

нцева // Зб. наук. пр. Одеської нац. академії харчових технологій. – Вип. 36, т. 1. – О.: ОНАХТ, 2009. – С. 242-247.

5. Мардар М.Р. Харчовий статус населення України / М.Р. Мардар // Зб. наук. пр. Одеської нац. академії харчових технологій. – О.: ОНАХТ, 2012. – Вип. 4, т. 2. – С. 167-171.

6. Большаков А.С. Технология мяса и мясопродуктов / А.С. Большаков, Л.М. Лей, Н.П. Янушкин. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 401 с.

УДК 620.2:544.352.2:634.73/74.002.22

Одарченко Д.М., канд. техн. наук (ХДУХТ, Харків)

## КРІОСКОПІЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ НАПІВФАБРИКАТІВ ІЗ ЖУРАВЛИНИ ВЕЛИКОПЛІДНОЇ ТА КАЛИНИ ЗВИЧАЙНОЇ

*У статті сформульовано принципово нові підходи щодо визначення якості ягідних напівфабрикатів. Експериментально встановлено термодинамічні величини, що дозволило обґрунтовано оцінити якісний склад плазми з журавлини великоплідної та калини звичайної.*

**Ключові слова:** *кріоскопічні властивості, плазма дикорослих ягід, низькотемпературне заморожування, закон Рауля, молярна маса.*

**Постановка проблеми та її зв'язок із найважливішими науковими та практичними завданнями.** Проблема оцінювання якості промислової чи сільськогосподарської продукції традиційно має важливе практичне значення. Проте найгостріше ця проблема постала у зв'язку з намаганням України інтегруватися до Європейського Союзу, розширенням ринків збуту української сировини та продукції.

Наявні аналітичні (фізико-хімічні) методи аналізу досить широко використовуються в технологічному контролі виробництва харчових продуктів, що дозволяє жорстко контролювати якість продукту, який випускається. Проте перспективи розвитку експертизи ягідної сировини потребують розробки нових фізико-хімічних методів аналізу експертизи заморожених харчових продуктів на її основі [1; 2].

У цьому випадку кріоскопічні властивості дикорослих ягід можуть бути сигнатурою, яка допоможе у визначенні якості продуктів переробки дикорослих ягід.

**Метою статті** було визначення й обґрунтування термодинамічних величин, які були б показниками якості нових напівфабрикатів із дикорослих ягід.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Об'єктом дослідження були кріоскопічні властивості розчинів плазми журавлини великоплідної та калини звичайної, що підлягали низькотемпературному заморожуванню. Попередньою підготовкою до заморожування було центрифугування механічно подрібнених ягід. Процес центрифугування здійснювали за швидкості обертання барабану центрифуги ( $v$ ) – 5000 об./хв, протягом 15 хв до одержання двох фаз: рідкої

(плазми) та твердої (макухи). Рідка фаза використовувалася для приготування досліджуваних розчинів. Предметом наукового дослідження була плазма журавлини великоплідної та калини звичайної.

Для дослідження термодинамічних величин обрали розчини однакової концентрації (співвідношення вода:плазма – 1:10), а саме: розчини плазми журавлини та калини, яку отримали шляхом чотириразового циклу заморожування-центрифугування.

