

**Андрій ОДАРЧЕНКО**

## **ЗМІНИ АНАТОМІЧНОЇ БУДОВИ ЗАМОРОЖЕНИХ ЯГІД ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ**

*Вивчено вплив попередньої технологічної обробки (часткове зневоднення та обробка розчином Na-КМЦ) і заморожування ягід суниці, малини, агрусу та смородини чорної на зміну їх анатомічної будови як одного із основних показників якості замороженої рослинної сировини.*

*Ключові слова:* попередня обробка сировини, заморожування ягід, розчин натрій-карбоксиметилцелюлози, анатомічна будова.

Вітчизняний ринок заморожених ягід і напівфабрикатів з кожним роком все інтенсивніше розширюється, збільшується кількість торгових марок. Саме тому першочерговим завданням для виробників стає посилення конкурентоздатності продукції, яка випускається. Зазвичай це завдання вирішують ефективною маркетинговою політикою, підвищенням якості продуктів, зниженням виробничих витрат тощо. Поряд із цим важливим чинником є правильний вибір типу морозильного обладнання, яке за сталою класифікацією поділяється на: з примусовою циркуляцією повітря (тунельні й спеціальні), контактні, флюїдизаційні та флюїдизаційно-стрічкові, для заморожування напіврідких продуктів і в рідкому азоті. Відомо, що для кожного продукту існує певний, відповідний лише йому спосіб заморожування, за якого умови теплообміну та технологічний ефект процесу будуть найкращими [1].

При заморожуванні рослинних об'єктів вирішальну роль відіграє швидкість процесу, яка впливає перш за все на органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості. Саме від швидкості проникнення холоду всередину продукту залежать розміри та рівномірність розподілу в тканинах кристалів льоду, а від цього – збереження цілісності природної структури його тканин і ступінь відновлення нативного стану при розморожуванні [2].

Рідина, яка міститься в міжклітинному просторі тканин, замерзає швидше, ніж внутрішньоклітинна. Чим швидше замерзають харчові продукти, тим більше утворюється дрібних кристалів льоду. При менших швидкостях заморожування в клітинах і міжклітинних просторах утворюється велика кількість крупних кристалів льоду, які можуть пошкодити цілісність клітинних оболонок тканин продукту,

що призводить до втрат [3]. Рациональним є пошук способів попередньої обробки, які б регулювали вміст вологи в дослідному харчовому продукті та впливали при цьому на характер льодоутворення, що згодом сприяло б збереженню структури зразка при розморожуванні. Саме тому актуальним є вивчення впливу попередньої обробки ягід на зміну анатомічної будови їх тканин при низькотемпературному заморожуванні.

Мета дослідження – вивчення впливу часткового зневоднення та обробки 0.5-процентним розчином натрій-карбоксиметилцелюлози (Na-КМЦ) на зміну анатомічної будови ягід під час заморожування при різних температурах.

Досліджено поширені на території України ягоди: суницю, малину, агрус, смородину чорну. Попередня обробка сировини перед заморожуванням – конвекційне сушіння – обдування продукту нагрітим до температури  $37 \pm 2$  °C повітрям із видаленням вологи в кількості 10 і 15 % її початкового вмісту.

Для підвищення механічної міцності покривних тканин здійснено обробку ягід 0.5-процентним розчином натрій-карбоксиметилцелюлози. Для цього використано очищену її натрієву сіль фірми *BLANOSE® Cellulose Gum*. Очищення проведено згідно зі специфікаціями з чистоти, встановленими ЄС, Харчовою та сільськогосподарською організацією ВООЗ ООН (FAO/WHO) і Кодексом харчових хімічних продуктів США (*US Food Chemicals Codex*). Розчин Na-КМЦ – безкольорова прозора рідина в'язкої консистенції без смаку та запаху. Відсортовані та помиті ягоди занурювали в розчин Na-КМЦ. Після витримки 10 хв. розчин зливали, при температурі  $20 \pm 2$  °C упродовж 5–10 хв. залишали ягоди для утворення на їхній поверхні тонкої прозорої плівки.

