

ESTIMATION OF THE NUTRITIONAL VALUE OF QUICK-FROZEN FRUIT AND BERRY HALF-PRODUCTS OBTAINED WITH THE USAGE OF CRYOPROTECTION METHODS

G. Simakhina, N. Naumenko, S. Kaminska

National University of Food Technologies

Key words:

*Freezing
Fruit and berries
Restaurant food sphere
Nutritional value
Qualitative indices
Biocomponents' organic properties*

Article history:

Received 12.01.2021
Received in revised form
25.01.2021
Accepted 08.02.2021

Corresponding author:

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

ABSTRACT

Nowadays the market of frozen fruit and vegetable products is actively developing, and the main part in it belongs to frozen fruit and berries. Food and processing branches have sufficiently high potentials to gain the volumes of this market. The leading countries of the world have estimated all the advantages of low-temperature technologies to process and store the agricultural raw materials. For example, frozen products make up to 70 percents of general consumption rate in the USA; in addition, this figure in Europe makes up approximately 20 percents and continues to grow. On the other hand, these indices in Ukraine are far lower, and this becomes a precondition to develop and expand the market of frozen fruit and vegetable products in order to reach the level of the leading countries gradually. Along with that, this is an urgent problem because fruit and berries are perishable materials, hence they should be long stored only in the frozen state. The quality of such products practically corresponds to the level of fresh raw material indices, including their organoleptic properties.

The authors of this article, having based on the experimental data of the researches of the biochemical composition of frozen fruit and berries and their comparison to the analogical indices for fresh raw materials, conducted the estimation of half-products obtained by the improved technology. The amounts of the essential biocomponents and the organoleptic indices served as the main assessment criteria. Therefore, the authors confirmed the effectiveness of the proposed technology of obtaining the quick-frozen products on the stages of their production, storage, and defrosting.

The authors made the completely objective conclusion about the perspectives of development of such a market in Ukraine, regarding the formed stable base of plant raw materials, including those wild, the real advantages of freezing fruit and berries over the other ways of preservation, the increase of the nutritional culture among the population and the priorities of healthy food, and also the broad advertising campaigns to expand the circle of consumers.

DOI: 10.24263/2225-2924-2021-27-1-16

ОЦІНКА ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ ШВИДКОЗАМОРОЖЕНИХ ПЛОДОВО-ЯГІДНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ, ОТРИМАНИХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ КРІОПРОТЕКЦІЇ

Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко, С. В. Камінська
Національний університет харчових технологій

На сьогодні ринок замороженої плодоовочевої продукції активно розвивається, і в ньому значну частку складають заморожені плоди і ягоди. Харчова та переробна галузі мають досить високий потенціал для зростання обсягів такого ринку. Розвинуті країни світу вже давно оцінили всі переваги низькотемпературних технологій перероблення та зберігання сільськогосподарської сировини, і, наприклад, у США заморожені продукти складають до 70% у загальній структурі споживання, а в країнах близького зарубіжжя ця цифра становить 20% і продовжує зростати. В Україні аналогічні показники набагато нижчі, і це створює передумови для розвитку та розширення ринку заморожених плодоовочевих напівфабрикатів, аби досягти з часом рівня провідних країн світу. Водночас це й нагальна потреба — плоди та ягоди швидко псуються, і тривале їх зберігання можливе лише в замороженому стані. Якість такої продукції практично відповідає рівневі показників свіжої сировини, включаючи органолептичні властивості.

У статті на основі експериментального матеріалу з дослідження біохімічного складу заморожених плодів та ягід, зіставленого з аналогічними показниками свіжої сировини, проведено оцінку отриманих за вдосконаленою технологією напівфабрикатів за критеріями вмісту в них есенціальних біокомпонентів, органолептичних показників. На підставі цього зроблено висновок про ефективність запропонованої технології отримання швидкозамороженої продукції на етапах її виробництва, зберігання та дефростації.

Зроблено цілком об'єктивний висновок щодо перспектив розвитку такого ринку в Україні, виходячи зі сформованої стабільної бази сировини, в тому числі дикорослі, реальних переваг заморожування плодів і ягід перед іншими способами консервування, зростання культури харчування населення і пріоритет здорової їжі, а також широкої реклами для збільшення кола споживачів. А найвищої якості замороженої продукції можна досягти поєднанням штучного холоду та методів криопротекції.

