

УДК 664.8.037.5:634.745

Д.М. Одарченко, А.І. Кудряшов, О.О. Сюсель

РОЗВИТОК НАУКОВИХ ОСНОВ ЗАМОРОЖУВАННЯ КАЛИНИ ЗВИЧАЙНОЇ ЯК ДИКОРΟΣЛОЇ СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАПІВФАБРИКАТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті проаналізовано якість дикорослих ягід. Обґрунтовано метод заморожування плодів калини звичайної як перспективної сировини для виробництва напівфабрикатів функціонального призначення. Шляхом використання низькотемпературного калориметричного методу вимірювання, визначено діапазони температур кристалізації та плавлення вологи у досліджуваних зразках ягід. Встановлено вплив процесу заморожування на показники, що характеризують товарну якість продукції – мікроструктуру рослинних тканин ягід калини звичайної.

Вступ. Однією з основних причин патологічних процесів в організмі людини, яка викликає передчасне старіння й розвиток багатьох захворювань, у тому числі серцево-судинних і онкологічних, є надлишкове накопичення вільних радикалів, що підтверджено чисельними дослідженнями, які проведено останнім часом у різних країнах. Внаслідок погіршення екологічного стану навколишнього середовища з'являються все нові й нові джерела вільних радикалів. Тому зараз виникла нагальна потреба пошуку захисту людини та її здоров'я від їх згубної дії [1].

Дикорослі ягоди, якими багаті сировинні ресурси України, є справжньою скарбницею біологічно активних речовин. Вони мають чітко виражену фізіологічну дію на організм людини.

У плодах калини міститься: 6,5-8,0 % цукрів, головним чином глюкоза та фруктоза; 0,4-0,6 % пектинових речовин; 1,9 % органічних кислот (яблучна, валеріанова, мурашина, оцтова, каприлова та ін.); 1,4-2,5 мг % каротину; 6,0-30,0 мг % вітаміну С; 156,0-245,0 мг % біофлавоноїдів [2].

Враховуючи хімічний склад та лікувально-профілактичну дію дикорослих ягід, використання їх при виробництві продуктів харчування дозволить збагатити останні біологічно активними речовинами та підвищити їх антиоксидантні властивості. Однак, сучасні технології, хоча і дозволяють виробляти харчові продукти із дикорослих плодів і ягід, недостатньо використовують їх багатогранний та корисний хімічний склад.

У вітчизняній та зарубіжній практиці накопичено досвід, і є засоби для подовження термінів придатності продуктів, що забезпечують мінімальні зміни їх якісних показників.

На сьогоднішній день найпоширенішим способом заморожування є конвективний, тобто в інтенсивному потоці холодного повітря. Вибір способу заморожування спрямований, передусім, на забезпечення умов для зниження пошкоджуючої дії осмотичного тиску води, зменшення деформації біологічного об'єкта кристалами льоду, що утворюються тощо [3].

Постановка задачі. Мета роботи – дослідження процесу заморожування плодів калини звичайної; визначення температур, при яких відбувається кристалізація вологи та з'ясування впливу низьких температур на мікроструктуру плодів.

Предметом дослідження були плоди калини звичайної.

Вирішення задачі. На першому етапі досліджень була визначена якість дикорослих ягід, зібраних на території Харківської області. Контроль якості дикорослої сировини проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Сировину аналізували у стадії споживчої стиглості. При цьому контролювали вміст аскорбінової кислоти, пектинових речовин, титрованої кислотності (у перерахунку на яблучну кислоту), вміст цукрів, масову частку вологи, а також оцінювали органолептичні показники. Отримані фізико-хімічні показники наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-хімічні показники свіжих плодів калини звичайної

Назва показника				
Масова частка вологи, %	Вміст цукрів, %	Титрована кислотність у перерахунку на яблучну кислоту, %	Масова частка пектинових речовин, %	Вміст вітаміну С, мг%
81,51±8,1	8,7±0,87	1,2±0,12	0,47±0,047	10,8±1,08

З фізико-хімічних показників ягід калини звичайної слід відзначити досить високий вміст вологи та пектинових речовин. Цукри у ягодах, в основному, представлені моносахаридами, вміст яких складає 8,7 %.

Сучасні технології заморожування рослинної сировини спрямовані на створення таких умов низькотемпературного оброблення і зберігання, при яких споживні властивості цих продуктів будуть максимально наближеними до свіжих і не змінюватимуться протягом тривалого терміну холодильного зберігання. Фізичною сутністю процесу заморожування, як способу консервування рослинної сировини, є фазове перетворення вологи ягід із рідкого стану в кристалічний. Саме кристалізацією рідкої фракції зумовлена здатність швидкозаморожених ягід до тривалого зберігання, оскільки перетворення вологи у лід перешкоджає живленню мікроорганізмів, створюючи несприятливі осмотичні умови, різко уповільнює швидкість протікання хімічних і біохімічних процесів, які впливають на зміну кольору, втрату аромату, появу небажаних смакових відтінків, зменшення вмісту вітамінів тощо [3].