Із літературних джерел [3; 4; 5] відомо, що при температурі –  $70 \pm 2$  °C замерзає вся вільна та зв'язана волога в продукті, однак у камерах побутового холодильного обладнання температура часто досягає лише  $-20 \pm 2$  °C. Цим зумовлена необхідність дослідження змін рослинних тканин ягід саме за таких температур заморожування.

Дослідження процесу заморожування зразків ягід здійснено за допомогою низькотемпературного калориметра [6]. Як холодоагент використано пари рідкого азоту, які змішувалися у певній пропорції з повітрям для створення заданої температури заморожування. Зразки ягід масою 15 г занурювали в калориметр зі встановленою від'ємною температурою середовища. Процес заморожування вважали закінченим при досягненні всередині зразка зазначеної температури.

Вивчення мікроструктури проведено за допомогою мікроскопа світлового *Celestron*, цифрової камери, приладу УФ-випромінювання *Prolux 370* з домінуючою довжиною хвилі 250–300 нм. Зрізи дослідних об'єктів переносили на предметне скло і робили знімки в білому та ультрафіолетовому світлі.

Світлова та люмінесцентна мікроскопія у поєднанні з флуоресцентними методами аналізу широко застосовується при дослідженнях харчових продуктів. Отримана при цьому інформація про форму, розміри та склад компонентів харчового продукту може використовуватися для оцінки його якості [7]. Люмінесцентні зображення елементів мікроструктури харчового продукту можуть нести інформацію про хімічні процеси в продукті, що відбуваються під час заморожування [8].

Після часткового зневоднення ягід суниці (до втрати 15 % вологи) спостерігається ущільнення (позначено ділянками округлої форми) рослинних тканин м'якоті й шкірки та утворення пустот, кількість яких у м'якоті більше, ніж в шкірці (рис. 1).

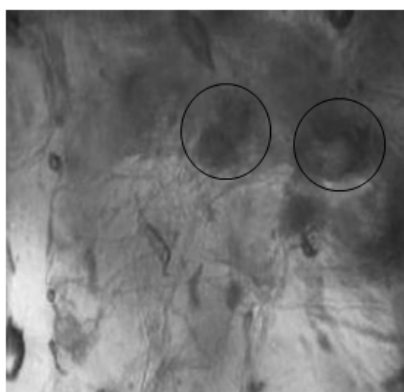


Рис. 1. Мікроструктура підсушених ягід суниці свіжої

При заморожуванні ягід суниці до температури  $-70^{\circ}\text{C}$  рослинні тканини м'якоті щільніші, ніж при  $-20^{\circ}\text{C}$ . В обох випадках утворюються більш крупні порожнечі (виділено прямокутними ділянками). При температурі заморожування  $-20^{\circ}\text{C}$  їхня кількість зростає. Це зумовлено тим, що при повільному заморожуванні утворюються кристали льоду великих розмірів, які сильно пошкоджують рослинну тканину. При розморожуванні утворені розриви заповнюються повітрям, в результаті чого й з'являються порожнечі (рис. 2).

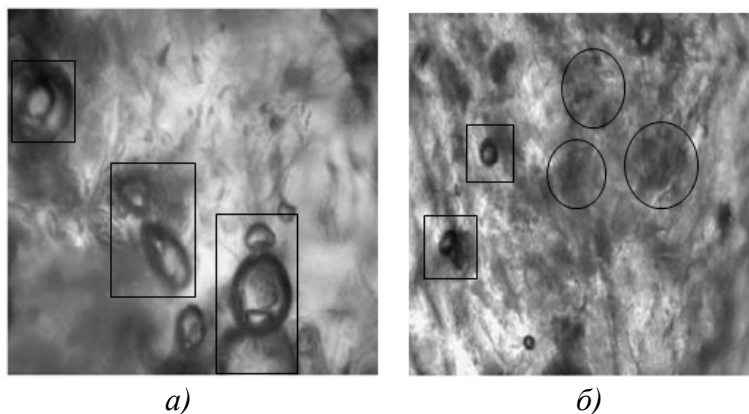


Рис. 2. Мікроструктура ягід суниці, замороженої до температури,  $^{\circ}\text{C}$ :  
а)  $-20$ ; б)  $-70$

Утворення пустот при заморожуванні спостерігається і в шкірці ягід суниці, які зазнали попередньої технологічної обробки, причому діаметр порожнеч зразків, оброблених Na-КМЦ, менше, але кількість їх більша.