Ключові слова: заморожування, плоди і ягоди, сфера ресторанного харчування, харчова цінність, якісні показники, органолептичні властивості біокомпонентів.

Постановка проблеми. Плоди та ягоди (культивовані та дикорослі) є багатим джерелом вітамінів, мінеральних сполук, органічних кислот, макронутрієнтів тощо. Їхня цінність як лікарської та харчової сировини визначається комплексом біологічно активних речовин (БАР), їх якісним і кількісним складом, синергізмом дії та високим ступенем засвоєння живим організмом. Значна частина БАР мають

імуномодулюючу, адаптогенну, антиатеросклеротичну, гіпотензивну, антирадикальну дію [1—3]. І це спонукає науковців і виробників максимально повно забезпечити населення України такою продукцією, консервованою належним чином, оскільки у свіжому вигляді вона має невеликий термін зберігання. Сезонний чинник у переробленні та реалізації плодово-ягідної сировини виявляється також в обсягах її продажів. За оцінками експертів [4], у літні та осінні місяці рівень продажів знижується вдвічі порівняно із зимово-весняним періодом. Проте ці проблеми поступово розв'язуються, і ринок вітчизняної замороженої плодово-овочевої продукції непинно зростає, а вдосконалені технології, як, наприклад, запропонована у [5], надають можливість отримати заморожені напівфабрикати, що відповідають найкращим світовим зразкам.

Останнім часом на світовому ринку виробляється і споживається велика кількість замороженої плодово-ягідної та овочевої сировини. Лідерами у її споживанні є Великої Британія, Німеччина, Франція — понад 100 кг в рік на душу населення [6]. В Україні ця частка поки що майже в 20 разів менша. На ринку замороженої плодово-овочевої продукції в Україні в роздрібній торговельній мережі переважають в основному заморожені фрукти й овочі виробництва польських фірм (Zgoda, Hortex та ін.), що зумовлено високою конкурентоспроможністю продукції польського виробництва. Серед країн-постачальників є Франція, Німеччина, Молдова (2,5% від всього обсягу ввозу даної продукції), Італія (2,1%) [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз останніх публікацій за напрямом цієї статті надає можливість з'ясувати як ті проблеми, що постають перед формуванням ринку заморожених рослинних напівфабрикатів, так і об'єктивні передумови його розвитку, спонукаючи до розроблення та впровадження нових технологій, передусім низькотемпературних.

Важливого значення набувають інновації в технологіях консервування плодово-ягідної сировини, які ґрунтуються на використанні широкого спектра кріопротекторів органічної та мінеральної природи [8], на вивченні і впровадженні способів заморожування ягід з ніжною та щільною покривною тканиною [9], розробленні раціональних методів дефростації заморожених напівфабрикатів з мінімальними втратами клітинного соку [10], створенні системи управління безпекою виробництва заморожених плодів і ягід на етапах життєвого циклу на основі принципів НАССР [11] тощо. Це відкриває широкі перспективи для вітчизняних виробників замороженої продукції і дає підстави прогнозувати його позитивну динаміку.

Мета дослідження: здійснити комплексну оцінку отриманих за вдосконаленою нами технологією заморожених плодово-ягідних напівфабрикатів, визначивши якісні і кількісні співвідношення біокомпонентів, органолептичні властивості та розрахувавши ступінь забезпечення добової потреби організму людини у вітамінах, біофлавоноїдах тощо при споживанні 300 г заморожених плодів або ягід (за окремими мікронутрієнтами — 100 г заморожених плодів або ягід). Методики загальновідомі [12; 13].

Викладення основних результатів дослідження. Оцінку харчової цінності заморожених об'єктів як показника, що відображає всю повноту корисних властивостей харчового продукту, включаючи ступінь забезпечення фізіологічних

потреб організму людини в основних нутрієнтах, енергією та органолептичні характеристики, розпочали з визначення вмісту пектинових речовин. На сьогодні незаперечним є факт їх надзвичайно великої ролі у функціонуванні організму людини.

Більш того, пектинові речовини, що входять до складу клітинних стінок об'єктів, захищають їх від негативного впливу низьких температур при заморожуванні сировини, значною мірою позитивно впливаючи на якість заморожених і, особливо, дефростованих напівфабрикатів.

