

Д.М. Одарченко, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)
А.М. Одарченко, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)
О.О. Сюсель, асист. (*ХДУХТ, Харків*)
А.І. Кудряшов, асп. (*ХДУХТ, Харків*)

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗАМОРОЖУВАННЯ ЯГІД КАЛИНИ ЗВИЧАЙНОЇ

На сьогодні заморожування та охолодження використовується в різноманітних галузях. У фізиці, експерименти, проведені при температурі, близькій до абсолютного нуля, сприяли відкриттю нових, невідомих раніше, властивостей матерії. Проте найдавнішою, найбільшою та найважливішою галуззю застосування принципу охолодження є харчова промисловість. Забезпечення населення країни достатньою кількістю високоякісних харчових продуктів є першочерговим завданням виробників. Його вирішення тісно пов'язане з використанням інноваційних технологій зберігання сировини, її переробки та споживання готових продуктів. Ефективна переробка сільськогосподарської та дикорослої сировини означає збереження у готовому продукті всіх біологічно цінних речовин, закладених у сировині природою, і зниження їх втрат протягом тривалого періоду, необхідного для зберігання готового продукту. Окрім традиційних методів переробки сировини, в останні роки проводяться дослідження з використання низьких температур для зберігання сировини. Застосування рідкого азоту в якості криогенного холодоагента зумовлено його відносною інертністю та низькою температурою кипіння ($-195,8^{\circ}\text{C}$).

За результатами власних досліджень та інших науковців встановлено, що використання рідкого азоту в криогенних технологіях дає змогу зберегти нативну структуру вітамінів та інших біологічно активних важливих сполук, а також запобігти псуванню готових продуктів під впливом ферментів, мікроорганізмів, кисню повітря тощо. Тому метою роботи було дослідження процесу заморожування плодів калини звичайної; визначення температур, при яких відбувається кристалізація вологи. 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 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.

Найбільш вагомими чинниками, що зумовлюють пошкодження під час заморожування продукту, пов'язані з фазовими та фазово-структурними перетвореннями в ньому. Масова частка вологи, що вимерзає в продукті, залежить від її загального вмісту, форми та міцності зв'язку зі структурними елементами, температури заморожування тощо. Кристалізація вологи призводить до зміни теплофізичних, структурно-механічних та інших характеристик продукту.

Діапазони температур кристалізації та масову частку вимороженої вологи визначали за методикою, яка була розроблена в Харківському державному університеті харчування та торгівлі. Розроблена методика дозволяє виміряти кількість теплоти, що виділяється під час кристалізації вільної вологи в харчовій сировині. Сутність цього калориметричного методу полягає у вимірі сигналу диференціальної термопари, що реєструє зміну температури потоку холодного повітря, яке омиває досліджуваний зразок. Аналізуючи результати заморожування калини звичайної, визначено, що при заморожуванні досліджуваних зразків спостерігається утворення двох діапазонів температур кристалізації вологи ($-1,8 \dots -5,0^{\circ} \text{C}$; $-16,9 \dots -18,1^{\circ} \text{C}$ – для випадку заморожування до -20°C та $-3,3 \dots -10,3^{\circ} \text{C}$; $-63,2 \dots -68,2^{\circ} \text{C}$ – для випадку заморожування до -70°C). Незалежно від температури заморожування процес кристалізації вологи в 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. Так при заморожуванні до температури $t = -70^{\circ} \text{C}$ маса вимороженої вологи в 1,07 % більша (80,0 %), аніж при заморожуванні до температури -20°C (74,6 %).

Проведені криоскопічні дослідження дали можливість експериментально встановити точки початку та кінця процесу кристалізації вимороженої вологи, а також розрахувати її фактичну кількість в досліджуваних зразках.