Найбільш вагомими чинниками, що зумовлюють пошкодження під час заморожування продукту, пов'язані з фазовими та фазово-структурними перетвореннями в ньому. Ступінь пошкодження залежить від кінетики кристалоутворення та росту кристалів, їхньої форми та розміру, характеру розподілу рідини у кристалічній матриці, інтенсивності рекристалізаційних процесів тощо. При цьому, внаслідок руху меж розподілу між твердою та рідкою фазами, клітини піддаються механічним навантаженням і підвищеному тиску [4, 5]. Найбільш імовірним первинним процесом у разі кріопошкодження клітин є зміни структурно-функціональних характеристик мембран (проникливості, функціональної активності). Масова частка вологи, що вимерзає у продукті, залежить від її загального вмісту, форми та міцності зв'язку зі структурними елементами, температури заморожування тощо.

При фазовому переході вологи у лід кожна молекула води з'єднується з чотирма сусідніми диполями, утворюючи регулярну кристалічну решітку. Зараз є досить чіткі уявлення про особливості взаєморозташування молекул води у структурі льоду, які зумовлені наявністю водневих зв'язків. Кристалізація вологи призводить до зміни теплофізичних, структурно-механічних та інших характеристик продукту [4].

Діапазони температур кристалізації та масову частку вимороженої вологи визначали за методикою, яка була розроблена у Харківському державному університеті харчування та торгівлі. Дана методика дозволяє виміряти кількість теплоти, що виділяється під час кристалізації вільної вологи у харчовій сировині. Суть цього калориметричного методу полягає у вимірі сигналу диференціальної термопари, що реєструє зміну температури потоку холодного повітря, яке омиває досліджуваний зразок [4, 6].

Заморожуванню підлягали досліджувані зразки свіжих ягід калини звичайної масою 15 г, які поміщали у пластмасову ємність та занурювали у вимірвальну камеру калориметра із заданою від'ємною температурою середовища. Процес заморожування вважався закінченим після досягнення всередині досліджуваного зразка температури, рівній температурі середовища. Після цього моменту здійснювали процес розморожування досліджуваних зразків шляхом встановлення в камері калориметра температури навколишнього середовища. Процес вважався завершеним після досягнення температури всередині досліджуваного зразка $20 \pm 2^\circ \text{C}$. Під час процесу заморожування-розморожування фіксували температуру всередині зразка та температуру суміші повітря та азоту на вході-виході з камери калориметра. Обробку отриманого масиву даних здійснювали за допомогою програмного засобу Mathcad 14.

Результати проведених досліджень наведені у табл. 2.

Таблиця 2

Результати аналізу кривих заморожування зразків калини звичайної

t заморожування, °C	1-й діапазон t кристалізації вимороженої вологи, °C	2-й діапазон t кристалізації вимороженої вологи, °C	1-й діапазон t плавлення вимороженої вологи, °C	2-й діапазон t плавлення вимороженої вологи, °C	Масова частка вимороженої вологи, %
-20	-1,8...-5,0	-16,9...-18,1	-6,4...-5,2	-3,8...-2,2	74,6
-70	-3,3...-10,3	-63,2...-68,2	-16,3...-8,7	-2,0...-0,5	80,0

Аналізуючи результати заморожування зразків калини звичайної, визначено, що при заморожуванні досліджуваних зразків спостерігається утворення двох діапазонів кристалізації вологи. Незалежно від температури заморожування, процес кристалізації вологи у досліджуваних зразках розпочинається при субнульових температурах. Проте, при заморожуванні ягід калини до $t = -70^\circ \text{C}$ відбувається зміщення критичних точок в область більш низьких температур. Це зумовлено тим, що по мірі виморожування вологи концентрація незамерзаючого розчину зростає, і температура замерзання відповідно знижується.

Під час заморожування в клітинному соку (після переходу криоскопічної точки) починається виморожування вологи. Більш низькі температури заморожування сприяють вимороженню як вільної, так і зв'язаної вологи [3]. Так, при заморожуванні до температури $t = -70^{\circ}\text{C}$, маса вимороженої вологи в 1,07% більша, аніж при заморожуванні до температури -20°C .

У багатьох вітчизняних і зарубіжних роботах описується вплив низьких температур на мікроструктуру ягід, проте це питання вивчено недостатньо.

Щоб визначити особливості мікроструктури рослинної тканини ягід калини звичайної було порівняно фіксовані гістологічні зрізи до і після заморожування до температур -20 та -70°C . Мікроскопічне фотографування виконували на мікроскопі для морфологічних досліджень серії «Granum».

