4,9

Дані табл. 3 підтверджують доцільність оброблення ягід у розчині кріопротектора протягом 15...20 хв.

Отримані результати стали основою проведення процесу заморожування дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною, оброблених комбінованим кріопротектором, з отриманням напівфабрикатів підвищеної біологічної цінності і високих органолептичних показників (табл. 4).

Відповідно до табличних даних, навіть «шокове» заморожування ягід, необроблених кріопротекторами, викликає певні зміни у їхньому біокомпонентному складі: найбільше втрат зазнала аскорбінова кислота (18,4 % — у ягодах журавлини, 15,6 % — у ягодах калини); вміст біофлавоноїдів зменшився, відповідно, на 16 та 11,2 %; частка органічних кислот зменшилася всього на 2...3 %; вміст загальних цукрів зменшився на 6...8 %, а редукуючих — зріс на 4...5 %.

**Таблиця 4. Вплив кріопротектування на зміни концентрації біокомпонентів ягід при заморожуванні**

Вид сировини	Вміст цукрів, %		Вміст, мг%		
	загальних	редукуючих	вітамін С	органічні кислоти	біофлавоноїди
Ягоди калини без кріопротекторів	9,6±0,04	6,2±0,9	59,5±0,06	3,37±0,11	578,7±0,2
Ягоди журавлини без кріопротекторів	7,54±0,07	3,74±0,14	34,6±0,2	2,69±0,08	828,2±0,7
Ягоди калини з кріопротекторами	10±0,07	6,2±0,15	66,4±0,06	3,4±0,09	622,1±0,05
Ягоди журавлини з кріопротекторами	8,1±0,05	3,8±0,16	37,8±0,15	2,8±0,13	897,3±0,06

У ягодах, заморожених після оброблення кріопротекторною композицією, втрати вітаміну С в обох випадках зменшились у 2...3 рази, біофлавоноїдів — у 1,7...2 рази. Характерним виявилось те, що ягоди з вищим вмістом цукрів (калина) зазнали менших втрат вітамінів. Це можна пояснити тим, що цукри (сахароза, глюкоза, фруктоза) є природними кріопротекторами, які підвищують здатність тканин біологічних об'єктів до холодкових адаптацій при заморожуванні.

### **Висновки**

Використання комбінованого кріопротектора *глюкоза + лимонна кислота* забезпечує структурну і функціональну цілісність клітин ягід зі щільною покривною тканиною, внаслідок чого при «шоковому» заморожуванні практично відсутня деформація клітин. Механізм цього явища можна пояснити тим, що глюкоза належить до кріопротекторів, які досить легко проникають усередину клітини, знижуючи можливість внутрішньоклітинної кристалізації, а також сприяють формуванню дрібнокристалічного льоду, структура якого близька за своєю природою до аморфної. Зміна структури льоду під дією кріопротекторів знижує ступінь механічного впливу на цитоплазматичні структури і мембрани, зберігаючи цілісність клітин.

Лимонна кислота в даному разі виступає як поліфункціональна сполука, дія якої спрямована на зміну характеру кристалізації води в клітинах і міжклітинному просторі й підтриманні структурно-функціональних параметрів біооб'єктів. Загалом таку роль виконують не лише деякі органічні кислоти, а й природні та синтетичні антиоксиданти й антиокислювачі, активатори метаболізму і сполуки, що активують процеси відновлення.

Порівняння особливостей заморожування різних об'єктів (наприклад, ягід із ніжною та щільною покривною тканиною) показує, що для кожного з них реально підібрати найбільш ефективні комбіновані кріопротектори, які містять як власне сполуки-протектори, так і інші речовини, що надають можливість поліпшити стан фізіологічних і метаболічних систем клітин у процесах заморожування й дефростації.

### **Література**

1. *Питание и здоровье в Европе*. — Копенгаген: Европейское бюро ВОЗ, 2003. — 38 с.

2. Цапалова Э.И. Экспертиза дикорастущих плодов, ягод и травянистых растений / Э.И. Цапалова. — Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2000. — 180 с.
3. Єдина комплексна стратегія розвитку сільського господарства та сільських територій на 2015—2020 роки [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node16025>.
4. Ширко Т.С. Биохимия и качество плодов / Т.С. Ширко. — Минск: Наука і тэхніка, 1991. — 294 с.
5. Reducing Food Loss and Waste [Electronic Resource] / B. Lipinski, C. Hanson et al. // Creating a Sustainable Food. Future Two. World Resources Institute. — Washington, DC, 2013. — Available at: <http://www.wri.org>.
6. Kader A. Post-Harvest Technology of Horticultural Crops / A. Kader // Ethiopian Journal of Applied Sciences and technology. — 2013. — № 1. — P. 1—8.
7. Toivonen P. Benefits of Combined Treatment Approaches to Maintaining Fruit and Vegetable Quality / P. Toivonen // Fresh Products. — 2009. — № 3. — P. 58—69.
8. Dhall R.K. Advances in Edible Coatings for Fresh Fruits and Vegetables: a Review / R.K. Dhall // Crit. Rev. Food Sci. Nutr. — 2013. — № 5. — P. 435—450.
9. Прісс О.П. Збереженість томатів і перцю за обробки екстрактами кореня хрону / О.П. Прісс, В.Ф. Жукова // Харчова наука і технологія. — 2015. — Вип. 2. — С. 68—74.
10. Сімахіна Г.О. Низькі температури у технологіях оздоровчих продуктів: монографія / Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко. — Київ: Видавництво «Сталь», 2011. — 363 с.
11. Сербін А.Г. Фармацевтична ботаніка: підручник / А.Г. Сербін, Л.М. Сіра, Т.О. Слободянюк. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 488 с.
12. Сімахіна Г.О. Особливості заморожування ягід з ніжною текстурою / Г.О. Сімахіна, С.В. Халапсіна // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2015. — Т. 21, № 4. — С. 198—205.
13. Белоус А.М. Криобиология: монография / А.М. Белоус, В.И. Грищенко. — Київ: Наукова думка, 1994. — 430 с.

## ПОЛУЧЕНИЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОД С ПЛОТНОЙ ПОКРОВНОЙ ТКАНЬЮ

Г.А. Симахина, С.В. Халапсіна

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье обоснованы и определены оптимальные условия замораживания дикорастущих ягод с плотной покровной тканью — калины и клюквы, которые обеспечивают структурную и функциональную целостность растительных клеток под воздействием низких температур при замораживании и дефростации. Подобран комбинированный криопротектор, в состав которого входят растворы глюкозы и лимонной кислоты. Ягоды, замороженные предложенным методом, сохраняют свой объем, химический состав и органолептические свойства как вскоре после замораживания, так и после дефростации. Их можно использовать как полуфабрикаты в пищевой промышленности, в сети ресторанного хозяйства и употреблять непосредственно. Замороженные и дефростированные ягоды могут найти применение в лечебном питании и в рационах для спецконтингентов.*

**Ключевые слова:** дикорастущие ягоды, покровная ткань, замораживание, холодовая адаптация, криопротекторы, биологическая ценность.