У табл. 1 наведено результати визначення вмісту пектину, протопектину у заморожених і дефростованих ягодах та плодах.

Таблиця 1. Вміст пектинових речовин у заморожених плодах і ягодах, г на 100 г продукту

Вид ягід	Протопектин	Пектин	Сума пектинових речовин	% протопектину
Аронія чорноплідна	0,910	1,080	1,990	41,0
Калина	1,410	1,510	2,910	44,6
Ожина	1,210	0,795	2,005	60,3
Малина	1,080	1,030	2,110	72,7
Чорниця	1,000	1,056	2,056	50,0
HP0,5	0,9	1,1	1,0	1,3

Аналіз табличних даних надає можливість зробити ряд висновків.

Загалом, основні біохімічні процеси синтезу і взаємоперетворення пектинових речовин мають певною мірою універсальний характер — кожна із досліджених культур містить у певних співвідношеннях протопектин і розчинний пектин. Вивчення ферментативних процесів перетворення пектинових речовин дало можливість дослідникам з'ясувати їхню роль у формуванні плоду, темпах його розвитку і дозрівання, у визначенні його консистенції.

З отриманих у таблиці даних видно, що максимальну кількість пектинових речовин містять плоди калини (3% за масою продукту). Більш того, 55,4% цієї кількості припадає на розчинний пектин, який відзначається високою біологічною активністю і легко засвоюється організмом людини. Всі досліджені види плодів та ягід за цими показниками наближаються до калини.

Пектин бере участь у процесах ароматоутворення, а також має здатність зберігати у готових продуктах природний колір та аромат плодів. Тому використання швидкозаморожених напівфабрикатів із наведених у таблиці, а також інших досліджених зразків забезпечує готовим продуктам високі органолептичні властивості та детоксикаційну здатність стосовно важких металів, радіонуклідів, інших ксенобіотиків [14].

Відомо, що вміст пектинових речовин у різних видах рослин може значно змінюватись під впливом погодних умов. Однак установлено, що співвідношення фракцій протопектин:розчинний пектин залишається незмінним для цього виду рослин [15]. Тобто за будь-яких обставин у заморожених ягодах аронії, калини, чорниці, завжди переважає частка розчинного пектину (~ 50%).

Більш детальні дослідження показали, що протопектин міститься в основному в шкірці ягід аронії та калини, тому вона має таку щільну структуру, надійно

ізолює внутрішні м'які тканини від зовнішніх впливів, завдяки чому обмінні процеси в ягодах відбуваються повільніше, вони краще зберігаються, і при заморожуванні утворені кристали льоду менше руйнують текстуру ягід.

Дикорослі і культивовані плоди та ягоди є ефективним джерелом різноманітних вуглеводів, серед яких — цукри, поліоли, пектинові речовини, клітковина, геміцелюлози. Вуглеводи є найважливішою групою органічних сполук, що входять до складу рослинних організмів, їх основне джерело енергії і головний каркасний матеріал рослинних клітин. Цукри в поєднанні з кислотами та іншими речовинами зумовлюють характерний смак плодів та ягід та їхні технологічні особливості.

У табл. 2 наведено результати експериментальних досліджень вуглеводного складу досліджуваних плодів та ягід.

Таблиця 2. Вуглеводний склад заморожених плодів та ягід, г на 100г продукту

Назва ягід	Цукри		Пектинові речовини
	Всього	Сахароза	
Калина	7,0...7,6	0,1...0,2	2,4...3,5
Аронія чорноплідна	5,2...7,9	0,2...0,3	1,9...2,6
Малина	4,6...8,4	0,5...0,6	1,6...2,5
Ожина	7,8...8,8	0,2...0,3	1,9...2,1
Чорниця	4,8...7,5	0,4...0,5	1,1...2,0
НІР _{0,5}	0,8	0,6	1,1

Отримані результати підтверджують цінний вуглеводний склад заморожених плодів і ягід: із загальної маси цукрів понад 90% припадає на суміш глюкози і фруктози, що свідчить про доцільність їх використання у дієтичному харчуванні; істотними концентраціями відзначається вміст пектинових речовин (аналогічно даним табл. 1).

