

## ВИКОРИСТАННЯ КРІОСКОПІЧНИХ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ТОВАРОЗНАВЧОЇ ОЦІНКИ ПРОДУКТІВ

*Погожих М.І., Одарченко Д.М., Діденко О.В., Сподар К.В., Сюсель О.О.,  
Харківський державний університет харчування та торгівлі*

*Стаття присвячена дослідженню кріоскопічних властивостей плазми томатів, як об'єкта чутливого до дії низьких температур. Проведено пошук та наукове обґрунтування виявлених сигнатур для ґрунтових та парникових томатів.*

*Ключові слова: кріоскопічні дослідження, плазма.*

**Введення.** Проблемою сучасного світу є підвищення якості різноманітних груп товарів, тому вимоги до якості харчових продуктів стали жорсткішими. Важливо, щоб якість харчових продуктів була ідентична тим показникам, які закладено в державних стандартах і технічних умовах на їх виробництво.

На сучасному ринку традиційно великим попитом серед населення користуються овочеві культури. Проте умови їх вирощування у різні пори року суттєво відрізняються. Овочеві культури, що надходять до продажу у торговельну мережу в зимовий період, вирощуються в основному на закритому ґрунті (теплиці та парники). Проведені дослідження біохімічного складу томатів показали, що умови їх вирощування значно впливають на якість отриманої продукції [1].

Перспективи розвитку експертизи овочевої сировини тісно пов'язані з розробкою нових та удосконаленням існуючих фізико-хімічних методів аналізу та самого процесу проведення експертизи заморожених харчових продуктів [2].

У цьому випадку кріоскопічні властивості томатів можуть бути сигнатурою, яка допоможе визначити умови вирощування, безпеку та якість овочевої сировини.

**Постановка задачі.** Метою роботи було визначення та обґрунтування відмінностей основних термодинамічних величин, які б виступали у ролі сигнатур умов вирощування та товарознавчих показників якості й безпеки парникових та ґрунтових томатів.

**Вирішення задачі.** Об'єктом дослідження були кріоскопічні властивості розчинів плазми ґрунтових та парникових томатів, які підлягали низькотемпературному заморожуванню. Попередньою підготовкою до заморожування було центрифугування з наступними параметрами: тривалість ( $\tau$ ) – 15 хвилин, швидкість ( $v$ ) – 5000 об./хв. В результаті заморожування за температури мінус 20° С та центрифугування спостерігалось утворення двох фаз: рідкої та твердої. Рідка фаза (плазма) – частина цілого томату, яка виділяється шляхом центрифугування, а осад – тверда фаза. Рідка фаза використовувалася для приготування досліджуваних розчинів. Предметом дослідження була плазма ґрунтових і парникових томатів.

Для дослідження термодинамічних величин обрали розчини однакової концентрації (10 %): свіжі розчини плазми томатів, яку отримали в результаті попереднього центрифугування та розчини плазми томатів, яка була попередньо заморожена до мінус 20° С та відцентрифугована.

Після операцій попередньої підготовки розчини плазми томатів заморожували до мінус 70° С. Процес заморожування здійснювали за допомогою низькотемпературного калориметра. В якості хладоносія використовували пари рідкого азоту, які змішувалися в певній пропорції з повітрям для створення  $t = \text{мінус } 70^{\circ} \text{ С}$ .

Заморожуванню підлягали розчини плазми ґрунтових та парникових томатів масою 25 г, які поміщали в спеціальні пластмасові ємності циліндричної форми та занурювали в калориметр із заданою від'ємною температурою середовища. Процес заморожування вважався завершеним, коли температура в середині досліджуваного зразка дорівнювала температурі середовища. Після цього здійснювали процес розморожування продукту шляхом встановлення в камері калориметра температури оточуючого середовища. Експеримент вважався завершеним після досягнення температури у зразку  $+ 20 \pm 2^{\circ} \text{ С}$ .

