

Г.П. Хомич, канд. техн. наук (ВНЗ УКС «ПУЕТ»)

Л.В. Капрельяни, д-р техн. наук (ОНАХТ, Одеса)

С.А. Земелєв, головний технолог («Аграна-Фрут Україна», Вінниця)

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ НА БІОЛОГІЧНУ ЦІННІСТЬ ЯГІД ЧОРНИЦІ В ПРОЦЕСІ ЗБЕРІГАННЯ

Розглянуто питання впливу повільного та швидкого способів заморожування на якісні показники ягід чорниці. Досліджено зміну вмісту вітаміну С та флавоноїдів при заморожуванні та зберіганні ягід чорниці протягом шести місяців.

Рассмотрен вопрос влияния медленного и быстрого способов замораживания на показатели качества ягод черники. Исследованы изменения содержания витамина С и флавоноидов при замораживании и хранении ягод черники в течение шести месяцев

The problem of influence the technology of slow and fast ways of freezing on indicators of quality of berries of a bilberry. The change of maintenance of vitamin C and flavonoid is considered at freezing and storage of a bilberry during of six months.

У сучасних умовах проблема збереження здоров'я населення тісно переплетена з раціональним використанням сировинних ресурсів і виробництва на їх основі біологічно повноцінних та безпечних харчових продуктів, які містять у своєму складі широкий спектр біологічно активних речовин (БАР).

Відомо, що свіжі плоди та ягоди, зокрема, дикорослі – це багате джерело вітамінів, мінеральних речовин, каротиноїдів, фенольних сполук, що у більшості є антиоксидантами. Вживання їх у їжу сприяє дезактивації вільних радикалів та канцерогенів і є більш ефективним, ніж вживання окремих антиоксидантів, тому що досягається синергізм дії вітамінів, поліфенольних, мінеральних та інших речовин, які містяться у їх складі. Однак, асортимент продуктів з їх використанням досить обмежений і не користується належним попитом у споживача. Однією із причин є зниження показників якості продуктів під час зберігання [1].

Заморожування – один із найбільш прогресивних способів консервування плодовоовочевої сировини, який дозволяє максимально зберегти харчову цінність рослинної сировини під час зберігання,

уникнути сезонності виробництва, забезпечити роботу підприємства протягом року, збалансувати харчовий раціон населення.

При заморожуванні зберігання якісних показників сировини досягається через вплив низької температури, при якій блокуються окисно-відновні процеси, знижується мікробіологічна активність, а також активність вільної води, що знаходиться у сировині, через її перехід у кристалічний лід.

Відомо, що даний спосіб консервування дозволяє тривалий час зберігати до 75...80 % біологічно активних речовин (БАР), тоді як при тепловій обробці їх вміст суттєво знижується. Окрім того, відсутність теплового впливу та хімічної обробки робить заморожування прогресивним способом і не впливає на біохімію продукту [2]. Використання процесів заморожування у переробній промисловості відкриває широкі можливості перед харчовою галуззю та сферою масового харчування.

Чорниця – харчова та лікарська рослина. Ягоди чорниці є сировиною для різних галузей харчової і кондитерської промисловостей. З чорниць готують соки, морси, екстракти, сиропи, джеми, варення, компоти, мармелад.

Ягоди чорниці характеризується високим вмістом біологічно активних сполук, серед яких особливе місце займають флавоноїди. Ці сполуки синтезуються у природі тільки рослинами і мікроорганізмами. Завдяки своїй високій біологічній активності, обумовленій наявністю у молекулі активних ОН-груп, вони підлягають різним перетворенням та приймають участь у ряді фізіологічних процесів: активно впливають на роботу серця, шлунку, підшлункової залози, печінки, нирок, а також серцево-судинної, бронхо-легеневої, імунної, центральної нервової систем [3].

У ягодах чорниці виявлено найбільш широкий спектр антоціанів, вони побудовані з 3-О-галактозидів, 3-О-глюкозидів і 3-О-арабінозидів дельфінідіну, цианідіну, петунідіну, пеонідіну і мальвідіну [4].