Важливою характеристикою швидкозаморожених напівфабрикатів є вміст у них органічних кислот. Завдяки певному значенню рН, яке створюється ними, пригнічується розвиток плісняви та інших мікроорганізмів, окремі кислоти (наприклад, яблучна) мають радіозахисну дію; перебуваючи у певному співвідношенні з цукрами, органічні кислоти зумовлюють смакові якості і сировини, і готової продукції, і це співвідношення характеризується глікоацидометричним індексом (ГАІ).

Результати співвідношення концентрацій цукрів та органічних кислот наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Вміст органічних кислот і цукрів у заморожених плодах і ягодах, г на 100 г продукту

Вид ягід	Сума цукрів, %	Сума органічних кислот, %	ГАІ
Аронія чорноплідна	6,3...7,8	0,92...1,84	7,83
Калина	5,1...5,5	0,6...1,2	5,88
Ожина	7,8...8,3	0,64...1,38	8,77
Малина	8,2...8,9	1,18...1,24	7,72
Чорниця	6,9...8,4	0,76...1,08	8,55
НІР _{0,5}	0,8	0,6	0,63

З даних табл. 3 видно, що всі заморожені матеріали цих партій містять майже однакові кількості органічних кислот, а малина і чорниця — найбільше цукрів. Це співвідношення служить об'єктивною характеристикою смаку продукції як поєднання цукристості та кислотності. Його виражають глюкоацидометричним індексом. З таблиці видно, що після тривалого зберігання оптимальні значення ГАІ (6...7:1) мають ягоди калини, малини, а в інших видах ягід ці показники дещо вищі.

З таблиці також видно, що за кількісним вмістом цукрів і органічних кислот для одного і того ж виду існує певний інтервал значень від мінімального до максимального, що зумовлено, вочевидь, особливостями виду і природними умовами періоду вирощування і збору сировини. Головною залишається здатність усіх культур накопичувати в процесі життєдіяльності певну кількість цінних у біологічному значенні органічних кислот і цукрів, а розрахований глюкоацидометричний індекс відповідає інтервалам його оптимальних значень.

У табл. 4, поряд із даними щодо вмісту аскорбінової кислоти, містяться і результати вмісту загальної кількості поліфенольних сполук, зважаючи на синергізм їхньої взаємодії.

Таблиця 4. Вміст аскорбінової кислоти та поліфенольних сполук у заморожених за вдосконаленою технологією плодах і ягодах, мг/100 г продукту

Вид ягід	Каротиноїди, мг/100 г	Аскорбінова кислота, мг/100 г	Поліфенольні сполуки, мг/100 г	Антоціани, мг/100 г
Аронія	3,76	139,5	1345,0	990,0
Калина	2,05	49,7	1215,0	785,0
Ожина	3,27	75,9	1858,0	898,0
Малина	2,18	55,4	1344,0	446,0
Чорниця	1,94	57,3	2095,0	1654,0
HP0,5	0,7	1,0	1,2	0,8

Отже, отримані заморожені матеріали є багатими природними джерелами аскорбінової кислоти, поліфенольних сполук і антоціанів, що свідчить про необхідність їх широкого використання при виробництві оздоровчих продуктів та напівфабрикатів. Відомо, що фенольні сполуки накопичуються у вигляді глікозидів у тих частинах рослин, в яких процеси метаболізму проходять найбільш ефективно, і це особливо характерно для дикорослих ягід.

На наступному етапі досліджень з'ясували зміни основних біокомпонентів заморожених плодів і ягід у процесі холодильного зберігання протягом 3 і 9 місяців (-18°C). Результати представлено в табл. 5.

Таблиця 5. Вміст основних біокомпонентів у заморожених плодах і ягодах після тривалого зберігання, мг/100 г продукту

Вид ягід	Аскорбінова кислота				Поліфенольні сполуки			
	Вихідний вміст	Після заморожування	Після зберігання, міс.		Вихідний вміст	Після заморожування	Після зберігання, міс.	
			3	9			3	9
Аронія	143,4	139,5	130,4	125,5	1367,0	1345,0	1340,0	1329,0
Калина	55,2	49,6	50,8	49,0	1245,0	1215,0	1206,0	1192,0
Ожина	78,8	75,9	72,4	68,8	1885,0	1858,0	1826,0	1804,0
Малина	59,6	55,4	52,2	46,4	1362,0	1344,0	1331,0	1311,0
Чорниця	60,4	57,3	55,8	49,2	2118,0	2095,0	2070,0	2050,0