Діапазони температур кристалізації та масову частку вимороженої води визначали за методикою, яка була розроблена в Харківському державному університеті харчування й торгівлі. Методика дозволяє визначити кількість теплоти, що виділяється під час кристалізації вільної води в харчовій сировині. Суть цього калориметричного методу полягає у вимірюванні сигналу диференціальної термопари, що реєструє зміну температури потоку холодного повітря, яке оточує досліджуваний зразок. Заморожуванню підлягали розчини плазми журавлини великоплідної та калини звичайної масою 25 г, які вміщували в спеціальні пластмасові ємності циліндричної форми та занурювали в калориметр із заданою від'ємною температурою середовища. Процес заморожування вважався завершеним, коли температура всередині досліджуваного зразка досягала значень заданої температури. Після цього здійснювали процес розморожування досліджуваних розчинів шляхом встановлення в камері калориметра температури навколишнього середовища. Експеримент вважався завершеним після досягнення температури в досліджуваному зразку  $+20 \pm 2^\circ \text{C}$ . У ході експерименту здійснювали контроль середньооб'ємної температури зразків розчинів, а також контролювали температуру вхідної та вихідної з камери калориметра суміші повітря й азоту. Реєстрацію здійснювали за допомогою хромелькопелевих термопар у поліетиленовій оболонці з діаметром спаювання 0,2 мм. Сигнал від термопар реєстрували із застосуванням цифрового потенціометра, з'єданого з портом ПК. Отримані дані опрацьовували за допомогою методів математичної статистики та кореляційного аналізу з використанням програмного забезпечення MathCad 14. Загальний вигляд термограм під час заморожування та нагрівання досліджуваних зразків представлено на рисунку 1. Термограма розбита на дві ділянки, відокремлені вертикальною лінією: ліва частина – ділянка заморожування до постійної температури (для випадку заморожування до  $-70^\circ \text{C}$ ), права частина – нагрівання (дефростація) за постійної температури, що дорівнює температурі навколишнього середовища. Візуальна інформативність термограм показує, що криві заморожування та розморожування дещо відрізняються за тривалістю: процес розморожування є тривалішим за заморожування.

У процесі заморожування виділяють три періоди: перший (попереднє заморожування) – зниження температури досліджуваного зразка від вихідної до криоскопічної (проміжок до точки  $K_1$ ); другий (заморожування) – період, протягом якого температура в певному місці продукту майже постійна, оскільки виділення теплоти супроводжується переходом більшої частини води в лід. Тобто до точки  $K_2$  триває безпосередній процес кристалізації частки води, яку будемо називати «вимороженою». Проміжок між точками  $K_1$  та  $K_2$  вважається першим діапазоном кристалізації вимороженої води. Третій період заморожування (до-

морозування) – період, протягом якого температура продукту знижується до заданої кінцевої. Відповідно до рисунка 1, після точки  $K_2$  далі відбувається охолодження зразка до точки  $K_3$ , що характеризує початок кристалізації частки «невимороженої» води. Проміжок від точки  $K_3$  до точки  $K_4$  – другий діапазон кристалізації води. Після точки  $K_4$  відбувається охолодження досліджуваного зразка безпосередньо до заданої температури заморожування.

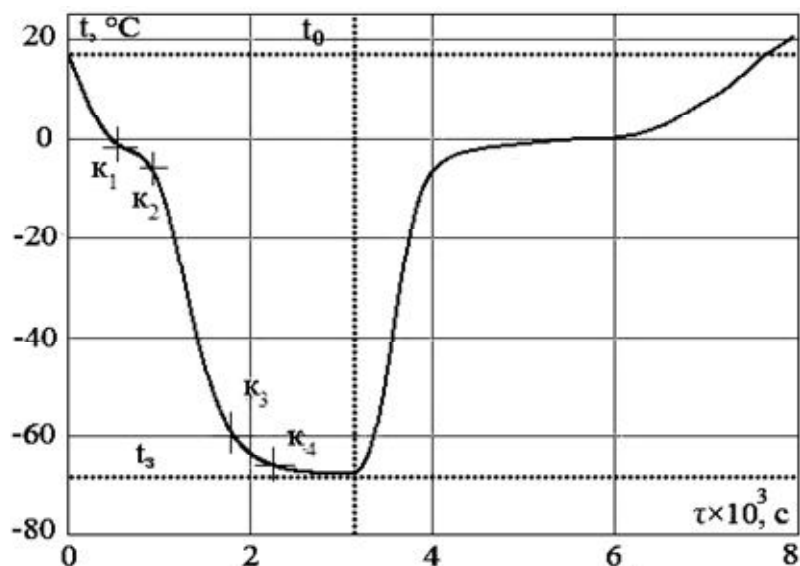


Рисунок 1 – Середня температура досліджуваного зразка під час заморожування та нагрівання

На кривій нагрівання також можна ідентифікувати аналогічні ділянки, обумовлені розморожуванням води (таненням льоду).

У методиці використовувався калориметр із достатньою чутливістю для реєстрації різниці температур суміші азоту та повітря між входом і виходом у робочу камеру  $\Delta t$  [3]. Використовуючи рівняння теплового балансу, визначали кількість вимороженої води на різних ділянках за відносними величинами площ, обмежених кривими  $\Delta t$ - $\tau$ .

