УДК 664.8.037.5:634.745

Д.М. Одарченко, канд. техн. наук
А.І. Кудряшов, асист.
А.О. Бабіч, асист.

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ КАЛИНИ ЗВИЧАЙНОЇ ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА НАПІВФАБРИКАТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Проаналізовано якість дикорослих ягід. Обґрунтовано метод заморожування плодів калини звичайної як перспективної сировини для виробництва напівфабрикатів функціонального призначення. Визначено діапазони температур кристалізації та плавлення вологи в досліджуваних зразках ягід із використанням низькотемпературного калориметричного методу вимірювання. Установлено вплив процесу заморожування на показники, що характеризують товарну якість продукції – мікроструктуру рослинних тканин ягід калини звичайної.

Проанализировано качество дикорастущих ягод. Обоснован метод замораживания плодов калины обыкновенной как перспективного сырья для производства полуфабрикатов функционального назначения. Определены диапазоны температур кристаллизации и плавления влаги в исследуемых образцах ягод с использованием низкотемпературного калориметрического метода измерения. Установлено влияние процесса замораживания на показатели, которые характеризуют товарное качество продукции – микроструктуру растительных тканей ягод калины обыкновенной.

Wild berries quality is analyzed. The method of freezing high cranberries as a promising raw material for the manufacture of functional semi-finished products is substantiated. The ranges of crystallization temperatures and moisture melting in the samples of berries with the use of low-temperature calorimetric method of measurement are specified. The freezing process influence on the parameters characterizing products' commercial quality – the microstructure of high cranberries plant tissue - is ascertained.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Однією з основних причин патологічних процесів у 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, проведеними останнім часом у різних країнах. Унаслідок погіршення екологічного стану навколишнього середовища

з'являються все нові й нові джерела вільних радикалів. Тому зараз виникла нагальна потреба захисту людини та її здоров'я від їх згубної дії [1].

Дикорослі ягоди, якими збагачені сировинні ресурси України, є справжньою скарбницею біологічно активних речовин. Вони мають чітко виражений фізіологічний вплив 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].

Ураховуючи хімічний склад та лікувально-профілактичну дію дикорослих ягід, використання їх під час виробництва продуктів харчування дозволить збагатити останні біологічно активними речовинами та підвищити їх антиоксидантні властивості. Проте, сучасні технології, хоча і дозволяють виробляти харчові продукти з дикорослих плодів і ягід, неповною мірою використовують багатогранний та корисний їх хімічний склад.

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

На сьогодні 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].

Мета та завдання статті. Мета статті – дослідження процесу заморожування плодів калини звичайної; визначення температур, за яких відбувається кристалізація вологи, та дослідження впливу низьких температур на мікроструктуру плодів.

Виклад основного матеріалу дослідження. На першому етапі досліджень було визначено якість дикорослих ягід, зібраних на території Харківської області. Контроль якості дикорослої сировини проводили за органолептичними та фізико-хімічними показниками. Сировину аналізували на стадії споживчої стиглості. При цьому контролювали вміст аскорбінової кислоти, пектинових речовин, титрованої кислотності (у перерахунку на яблучну кислоту), 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**

Показник				
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

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

Сучасні технології заморожування рослинної сировини спрямовані на створення таких умов низькотемпературного оброблення й зберігання, за 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 кристалізація рідкої фракції зумовлює здатність швидкозаморожених ягід до тривалого зберігання, оскільки перетворення вологи в 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 вагомі чинники, 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 в 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 в

продукті, залежить від її загального вмісту, форми та міцності зв'язку зі структурними елементами, температури заморожування тощо.

Під час фазового переходу вологи в лід кожна молекула води з'єднується з чотирма сусідніми диполями, утворюючи регулярну кристалічну решітку. Зараз є досить чіткі уявлення про особливості взаєморозташування молекул води в 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 в Харківському державному університеті харчування та торгівлі. 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 в пластмасову ємність та занурювали у вимірювальну камеру калориметра із заданою від'ємною температурою середовища. Процес заморожування вважався закінченим після досягнення всередині досліджуваного зразка температури, рівної температурі середовища. Після цього моменту здійснювали процес розморожування досліджуваних зразків шляхом установлення в камері калориметра температури навколишнього середовища. Процес вважався завершеним після досягнення температури всередині досліджуваного зразка 20±2°С. Під час процесу заморожування-розморожування фіксували температуру всередині зразка та температуру суміші повітря та азоту на вході-виході з камери калориметра. Обробку отриманих даних здійснювали за допомогою програмного засобу Mathcad 14.