Отже, після заморожування всі ягоди містили аскорбінової кислоти в межах від 55,4 мг/100 г до 139,5 мг/100 г залежно від культури, і ця частка складала від 92% до 97% від вмісту вітаміну С у свіжих ягодах. Втрати його протягом 3 місяців зберігання склали, наприклад, для ягід аронії 9,4%, а для ягід чорниці — 7,7%. Через 9 місяців зберігання ці цифри зросли лише до 12,6 та 18,6%. Для порівняння: при традиційних технологіях заморожування (без кріопротекторів) через 3 місяці зберігання ягоди аронії втрачають до 58% вітаміну С, а ягоди чорниці — аж 71%.

Зважаючи на те, що вітамін С як активний антиоксидант, що бере участь у багатьох фізіологічних функціях, зокрема в синтезі колагену та транспортної форми вітаміну D [16], належить до найбільш лабільних представників компонентного складу плодів і ягід, такий високий ступінь його збереженості і після заморожування, і після тривалого зберігання є надійним свідченням того, що запропонована нами вдосконалена технологія має достатньо щадний ефект технологічного оброблення плодово-ягідної сировини, максимально наближаючи якісні показники отриманих напівфабрикатів до свіжих матеріалів.

Як і слід було очікувати, ступінь збереження поліфенольних сполук з істотною антиоксидантною активністю виявився ще вищим: протягом 9 місяців зберігання ягоди чорниці втратили лише 3,2% цих сполук, а ягоди аронії — 2,8%.

Варто зазначити, що високий вміст антоціанів у досліджених ягодах, особливо у чорниці (1654 мг/100 г продукту), яким властивий потужний антиоксидантний ефект, капілярозміцнююча, кардіотропна, спазмолітична, гіпотензивна, протизапальна та інші дії [17], дає змогу прогнозувати, що споживання заморожених ягід безпосередньо або у вигляді збагачених раціонів сприятиме зміцненню стану здоров'я споживачів, що загалом визначає рівень національної безпеки держави.

Згідно з даними таблиць 4 і 5, зміни якісних показників плодів і ягід при заморожуванні і тривалому зберіганні відбуваються строго індивідуально. Тому, окрім отриманих даних, важливо визначити органолептичні показники матеріалів до і після технологічного оброблення. Їх наведено в табл. 6.

Таблиця 6. Дегустаційна оцінка швидкозаморожених плодів і ягід після 9 місяців зберігання

Дослідний зразок	Вид продукції	Оцінка за 5 бальною шкалою					
		Зовнішній вигляд	Стан поверхні	Аромат	Колір	Смак	Загальна оцінка
Вишня	Свіжа	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Після заморожування	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Через 9 місяців	4,9	4,7	4,6	4,9	4,9	4,8
Калина	Свіжа	5,0	5,0	4,8	5,0	4,6	4,88
	Після заморожування	5,0	5,0	4,8	5,0	4,6	4,88
	Через 9 місяців	5,0	4,8	4,7	4,9	4,5	4,78
Смородина чорна	Свіжа	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Після заморожування	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,88
	Через 9 місяців	4,6	4,5	4,7	4,8	4,5	4,64
Вишня (необроблена кріопротекторами)	Свіжа	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Після заморожування	4,2	4,0	4,6	4,1	4,4	4,26
	Через 9 місяців	3,3	3,3	3,6	2,5	3,8	3,3

Дегустаційна оцінка показала, що плоди (вишня, калина) та ягоди (смородина чорна), заморожені за вдосконаленою технологією з використанням кріопротекторів протягом усіх 9 місяців холодильного ($-18 \pm 1^\circ\text{C}$) зберігання мають приємний смак, аромат, природне забарвлення і свіжий вигляд. Лише ягоди смородини чорної за всіма показниками після тривалого зберігання дещо втратили в оцінці органолептичних властивостей, і загальний показник з 5 балів знизився до 4,88 після заморожування і до 4,64 — після зберігання. Причина цього полягає, очевидно, в тому, що ягоди смородини мають ніжну покривну тканину, менш стійку до ушкоджуючої дії кристалів льоду при заморожуванні, ніж у калини.