Метою роботи було дослідження впливу способів заморожування на біологічну цінність ягід чорниці в процесі заморожування та зберігання.

Об'єктом досліджень були ягоди чорниці, зібрані у Закарпатській області. Дослідження проводилися з використанням стандартних методів аналізу.

Для дослідження впливу заморожування на зміну показників якості ягід чорниці у процесі зберігання свіжі ягоди проходили

попередню підготовку і піддавали різним способам заморожування: швидкому заморожуванню при температурі мінус 35 °С у швидко морозильному апараті Unidex (Польща) і повільному заморожуванню при температурі мінус 22 °С у холодильній камері. Заморожену сировину зберігали у температурному діапазоні від мінус 22 до мінус 23 °С і відносній вологості повітря 90...95 %. Заморожування сировини проводили у виробничих умовах на підприємстві «Агрона-Фрут Україна».

Цінність сировини обумовлюється її хімічним складом, і перш за все наявністю у її складі дуже важливих у біологічному відношенні речовин, що містяться у ягодах чорниці (флавоноїдів, вітамінів та ін.), що визначає харчову та лікувально-профілактичну цінність сировини.

Фізико-хімічні показники ягід чорниці досліджували в день переробки без попередньої обробки холодом і після впливу низьких температур. Отримані результати досліджень наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники ягід чорниці (n =5, p ≤ 0,05)

Назва зразка	Масова частка, %		Вміст, мг/100 г		Біологічна активність, ум. од.
	сухих речовин	титрованих кислот	вітаміну С	флавоноїдів	
Чорниця (свіжа)	13,76	1,42	15,43	586,05	3957
Чорниця заморожена при t=-35 °С	13,60	1,42	13,43	573,80	3870
Чорниця заморожена при t=-22 °С	12,80	1,37	15,35	553,27	3636

Результати експериментальних досліджень підтверджують (табл. 1), що під час заморожування ягід відбуваються зміни хімічного складу чорниці: зменшується вміст вітаміну С, флавоноїдів, біологічна активність ягід. У більшій мірі на показники якості чорниці впливає повільне заморожування.

Отримані результати свідчать, що ягоди чорниці мають високий вміст флавоноїдів, які стимулюють тканинне дихання, здатні утворювати комплекси з іонами важких металів, підтримувати нормальний стан організму, відновлювати порушену проникність

капілярів, проявляти протинабрякову та спазмолітину дію, попереджувати склеротичне ураження кровоносних судин [3].

Вітамін С, який також присутній у хімічному складі ягід чорниці, приймає участь в окисно-відновних процесах, що протікають у живій клітині і його розглядають як потужний стимулюючий фактор для підсилення імунної системи

Експериментальними дослідженнями встановлено, як змінюється вміст вітаміну С в ягодах чорниці в залежності від способу заморожування і тривалості зберігання. Результати досліджень наведені на рисунку.

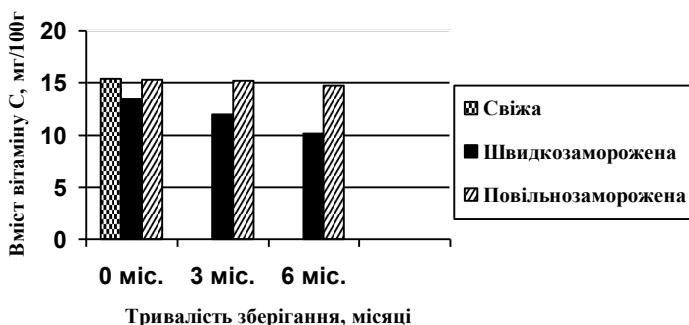


Рисунок – Вплив умов заморожування та тривалості зберігання на вміст вітаміну С в ягодах чорниці

Дані, які наведені на рисунку, свідчать, що при заморожуванні проходять кількісні зміни вітаміну С у ягодах чорниці в порівнянні з вихідним зразком (свіжою ягодою). Експериментальні дослідження підтвердили, що низькотемпературний шок (мінус 35 °С) в більшій мірі сприяє деструкції вітаміну С. Одразу після заморожування його кількість в дослідних зразках зменшилась на 13 % і продовжувала зменшуватись протягом всього терміну зберігання. Так, після шестимісячного зберігання, вміст вітаміну С зменшився на 34,2 %. У випадку повільного заморожування вміст вітаміну С також зменшується, але в значно меншій мірі ніж при швидкому заморожуванні. Найбільші зміни спостерігаються при зберіганні і після шести місяців зберігання втрати вітаміну С складають 7 %.