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 цифровим потенціометром, з'єднаним з портом ПК. Статистичну обробку і апроксимацію бази даних проводили за допомогою програмного засобу Mathcad 14.

Загальний вигляд термограм при заморожуванні і нагріванні зразків представлено на рис. 1. Термограма розбита на два відрізки, відокремлених вертикальною лінією: ліва частина – ділянка заморожування до постійної температури (для мінус 70° С), права частина – нагрівання (дефростація) за постійної температури, що дорівнює температурі оточуючого середовища. Видно, що криві заморожування і розморожування приблизно симетричні відносно шкали часу: тривалість заморожування і розморожування приблизно однакова. На всіх кривих чітко прослідковуються характерні ділянки, які можна ідентифікувати за критичними точками: ділянка від початку заморожування до точки  $K_1$  характеризується охолодженням зразка до початку утворення льоду. Потім до точки  $K_2$  відбувається безпосередній процес кристалізації частки води, яку будемо називати «вимороженою» (точка  $K_2$ ). Проміжок між точками  $K_1$  і  $K_2$  вважається першим діапазоном кристалізації вимороженої води. Після точки  $K_2$  далі відбувається охолодження зразка до точки  $K_3$ , що характеризує початок кристалізації частки «вимороженої» води, що залишилась, до точки  $K_4$  – другий діапазон кристалізації вимороженої води. Після точки  $K_4$  відбувається охолодження зразка безпосередньо до температури заморожування.

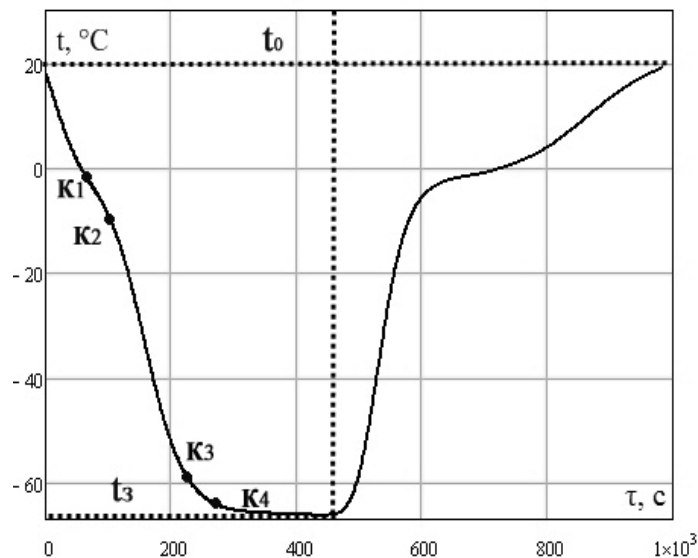


Рисунок 1 – Середня температура зразка при заморожуванні і нагріванні

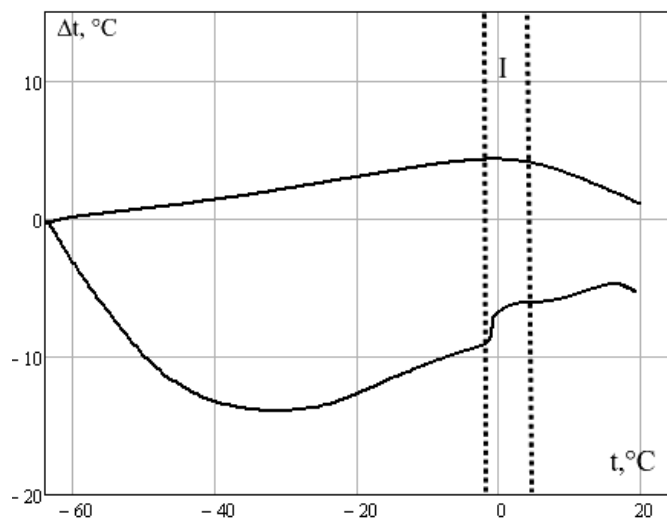


Рисунок 2 – Різниця температур вхід-вихід від температури зразка

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

В методиці використовувався калориметр з достатньою чутливістю до реєстрації різниці температур суміші азоту та повітря між входом і виходом у робочу камеру  $\Delta t$ . Використовуючи рівняння теплового балансу визначалася кількість вимороженої води на різних ділянках за відносними величинами площ, що обмежені кривими  $\Delta t$ - $\tau$ .