Високо оцінено аромати та колір заморожених плодів і ягід: навіть через 9 місяців вони зберігають сортові нюанси запахів і кольорові характеристики.

Порівняння дегустаційної оцінки плодів вишні, замороженої після оброблення кріопротекторами і без такого оброблення, підкреслює ефективність вдосконаленої технології порівняно із традиційним способом заморожування. І якщо загальна оцінка плодів вишні за першим варіантом склала після 9 місячного зберігання 4,8 бала, то при традиційному заморожуванні цей показник досяг лише 3,3 бала.

Відповідно до літературних даних [1], усі плоди та ягоди містять широкий спектр макро- та мікроелементів, хоча кількість їх може істотно відрізнятись для різних видів. При заморожуванні, а також тривалому зберіганні концентрація мінеральних сполук істотно не змінюється, і основні їх втрати можуть спостерігатись при дефростації заморожених матеріалів разом із втратами клітинного соку.

У табл. 7 наведено вміст у заморожених плодах і ягодах основних мінеральних елементів, які відіграють істотну роль у функціонуванні організму людини.

Таблиця 7. Вміст основних макро- та мікроелементів у заморожених плодах і ягодах, мг/100 г продукту

Дослідний зразок	Вид продукції	Макроелементи				Мікроелементи			
		K	Na	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
Вишня	Свіжа	258,0	29,9	36,4	32,4	0,55	0,172	0,081	0,073
	Після заморожування	250,1	28,5	36,0	31,0	0,52	0,167	0,080	0,070
	Через 9 місяців	235,5	27,7	35,1	31,0	0,50	0,160	0,068	0,063
Смородина чорна	Свіжа	355,4	32,8	34,8	40,4	1,34	0,163	0,054	0,047
	Після заморожування	353,2	32,2	34,8	39,7	1,28	0,140	0,054	0,044
	Через 9 місяців	353,0	31,6	33,5	38,8	1,06	0,140	0,049	0,041
Малина	Свіжа	236,0	25,1	38,6	22,9	1,01	0,141	0,076	0,100
	Після заморожування	232,2	24,8	38,4	21,2	1,00	0,136	0,064	0,092
	Через 9 місяців	228,4	24,2	37,4	18,6	0,92	0,135	0,058	0,84

З таблиці видно, що всі досліджені плоди і ягоди (у таблиці наведено 3 дослідні зразки із 13) і в свіжому вигляді, і після заморожування та тривалого зберігання містять есенціальні, біогенні мінеральні речовини. За вмістом кальцію найбільш висока концентрація в ягодах малини (38,6 мг/100 г) при добовій потребі

800...1200 мг; калію, який бере активну участь в різних біохімічних процесах, зокрема у підтриманні осмотичних властивостей клітин і плазми крові, найбільше в ягодах чорної смородини (355,4 мг/100 г) при добовій потребі 2500 мг. Ця культура містить також найбільше магнію (40,4 мг/100 г), який входить до складу більшості ферментів, бере участь у метаболізмі АТФ і знижує ризик виникнення атеросклерозу [1]. Його добова потреба становить 400 мг.

Частка мікроелементів значно менша, та й добова їхня потреба незначна. Наприклад, концентрація заліза в ягодах малини становить 1,01 мг/100 г при його добовій потребі 10—15 мг. Цинку найбільше в плодах вишні (0,172 мг/100 г) при добовій потребі 10—12 мг. Цей мікроелемент в нинішніх умовах пандемії користується особливою популярністю, оскільки він разом з вітаміном В₆ бере участь у синтезі ненасичених кислот і необхідний для підтримання імунітету, забезпечення нормального кровотворення та інших фізіологічних функцій організму. Плоди вишні містять також найбільше марганцю серед інших культур (0,081 мг/100г). Цей мікроелемент бере участь у процесах синтезу білків та нуклеїнових кислот, його добова потреба складає 2 мг.

А за вмістом міді переважають ягоди малини (0,1 мг/100 г), при її добовій потребі 1—2 мг. Мідь, як відомо, входить до структури ряду білків і ферментів, бере участь у синтезі колагену та еластину.

Тож заморожені плоди і ягоди можна ефективно використовувати для подолання і запобігання мікроелементозам.