Особливу цінність у хімічному складі чорниці представляють біофлавоноїди, які володіють капілярозміцнюючими, протизапаль-

ними та антиоксидантними властивостями. Вони за антиоксидантною активністю в десятки разів переважають вітаміни С, Є та каротиноїди.

Кількісний вміст флавоноїдних сполук у ягодах чорниці визначали на хроматографі фірми Agilent Technologies (модель 1100) і отримані дані наведені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Вміст флавоноїдів в ягодах чорниці, мг/100 г
($n=3$, $p \leq 0,05$)

Назва зразка	Оксикоричні кислоти та їх похідні	Флавоони та їх похідні	Анто- ціани	Флаван- 3-оли
Чорниця (свіжа)	20,77	4,70	555,86	4,72
Чорниця замороже- на при $t -35^{\circ}\text{C}$	17,95	4,69	547,83	3,33
Після 3-х місячного зберігання	19,50	4,00	568,20	4,50
Після 6-ти місяч- ного зберігання	20,85	9,65	548,74	5,96
Чорниця замороже- на при $t -22^{\circ}\text{C}$	17,80	4,10	528,07	3,30
Після 3-х місячного зберігання	19,10	3,40	487,40	4,50
Після 6-ти місяч- ного зберігання	16,86	8,17	441,74	4,50

Результати експериментальних досліджень свідчать (табл. 2), що в обох випадках заморожування ягід чорниці приводить до зменшення вмісту флавоноїдів у ягодах. В порівнянні зі свіжим зразком вміст флавоноїдів під час заморожування зменшується на (2,1...5,6) % в залежності від способу заморожування. Під час зберігання в більшій мірі зменшується вміст флавоноїдів у ягодах чорниці, що пройшли повільне заморожування. Так, вміст флавоноїдів у цих зразках зменшується на 12,2 % через 3 місяці зберігання і на 19,6 % через 6 місяців зберігання. У випадку зберігання ягід чорниці після низькотемпературного заморожування вміст флавоноїдів через 6 місяців зберігання зменшився на 0,3 %. В перерахунку на суху речовину вміст флавоноїдів в ягодах чорниці після 6-ти місячного холодильного зберігання зменшився в зразках, які піддавалися повільному заморожуванню, на 20,4 %, а при швидкому заморожуванні – на 0,5 %. Однак, під час холодильного зберігання, встановлено значне збільшення кількості флавонів та їх

похідних: при заморожуванні їх вміст зменшується на 0,2...27,7 %, а потім поступово збільшується і після 6-ти місячного зберігання перевищує вміст у свіжих ягодах в 1,7...2,1 рази. Збільшення вмісту флавонів та їх похідних відбувається за рахунок збільшення вмісту рутину, вміст якого поступово збільшується на 7,8...10,5 % під час заморожування і у 3,5...4,1 рази при холодильному зберіганні протягом шести місяців, що може бути пов'язане з гідролізом олігомерних форм, а також з накопиченням фенольних речовин за рахунок ферментативних процесів [5]. Серед флавоноїдних сполук чорниці виявлено найбільший вміст антоціанів. Кількісний вміст антоціанів, визначений у свіжих ягодах чорниці та у заморожених зразках після 6-ти місячного зберігання, наведений у таблиці 3.