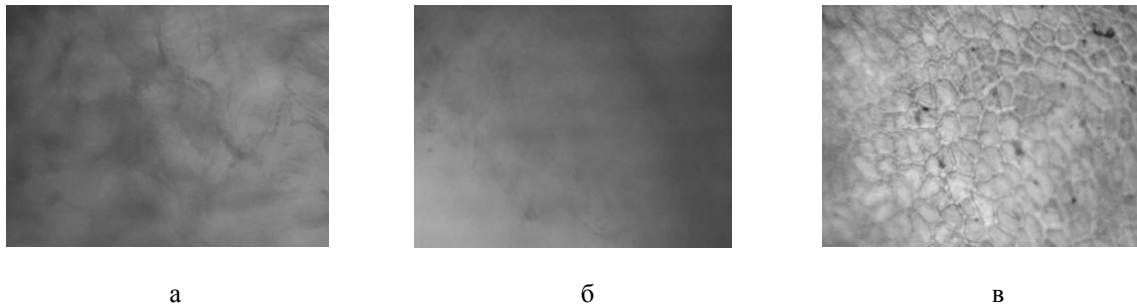


Рис. 1. Мікроструктура рослинних клітин ягід калини звичайної:

а – свіжих; б – заморожених до температури -20°C ; в – заморожених до температури -70°C

Рослинна тканина свіжих ягід калини (рис. 1. а) складається з клітин п'яти- та шестикутної форми, оболонки клітин недеформовані. У досліджуваних зразках ягід, заморожених до $t = -20^{\circ}\text{C}$ (рис. 1. б), геометрія рослинних клітин набуває неправильної форми, видно явні розриви тканини, очевидно, у місцях найінтенсивнішого вимерзання вологи. Структура тканин ягід, заморожених до $t = -70^{\circ}\text{C}$ (рис. 1. в), має чітко виражену форму клітин. Рослинні клітини здебільшого зберегли свою первинну структуру, проте їх розміри стали меншими. Заморожування до більш низьких температур не істотно впливає на деформацію клітин та на розрив їх оболонок. Це, очевидно, пов'язано з тим, що вода кристалізується у вигляді дрібних кристалів одночасно як в клітинах, так і в міжклітинному просторі, що позитивно впливає на збереження структури рослинної сировини.

Основні результати та висновки. Отже, результати фізико-хімічних досліджень показали, що плоди калини звичайної є цінним джерелом біологічно активних речовин для харчових продуктів.

Проведені криоскопічні дослідження показали, що температура кристалізації вимороженої вологи у досліджуваних зразках калини звичайної зміщується у прямій залежності від температури заморожування. Експериментально було визначено точки початку та кінця процесу кристалізації – плавлення вимороженої вологи, а також розраховано її фактичну кількість у досліджуваних зразках. Дослідження мікроструктури рослинної тканини показали, що заморожування до більш низьких температур (-70°C) не викликає видимих змін клітин, дозволяючи максимально зберегти початкові властивості ягід.

Отримані експериментальні дані можуть бути використані для визначення раціональних режимів заморожування та розморожування дикорослих ягід з метою забезпечення підвищення поживних властивостей заморожених напівфабрикатів функціонального призначення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Рудковский В.А. Антиокислительные целебные свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 24-27.
2. Петрова В.П. Дикорастущие плоды и ягоды. – М.: Лесная пром.-ть, 1987. – 248 с.
3. Постольски Я., Груда З. Замораживание пищевых продуктов: пер. с польск. Ю.Ф. Заяса, И.Е. Фельдман. – М.: Пищевая пром.-сть, 1978. – 607 с.
4. Пак А.О., Янчева М.О., Яковлева Ю.В. Вплив композиції криопротекторної дії на кількість вимороженої вологи у м'ясних січених напівфабрикатах // Тематичний збірник наукових праць Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – 2011. – Вип. 27. – С. 281-286.
5. Пушкарь Н.С. Введение в криобиологию. – К.: Наукова думка, 1975. – 343 с.
6. Патент №13953 Україна, МПК А/23L 1/00. Пристрій для визначення кількості вільної та зв'язаної вологи при температурах, близьких до температури рідкого азоту / Одарченко А.М., Одарченко Д.М., Погожих М.І. – № 200511091; Опубл. 17.04.2006. Бюл. №4.

ОДАРЧЕНКО Дмитро Миколайович – к.т.н., доцент кафедри товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки Харківського державного університету харчування та торгівлі.

Наукові інтереси:

- товарознавство, управління якістю та екологічна безпека;
- харчові технології.

КУДРЯШОВ Андрій Ігоревич – аспірант кафедри товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки Харківського державного університету харчування та торгівлі.

Наукові інтереси:

- товарознавство, управління якістю та екологічна безпека;
- харчові технології.

СЮСЕЛЬ Олена Олександрівна – студентка V курсу товарознавчого факультету Харківського державного університету харчування та торгівлі.

Наукові інтереси:

- товарознавство, управління якістю та екологічна безпека;
- харчові технології.