На рисунку 2 представлено типову криву в координатах  $\Delta t$ - $t$  зразка для випадку заморожування розчину плазми журавлини великоплідної за  $-70^\circ\text{C}$ .

Нижня частина рисунку щодо  $\Delta t = 0^\circ\text{C}$  відповідає охолодженню та заморожуванню, а верхня частина – нагріванню. Як видно, в цій системі координат криві  $\Delta t = f(t)$  є досить чутливими стосовно процесів кристалізації та рекристалізації води в досліджуваних зразках (ділянка I).

На рисунку 2 криві заморожування та розморожування розчинів плазми журавлини великоплідної не співпадають, тобто характер теплообміну за умов заморожування та розморожування є різним.

Як відомо, всі чисті речовини характеризуються певною чітко визначеною температурою замерзання. У розчинах волога разом з іншими компонентами утворює евтектичну суміш. Наявність розчиненої речовини знижує температуру замерзання розчину, тому вони замерзають за більш низьких температур, ніж чисті розчинники. Більш низька температура замерзання розчину по-

яснюється тим, що за цих умов одночасно можуть утворюватися тверда та рідка фази цієї речовини [4]. Так під час заморожування розчину певна частина води вимерзає, в результаті чого утворюється рідина з більш високою концентрацією та кристали льоду.

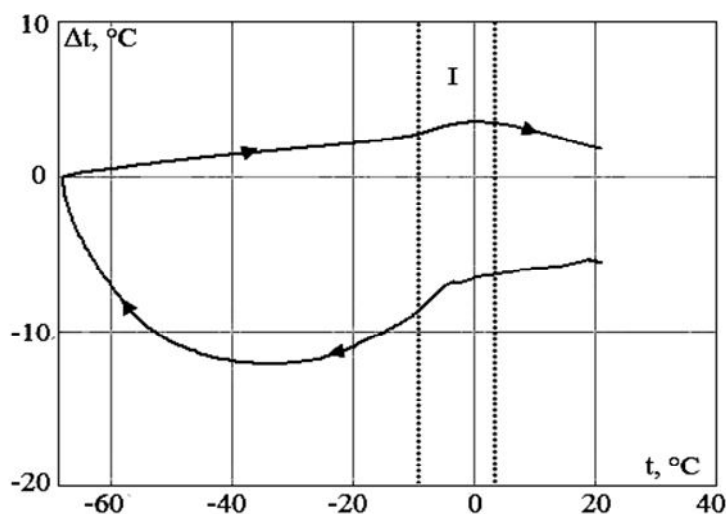


Рисунок 2 – Різниця температур на вході та виході з камери калориметра й температури досліджуваного зразка

У таблиці 1 представлені результати аналізу термограм процесу заморожування досліджуваних розчинів плазми журавлини підсніжної та калини звичайної.

Таблиця 1 – Результати аналізу кривих заморожування розчинів плазми дикорослих ягід

Вид дикорослих ягід	$m_{нав.}$ г	$t_{зам.}$ °C	Перший діапазон температур кристалізації води, °C	$t_{крист.}$ К	Масова частка вимороженої води, %
Журавлина великоплідна	25	-70	-1,1...-4,8	271,9	99,94
Калина звичайна	25	-70	-0,9...-4,1	272,1	99,92

Здійснені кріоскопічні дослідження надали можливість визначити за другим законом Рауля середню молярну масу розчинених речовин, які спричиняють зміщення температури кристалізації води в зону низьких температур. Цей закон надає можливість досить легко здійснювати експериментальне визначення середніх молярних мас молекул деяких сполук, не здатних до дисоціації в цьому розчиннику [5]. Відповідно до цього закону:

$$\Delta T = k \cdot B = k \frac{g}{\mu}, \quad (1)$$

де  $\Delta T$  – зниження температури замерзання розчину;  
 $B$  – полярність розчину, моль/кг;

$k$  – кріоскопічна стала, кг/К;  
 $g$  – кількість грам розчиненої речовини в  $G$  грамах розчинника;  
 $\mu$  – молярна маса розчиненої речовини.

Величину кріоскопічної сталої можна визначити за емпіричною формулою:

$$k = \frac{2 \cdot T_0^2}{G \cdot r}, \quad (2)$$

де  $T_0$  – температура затвердіння розчину;  
 $r$  – теплота кристалізації,  $r = 33,3 \cdot 10^4$  Дж / кг.