Таблиця 3 – Вміст антоціанів у ягодах чорниці при різних способах заморожування (n =3, p ≤ 0,05)

Назва компонента	Вміст антоціанів в зразках чорниці, мг/100 г		
	ягода (свіжа)	після 6-ти місячного зберігання	
		заморожені при – 35 °С	заморожені при – 22 °С
Дельфінідін-3-О-галактозид	62,49	62,60	49,09
Дельфінідін-3-О-глюкозид	65,41	62,09	50,87
Цианідін-3-О-галактозид	60,10	66,06	46,64
Дельфінідін-3-О-арабінозид	37,24	38,97	31,50
Цианідін-3-О-глюкозид	73,09	68,25	56,35
Петунідін-3-О-галактозид	26,47	26,61	21,42
Цианідін-3-О-арабінозид	45,03	42,11	35,45
Петунідін-3-О-глюкозид	43,70	46,40	34,32
Пеонідін-3-О-галактозид	9,52	11,64	8,34
Петунідін-3-О-арабінозид	7,87	8,56	6,74
Пеонідін-3-О-глюкозид	53,18	50,69	43,60
Мальвідін-3-О-галактозид	51,98	45,38	41,04
Пеонідін-3-О-арабінозид	4,44	5,16	3,93
Мальвідін-3-О-глюкозид	11,87	11,70	10,25
Мальвідін-3-О-арабінозид	3,47	2,52	2,20
Всього	555,86	548,74	441,74

Результати проведених досліджень, отримані із застосуванням сучасних методів аналізу (табл. 3), свідчать, що антоціани, виявлені в ягодах чорниці, представляють собою глікозиди п'яти агліконів –

мальвідіну, пеонідіну, петунідіну, дельфінідіну та цианідіну з трьома вуглеводами – глюкозою, галактозою та арабінозою. Серед них найбільше глікозидів цианідіну – 138,4...178,2 мг/100г, що складає 30,0 % від загального вмісту флавоноїдних сполук. Друге місце займають глікозиди дельфінідіну, вміст якого знаходиться в межах 131,5...165,1 мг/100г – 28,0 %. На петунідін припадає 13,3 %, мальвідін і пеонідін – приблизно 11,5 % від загального вмісту антоціанів.

Найкраще зберігаються антоціани при низькотемпературному способі заморожування. При такому способі заморожування протягом шести місяців зберігання спостерігаються незначні втрати глікозидів цианідіну та дельфінідіну (0,9...1,0 %), максимальні втрати (11,5 %) спостерігаються у глікозидів мальвідіну, а вміст глікозидів петунідіну та пеонідіну збільшується при зберіганні. У випадку зразків, що піддавались повільному способу заморожування спостерігається зменшення вмісту всіх антоціанів: глікозидів цианідіну – на 22,3 %, глікозидів мальвідіну – на 20,5 %, глікозидів дельфінідіну – на 20,4 %, глікозидів петунідіну – на 19,9 %, глікозидів пеонідіну – на 16,8 %.

Висновки

Отримані результати свідчать, що низькотемпературне заморожування ягід чорниці дозволяє в більшій мірі, в порівнянні з повільним способом заморожування, зберегти в них біологічно активні речовини, зокрема, флавоноїди, що володіють антиоксидантною природою і обумовлюють вагомість використання сировини у харчуванні. Заморожені ягоди можна рекомендувати як напівфабрикат для виготовлення харчових продуктів з підвищеним вмістом БАР протягом року.

Список літератури

1. Хомич Г.П. Використання дикорослої сировини для забезпечення харчових продуктів БАР [Текст]: монографія / Г.П. Хомич, Н.І. Ткач – Полтава: РВВ ПУСКУ, 2009. – 159 с.
2. Мясничева Н.В. Замораживание – эффективный способ консервирования ягод красной смородины [Текст] / Н.В. Мясничева, Е.Н. Артемова // Пищевая промышленность. – 2007. – № 12. – С. 50–51.
3. Капрельянц Л.В. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології [Текст] / Л.В. Капрельянц, А.П. Петросьянц - Одеса: Друк, 2011. – 269 с.
4. Kalt W., McDonald J., Ricker K. Anthocyanin content and profile within and among blueberry species // Can. J. Plant Sci, 1999. – 79. – P. 617–623.
5. Запрометов М.Н. Фенольные соединения [Текст] / М.Н. Запрометов – М: Наука, 1993. – 256 с.