На рис. 2 представлено типову криву в координатах  $\Delta t$  –  $t$  зразка для випадку заморожування свіжого розчину плазми томатів при мінус  $70^\circ \text{C}$ .

Верхня частина рисунка відносно  $\Delta t = 0^\circ \text{C}$  відповідає охолодженню і заморожуванню, а нижня частина – нагріванню. Як видно, в цій системі координат криві  $\Delta t=f(t)$  достатньо чутливі по відношенню до процесів кристалізації і рекристалізації води у зразках (ділянка I).

На рисунку 2 криві заморожування і розморожування розчинів плазми томатів не співпадають, тобто характер теплообміну при заморожуванні і розморожуванні різних.

В таблиці 1 представлені результати аналізу термограм процесу заморожування досліджуваних розчинів плазми ґрунтових та парникових томатів.

Таблиця 1 – Результати аналізу кривих заморожування розчинів плазми томатів

Вид томатів	$t_{\text{зам.}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{крисст.}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{крисст.}}, \text{K}$	$m \text{ H}_2\text{O}, \%$
Свіжі розчини плазми томатів				
Парникові	-70	-3,6...-14,8	269	7,6
Ґрунтові	-70	-0,2...-2,6	273	29,6
Розчини плазми томатів після першого заморожування і другого центрифугування				
Парникові	-70	-2,4...-10,6	270	28,4
Ґрунтові	-70	-0,3...-1,4	272	22

Встановлено, що маса вимороженої води залежить від виду попередньої обробки. Так у свіжих розчинах плазми томатів найбільшу масу вимороженої води мають ґрунтові томати, а в розчинах плазми томатів, що була попередньо заморожена до мінус  $20^\circ\text{C}$  та відцентрифугована – мають парникові.

Проведені кріоскопічні дослідження надали можливість визначити за другим законом Рауля середню молярну масу розчинених речовин, які спричиняють зміщення температури кристалізації води в область низьких температур. Цей закон надає можливість достатньо легко здійснювати експериментальне визначення молярних мас молекул деяких сполук, нездатних до дисоціації в даному розчиннику. 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;  $g$  – число грам розчиненої речовини в  $G$  грамах розчинника,  $\mu$  – молярна маса розчиненої речовини.

Величину кріоскопічної сталої можна визначити за емпіричною формулою [3]

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

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

З формули (1) визначається молярна маса 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,  $\nu_i$  – число молей  $i$ -го компонента.

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

В загальному випадку слід враховувати, що досліджувані об'єкти містять дисоціюючі молекули. Тому в закон Рауля слід вводити поправку на так званий ізотонічний коефіцієнт  $i$  (фактор Вант-Гоффа). Це деякий безрозмірний параметр, який пов'язаний зі ступенем дисоціації молекул в розчині, тобто який враховує відносну зміну кількості часточок за рахунок дисоціації. Тому, визначена за цим законом величина  $\mu$  в приведених дослідженнях містить в більшій мірі якісну інформацію (сигнатуру), ніж інформацію про абсолютну величину  $\mu$ .

Кріоскопічна стала та молярна маса розчинених речовин у розчинах плазми ґрунтових та парникових томатів була визначена з похибкою 25...30% (табл. 2).