Із формули (1) визначаємо молярну масу речовин:

$$\mu = \frac{k \cdot g}{\Delta T}. \quad (3)$$

Середню молярну масу можна визначити як:

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^n m_i}{\sum_{i=1}^n \nu_i}, \quad (4)$$

де,  $m_i$  – маса  $i$ -го компонента;  
 $\nu_i$  – кількість молей  $i$ -го компонента.

Звідси видно, що  $\mu$  буде залежати від мольної частки компонента в суміші.

Взагалі слід урахувувати, що досліджувані об'єкти містять молекули, які дисоціюють. Тому до закону Рауля необхідно додати поправку на так званий ізотонічний коефіцієнт  $i$  (фактор Вант-Гоффа). Це певний безрозмірний параметр, пов'язаний зі ступенем дисоціації молекул у розчині, тобто який урахує відносну зміну кількості частинок внаслідок дисоціації. Тому визначена за цим законом величина  $\mu$  у наведених дослідженнях містить більшою мірою якісну інформацію (показник), ніж інформацію про абсолютну величину  $\mu$  [4; 5]. Кріоскопічна стала та молярна маса розчинених речовин у розчинах плазми журавлини великоплідної та калини звичайної була визначена з похибкою 25...30%, як показано в таблиці 2.

Таблиця 2 – Кріоскопічна стала та молярна маса розчинених речовин у розчинах плазми дикорослих ягід

Вид дикорослих ягід	Кріоскопічна стала ( $k$ )	Середня молярна маса розчиненої речовини ( $\mu$ ), г/моль
Журавлина великоплідна	25±5	200±50
Калина звичайна	25±5	245±60

Узагальнення наведених даних свідчить про те, що речовини, які містяться в досліджуваних розчинах, мають низьку молярну масу (моно- та дисахариди, пектинові речовини тощо) й суттєво не впливають на зміщення температурного інтервалу кристалізації до низьких температур. Отримані результати обґрунтовують можливість використання цієї методики для якісного визначення складу продуктів переробки дикорослих ягід.

**Висновки.** Здійснені дослідження та встановлені закономірності науково обґрунтовують доцільність використання пропонованого кріоскопічного методу для якісного аналізу складу напівфабрикатів із дикорослої ягідної сировини. Визначена за допомогою вказаного методу середня молярна маса розчинених речовин може бути показником для товарознавчої оцінки якості плазми ягід, яку доцільно використовувати в консервній і кондитерській промисловості. Пропонований метод пов'язаний із вирішенням проблеми оцінювання якості розроблених напівфабрикатів і має перспективи щодо подальшого дослідження й розвитку.

### Список літератури

1. Аронов И.З. Качество продукции и безопасность: что первично? / И.З. Аронов // Стандарты и качество. – 2006. – № 1. – С. 34-37.
2. Орлова Н.Я. Заморожені плодовоовочеві продукти: проблеми формування асортименту та якості / Н.Я. Орлова, С.О. Белінська. – К.: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2005. – 336 с.
3. Пат. 13953 Україна, А23L 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.; заявник та патентовласник ХДУХТ. – № 200511091; заявл. 23.11.2005; опубл. 17.04.2006, Бюл. № 4. – 4 с.
4. Телеснин Р.В. Молекулярная физика / Р.В. Телеснин. – М.: Выс. шк., 1965. – 297 с.
5. Основы физической химии. Теория и задачи: учеб. пособие для вузов / В.В. Еремин [и др.]. – М.: Экзамен, 2005. – 480 с.

УДК 663.955

Офіленко Н.О., канд. с.-г. наук, доц. (ПУЕТ, Полтава)

### ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНИХ І ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ РІЗНИХ ВИДІВ ЧАЮ

*У статті наведено результати досліджень якості чаю, що реалізується в роздрібній торговельній мережі, за мікробіологічними та фізико-хімічними показниками (уміст таніну та синтетичних барвних речовин).*

**Ключові слова:** *торговельна марка, танін, дубильні речовини, індигокармін, барвні синтетичні речовини, перманганат калію, плісняві гриби, мікроорганізми, поверхневий посів.*