Результати проведених досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2 – **Результати аналізу кривих заморожування досліджуваних зразків калини звичайної**

$t_{зам}$, °С	1-й діапазон t кристалізації вимороженої вологи, °С	2-й діапазон t кристалі-зації вимороженої вологи, °С	1-й діапазон t плавлення вимороженої вологи, °С	2-й діапазон t плавлення вимороженої вологи, °С	ω 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 під час заморожування досліджуваних зразків спостерігається утворення двох діапазонів кристалізації вологи. Незалежно від температури заморожування процес кристалізації вологи в досліджуваних зразках розпочинається за субнульових температур. Проте під час заморожування ягід калини до t=-70˚С відбувається зміщення критичних точок в область більш низьких температур, це зумовлено тим, що в міру виморожування вологи концентрація незамерзаючого розчину зростає, і температура замерзання відповідно знижується.

Під час заморожування в клітинному соку (після переходу кріоскопічної точки) починається виморожування вологи. Більш низькі температури заморожування сприяють вимороженню як вільної, так і зв'язаної вологи [3]. Так, під час заморожування до температури t=-70˚С маса вимороженої вологи в 1,07% більша, ніж під час заморожування до температури -20˚С.

У багатьох вітчизняних і зарубіжних працях 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˚С. Мікроскопічне фотографування виконували на мікроскопі для морфологічних досліджень серії «Granum» (рис. 1).

а б в

Рисунок 1 – Мікроструктура рослинних клітин ягід калини звичайної: а – свіжих; б – заморожених до температури -20˚С; в – заморожених до температури -70˚С

Рослинна тканина свіжих ягід калини (рис. 1а) складається з клітин п'яти- та шестикутної форми, оболонки клітин недеформовані. У досліджуваних зразках ягід, заморожених до t=-20˚С (рис. 1б) геометрія рослинних клітин набуває неправильної форми, спостерігаються чіткі розриви тканини, очевидно в місцях найінтенсивнішого вимерзання вологи. Структура тканин ягід, заморожених до t=-70˚С, (рис. 1в) 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 у клітинах, так і в міжклітинному просторі, що позитивно впливає на збереження структури рослинної сировини.

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

Із проведених кріоскопічних досліджень видно, що температура кристалізації вимороженої вологи в досліджуваних зразках калини звичайної зміщується в 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˚С) 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 із метою забезпечення підвищення поживних властивостей заморожених напівфабрикатів функціонального призначення.

Список літератури

1. Рудковский В. А. Антиокислительные целебные свойства плодов и ягод и прогрессивные методы их хранения/ В. А. Рудковский // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2001. – № 4. – С. 24–27.

2. Петрова В. П. Дикорастущие плоды и ягоды / В. П. Петрова. – М. : Лесная пром-сть, 1987. – 248 с.

3. Постольски Я. Замораживание пищевых продуктов / Я. Постольски, З. Груда ; пер. с польск. Ю. Ф. Заяса, И. Е. Фельдман. – М. : Пищевая промс-ть, 1978. – 607 с.

4. Пак А. О. Вплив композиції кріопротекторної дії на кількість вимороженої вологи в м'ясних січених напівфабрикатах / А. О. Пак, М. О. Янчева, Ю. В. Яковлева // Тематичний збірник наукових праць Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. – Вип. 27. – С. 281–286.

5. Пушкарь Н. С. Введение в криобиологию / Н. С. Пушкарь. – К. : Наукова думка, 1975. – 343 с.

6. Пат. 13953 Україна, МПК A/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 ; заявл. 23.11.2005 ; опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4.

Отримано 01.11.2013. ХДУХТ, Харків.
© Д.М. Одарченко, А.І. Кудряшов, А.О. Бабіч, 2013.

УДК 544.02:664.788 (477.54)

А.А. Дубініна, канд. техн. наук
Т.М. Попова
С.О. Ленерт, канд. техн. наук

ХІМІЧНИЙ СКЛАД ПШОНА ІЗ ЗЕРНА ПРОСА РІЗНИХ СОРТІВ, РАЙОНОВАНИХ У ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

На підставі аналізу літературних джерел розглянуто основні напрями селекції проса та особливості хімічного складу пшона. Досліджено хімічний склад пшона із зерна проса різних сортів, районованих у Харківській області.

На основании анализа литературных источников рассмотрены основные направления селекции проса и особенности химического состава пшена. Исследован химический состав пшена из зерна проса разных сортов, районированных в Харьковской области.

On the basis of the analysis of literary sources discussed the basic directions of millet breeding and peculiarities of the chemical composition of millet. The chemical composition of millet from millet different varieties grown in the Kharkiv region was investigated.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Незбалансованість сучасного харчування, неспроможність забезпечити організм людини необхідною кількістю незамінних мікронутрієнтів є глобальною проблемою для країн всього світу. Вирішення цієї проблеми можливе за рахунок селекції високоврожайних і високопоживних сільськогосподарських культур та забезпечення