При частковому зневодненні ягід малини свіжої також зазначено ущільнення рослинних тканин, проте на відміну від суниці утворення пустот не відбувається (рис. 3).

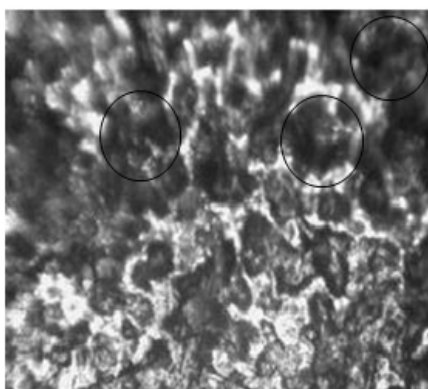


Рис. 3. Мікроструктура підсушених ягід малини свіжої

За даними літературних джерел, люмінесценцію можна використовувати як додатковий метод контролю якості харчових продуктів та ідентифікації компонентів їхнього хімічного складу [9]. Ймовірно, здатність проявляти люмінесценцію під впливом ультрафіолетового випромінювання мають здебільшого речовини, які входять до складу клітинного соку ягід, а саме – цукри та мінеральні речовини. Виходячи з того, що при підсушуванні ягід із тканин видаляється вільна волога й відбувається ущільнення тканин, на дослідній площині гістологічного зрізу спостерігається більша кількість люмінесцентних речовин. Найбільша кількість люмінесцентних об'єктів відслідковується у рослинних тканинах підсушених ягід малини свіжої.

При заморожуванні ягід агрусу до температури  $-70^{\circ}\text{C}$  рослинні тканини м'якоті краще зберегли свою структуру. Причому, порівнюючи ягоди, оброблені 0.5-процентним розчином Na-КМЦ і необроблені, видно, що попередня технологічна обробка сприяє кращому збереженню рослинних клітин (рис. 4). Велика кількість люмінесцентних об'єктів також спостерігається в дослідному зразку підсушених ягід агрусу. Люмінесценція шкірки дослідних зразків ягід носить приблизно однаковий характер.

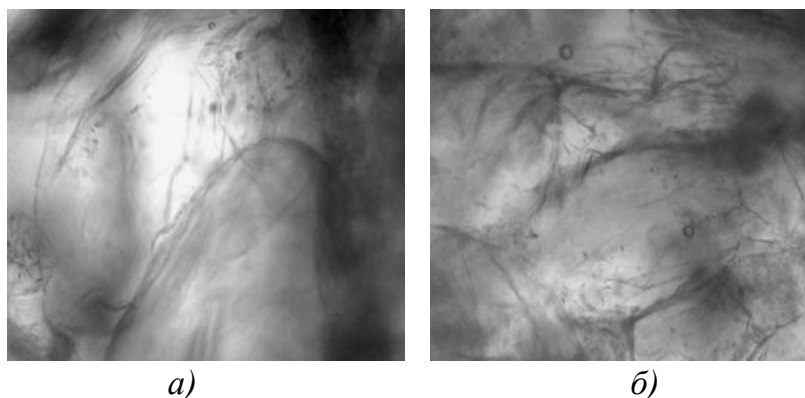


Рис. 4. Мікроструктура ягід агрусу свіжого, замороженого до температури  $-70^{\circ}\text{C}$ :  
а) – без попередньої обробки; б) – обробленого Na-КМЦ

При частковому зневодненні ягід смородини чорної рослинні тканини м'якоті ущільнюються (рис. 5).