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

Вид томатів	Кріоскопічна стала ( $k$ )	Молярна маса розчиненої речовини ( $\mu$ ), г / моль
Свіжі розчини плазми томатів		
Парникові	25±5	60±15
Ґрунтові	20±5	415±105
Розчини плазми томатів після першого заморожування і другого центрифугування		
Парникові	25±5	90±25
Ґрунтові	20±5	150±40

Кріоскопічні дослідження показали, що циклічність заморожування впливає на значення  $\mu$ : для парникових томатів  $\mu$  зростає, а для ґрунтових – зменшується (рис. 3). Це можна пояснити тим, що парникові томати містять більшу кількість низькомолекулярних речовин ніж ґрунтові. Крім того, при заморожуванні парникових томатів частина речовин, що не дисоціюють, видаляється, а залишаються речовини, що добре дисоціюють, й, з огляду на підвищення ролі фактору Вант-Гоффа, середня молярна маса зростає. Аналогічний механізм, мабуть, відбувається й для ґрунтових томатів, але вихідна величина  $\mu$  для цих томатів майже у 7 разів вища, тому при заморожуванні вона буде зменшуватись.

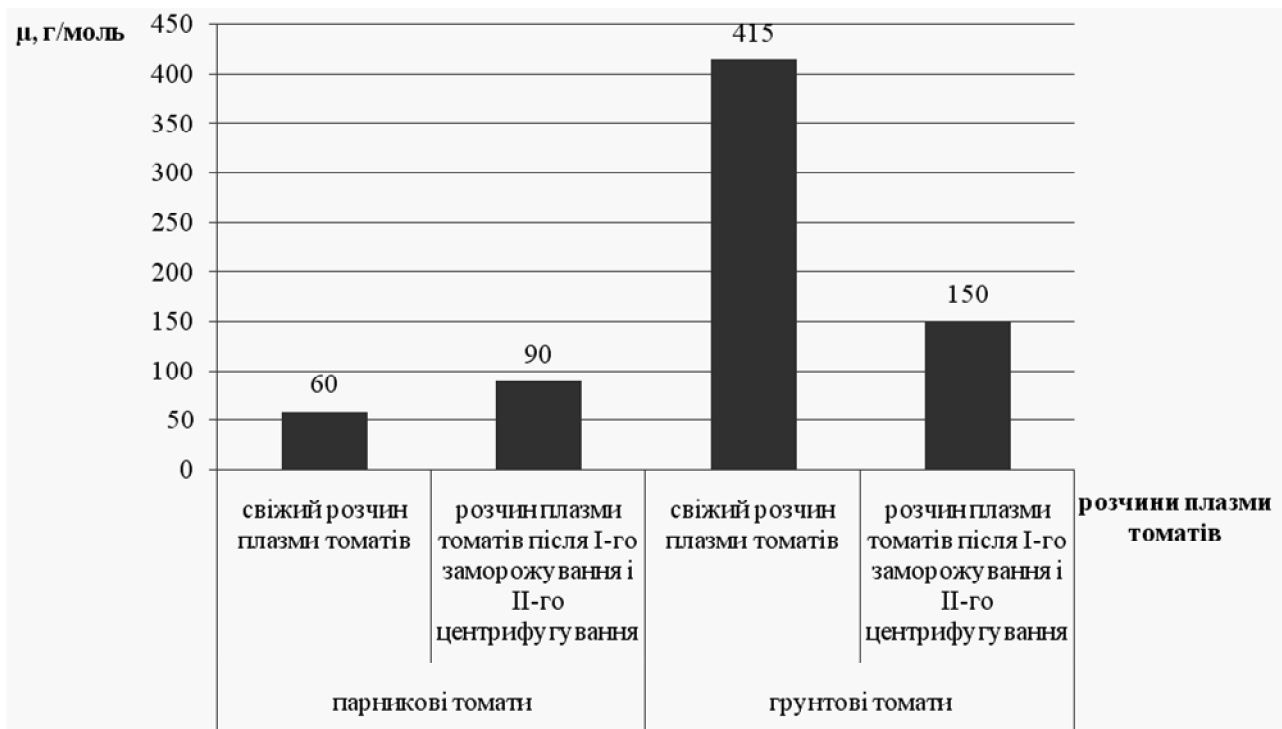


Рисунок 3 – Молярна маса розчинених речовин у розчинах плазми томатів

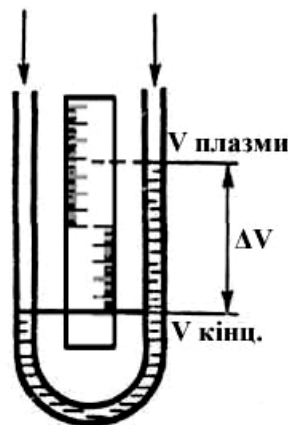


Рисунок 4 – Схема U-подібного манометру

Визначення парціального молярного об'єму води в плазмі ґрунтових та парникових томатів здійснювали за допомогою U-подібного манометру (рис. 4).

Парціальний молярний об'єм кожного компонента в розчині являється термодинамічною характеристикою багатокомпонентних систем, в тому числі й розчинів. При цьому загальний об'єм розчину  $V_0$  буде визначатися, як

$$V_0 = \sum_{i=1}^n n_i \cdot V_i, \quad (5)$$

де  $n_i$  – число молей  $i$ -ого компонента, моль;  $V_i$  – молярний парціальний об'єм, м<sup>3</sup>/моль.

U-подібний манометр – це рідинний манометр, що складається зі сполучених скляних посудин, в яких вимірювальний тиск визначають за одним або декількома рівнями рідини [4, 5].

Скляний манометр заповнюється плазмою томатів ( $V_{\text{плазми}} = 109,8$  мл) та визначається рівень рідини у ньому. Через певний проміжок часу додається 1,098 мл води ( $V_{\text{води}} = V_{\text{плазми}} / 100$ ) та вимірюється рівень отриманого розчину ( $V_{\text{кінц.}}$ ). Різницю між рівнями ( $\Delta V$ ) можна визначити, як:

$$\Delta V = V_{\text{кінц.}} - (V_{\text{плазми}} - V_{\text{води}}). \quad (6)$$

Візуальна оцінка рівня рідини у манометрі може впливати на похибку визначення, яка складала 10...15 %.

З формули (6) визначаємо парціальний молярний об'єм води в плазмі томатів:

$$v_{\mu} = \frac{V_{\text{води}} - \Delta V}{m_{\text{води}}} \cdot \mu_{\text{води}}. \quad (7)$$

де  $m_{\text{води}}$  – маса доданої води, кг;  $\mu_{\text{води}}$  – молярна маса води, кг/моль.

Розрахований парціальний молярний об'єм води в плазмі ґрунтових та парникових томатів наведений в таблиці 3, 4.

Таблиця 3 – Парціальний молярний об'єм води в плазмі ґрунтових томатів

Плазма томатів	$v_{\mu}$ , мл/моль			
	$\tau = 0$	$\tau = 30$ хв	$\tau = 60$ хв	$\tau = 90$ хв
Без заморожування	$(18,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,3 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$
Після першого заморожування	$(18,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$
Після другого заморожування	$(18,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$
Після третього заморожування	$(19,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,5 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$
Після четвертого заморожування	$(19,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$

Таблиця 4 – Парціальний молярний об'єм води в плазмі парникових томатів

Плазма томатів	$v_{\mu}$ , мл/моль			
	$\tau = 0$	$\tau = 30$ хв	$\tau = 60$ хв	$\tau = 90$ хв
Без заморожування	$(21,3 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(20,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(20,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(20,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$
Після першого заморожування	$(19,6 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$
Після другого заморожування	$(19,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(19,0 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$
Після третього заморожування	$(18,9 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$
Після четвертого заморожування	$(18,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$	$(18,8 \pm 0,2) \cdot 10^{-3}$

З таблиці 4 видно, що у парникових томатів  $v_{\mu}$  більше, ніж у ґрунтових, це означає, що в них є речовини, які не зв'язують воду. Багаторазове заморожування призводить до збільшення  $v_{\mu}$  для ґрунтових томатів і зменшення цього показника для парникових. Очевидно, це обумовлено тим, що рідка фаза томатів містить іони різної природи: органічного та неорганічного походження, які вступають чи не вступають у взаємодію з розчинником (водою). Речовини органічного походження (високомолекулярні сполуки), вступаючи у взаємодію з водою, розчиняються.