Висновки

Розроблена вдосконалена технологія швидкозаморожених плодово-ягідних напівфабрикатів не знижує їхньої харчової цінності стосовно свіжої сировини, а органолептичні показники лише незначно погіршуються після тривалого зберігання. Збереженість вмісту аскорбінової кислоти, поліфенольних сполук, каротиноїдів, органічних кислот, вуглеводів (у тому числі пектинових речовин), мінеральних сполук становить 75—90%. Такої кількості достатньо для задоволення 10—50% середньодобової потреби в них для організму людини при звичайному рівні споживання (300 г плодів і ягід), а за вмістом аскорбінової кислоти, поліфенольних сполук і каротиноїдів дану потребу перевищено на 150—300%. Тобто, з точки зору добового вітамінного забезпечення, достатньо 100 г плодів або ягід.

Література

1. Сімахіна Г. О., Стеценко Н. О., Науменко Н. В. Біологічно активні речовини в харчових технологіях: підручник. Київ: НУХТ, 2016. 455 с.
2. Карпова Е. А., Храмова Е. П. Флавоноиды и аскорбиновая кислота у некоторых представителей рода *Vegonia L.* *Химия растительного сырья*. 2009. № 2. С. 105—110.
3. Филиппова Р. А., Филатова И. А. Значение в профилактике заболеваний фенольных соединений плодов и ягод. *Пищ. пром-сть*. 2000. № 8. С. 35—37.
4. Лосев А. Формирующий рынок замороженных овощей и ягод. *Продукты питания*. 2005. № 17. С. 17—21.
5. Українець А. І., Сімахіна Г. О., Науменко Н. В., Камінська С. В. Заморожені плодово-ягідні напівфабрикати: якість, ефективність, безпека: монографія. Київ: Видавництво «Сталь», 2019. 324 с.

6. Аналіз світового ринку заморожених продуктів харчування за видом продукції та географічним розташуванням: тенденції та прогнози (2010—2018): звіт. URL: <<http://www.usca.org.ua/ua/information/news/21#>>. Дата звернення: 21.01.2019.

7. Karolefski J. What Are the Most Important Food Trends Today? URL: <<http://www.crgmatters.com/International0612.html>>. Дата звернення: 21.01.2019.

8. Сімахіна Г. О., Халапсіна С. В. Перспективи використання кріопротекторів в інноваційних технологіях заморожування плодово-ягідної сировини. *Международный научный журнал «Acta Universitatis Pontica Euxinus». Спеціальний випуск*. Т. 2. Варна, 2013. С. 141—144.

9. Сімахіна Г. О., Халапсіна С. В. Отримання заморожених напівфабрикатів дикорослих ягід зі щільною покривною тканиною. *Наукові праці НУХТ*. 2016. № 3. С. 198—206.

10. Simakhina G., Naumenko N., Bazhay-Zhezherun S., Kaminska S. Impact of cryoprotection on minimization of ascorbic acid losses in freezing of berries. *Ukrainian Food Journal*. 2019. Vol. 8. # 2. P. 271—283.

11. Сімахіна Г. О., Камінська С. В. Оцінка безпеки швидкозаморожених плодово-ягідних напівфабрикатів на основі принципів системи НАССР. *II Міжнародна науково-практична конференція «Discovery Science»*. 17 травня 2019 р., м. Карлові Вари, Чехія. 2019. С. 38—49.

12. Ермаков А. И. Методы биохимического исследования растений. Ленинград: Агропромиздат, 1987. 430 с.

13. Черевко О. І., Крайнюк Л. М., Касілова Л. О. Методи контролю якості харчової продукції. Харків: ХДУХТ, 2005. 230 с.

14. Братан Л. И., Краснова Н. С. Исследование связывания свинца пектинами различных типов в присутствии растительных полифенолов. *Хранение и переработка сельхозсырья*. 2001. № 1. С. 38—42.

15. Петрова В. П. Биохимия дикорастущих плодово-ягодных растений. Киев: Вища школа, 1986. 285 с.

16. Спиричев В. Б. Исследование в витаминотерапии: теоретические и практические аспекты. *Вестник АМН СССР*. 1991. № 11. С. 64—70.

17. Лапин А. А., Бортников М. Ф. Антиоксидантные свойства продуктов растительного происхождения. *Химия растительного сырья*. 2007. № 2. С. 79—83.