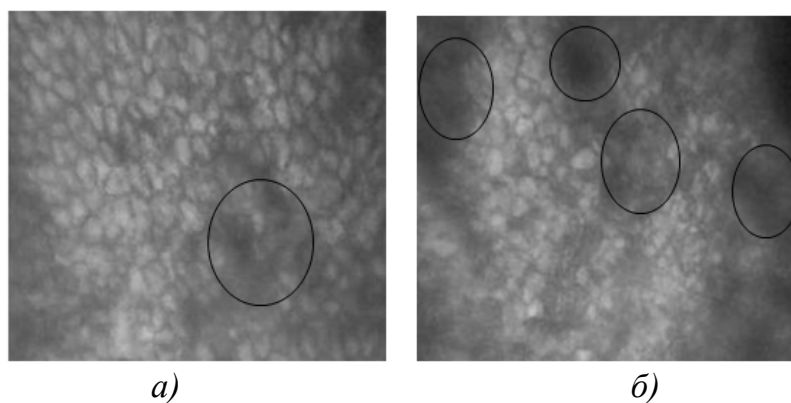


Рис. 5. Мікроструктура підсушених ягід смородини чорної:  
а) – свіжої; б) – замороженої до температури  $-70^{\circ}\text{C}$

Отже, при заморожуванні до температури  $-20^{\circ}\text{C}$  дослідні види ягід, частково зневоднені та оброблені 0.5-процентним розчином Na-КМЦ, мають чіткішу структуру. У шкірці підсушених ягід (до втрати вологи 10 %) виразно помітні люмінесцентні об'єкти.

Таким чином, попередня технологічна обробка – підсушування та обробка розчином Na-КМЦ – позитивно впливає на анатомічну структуру ягід при заморожуванні, оскільки утворюється менша кількість кристалів льоду, що приводить до незначної деформації тканин і відображається на якості розморожених ягід. Часткове зневоднення також сприяє концентруванню люмінесцентних об'єктів у тканинах ягід і більш точному їх кількісному аналізу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Постольски Я.* Замораживание пищевых продуктов / Я. Постольски, З. Груда ; пер. с польск. Ю. Ф. Заяса, И. Е. Фельдман. — М. : Пищевая пром-сть, 1978. — 608 с.
2. *Рязанова О. А.* Изучение качества ягод при различных температурах / О. А. Рязанова, Г. Д. Антонов // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов : сб. науч. тр. — КемТИПП, 2001. — Вып. 3. — С. 102—104.
3. *Чижов Г. Б.* Формирование кристаллов льда в пищевых продуктах при их замораживании / Г. Б. Чижов, О. А. Цуранов. — М. : ЦНИИТЭИмясомолпром, 1970. — 16 с.
4. *Алмаши Э.* Быстрое замораживание пищевых продуктов / Э. Алмаши, Л. Эрдели, Т. Шарой. — М. : Легкая и пищевая пром-сть, 1981. — 407 с.
5. *Грубы Я.* Производство замороженных продуктов / Я. Грубы. — М. : Агропромиздат, 1990. — 336 с.
6. Пат. 13953 Україна, МПК А/23 L 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.
7. *Коренман И. М.* Фотометрические методы определения. Анализ органических соединений / И. М. Коренман. — М. : Изд-во "Химия", 1975. — 258 с.
8. *Константинова-Шезлингер М. А.* Люминесцентный анализ / М. А. Константинова-Шезлингер. — М. : Гос. изд-во физ.-мат. лит., 1961. — 401 с.
9. *Брайон О. В.* Флуоресцентна мікроскопія рослинних тканин і клітин. — К. : Вид. об'єдн. "Вища шк.", 1973. — 143 с.

Стаття надійшла до редакції 09.12.2011.

***Одарченко А.* Изменения анатомического строения замороженных ягод в зависимости от предварительной обработки.** Изучено влияние предварительной технологической обработки (частичное обезвоживание и обработка раствором Na-КМЦ) и замораживания ягод земляники, малины, крыжовника и смородины черной на изменение их анатомического строения как одного из основных показателей качества замороженного растительного сырья.

**Ключевые слова:** предварительная обработка, замораживание ягод, раствор натрий-карбоксиметилцеллюлозы, анатомическое строение.

***Odarchenko A.* Change of berries morphological structure depending on pretreatment.** The effect of pre-treatment process (partial dehydration, treatment with a solution Na-CMC) and low temperature refrigeration storage of strawberries, raspberries, gooseberries and currant on the change in their morphological structure has been studied as one of the main indicators of the quality of frozen plant raw materials.

**Key words:** pretreatment of raw materials, frosting of berries, solution of sodium carbo xymethyl cellulose, anatomical structure.