Першою стадією розчинення є набухання. Це явище характерне для всіх високомолекулярних сполук та ніколи не спостерігається у низькомолекулярних. Набухання – це процес поглинання полімером низькомолекулярної рідини (наприклад, води), що супроводжується збільшенням маси, об'єму полімеру і зміною конформації його макромолекул. При набуханні молекули розчинника проникають між макромолекулами високомолекулярних сполук. Сильна взаємодія компонентів призводить до поступового зміщення та нечіткості меж розподілу фаз. Швидкість цього процесу визначається рухливістю молекул. Тому перехід макромолекул у фазу розчинника відбувається повільно, в той час як молекула розчинника швидко проникає у сітку полімеру, розсуваючи його ланцюги і тим самим збільшуючи об'єм, при цьому об'єм всієї системи



зменшується. Так у ґрунтових томатів зі збільшенням циклів заморожування парціальний молярний об'єм зростає приблизно на 10...15%, це свідчить про високу розчинність сполук, що залишилися в плазмі томатів, які будуть поводити себе обернено відносно заморожування.

Плазма томатів являє собою колоїдний розчин, що містить часточки невеликих розмірів, в результаті чого рідина може здаватися прозорою, проте ці часточки є не окремими молекулами, а їх скупченням. Колоїдні часточки знаходяться в постійному русі внаслідок безперервних ударів з молекулами розчинника.

Колоїдні розчини можна розпізнати, якщо пропустити крізь них промінь світла: вони здаються мутними. Дрібні частинки, що входять до складу колоїдного розчину, стають видимими, так як розсіюють світло. Розміри і форму кожної частинки визначити не можна, але всі вони в цілому дадуть можливість простежити шлях світла.

Проходження світла через колоїдну систему викликає три оптичні ефекти: поглинання, відображення і розсіювання променів. Поглинання властиво всім системам, тоді як відображення більш характерно для грубодисперсних систем (емульсій і суспензій), де розмір частинок більше, ніж довжина хвилі опромінення. Світлові промені, що проходять через грубодисперсну систему, не можуть обійти часточки суспензій або емульсій. Вони безладно відбиваються і заломлюються на межі розділу часток з середовищем, обумовлюючи мутність суспензій і емульсій, видиму неозброєним оком. Тож, на відміну від молекулярних і іонних розчинів, які не мають поверхні розділу фаз і оптично однорідні, колоїдні розчини розсіюють світло.

При пропусканні паралельного пучка світла через колоїдний розчин спостерігається конус розсіяного світла – ефект Тиндаля. За здатністю розсіювати світло можна визначати концентрацію колоїдних частинок в розчині [6].

Визначення кута розсіювання світла («ефект Тиндаля») проводили в плазмі ґрунтових і парникових томатів, що підлягала центрифугуванню та багаторазовому заморожуванню. Через прозору посудину (мірний циліндр) з досліджуваним зразком пропускають промінь світла та спостерігають розсіювання світла. Промінь повинен мати вигляд конуса чи трикутника, який видно на темному фоні. Потім вимірюють його довжину ( $b$ ) від вершини до будь-якої обраної точки та основу ( $a$ ) (рис. 5).

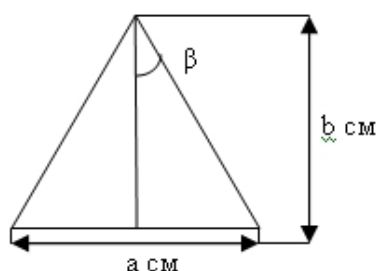


Рисунок 5 – Схема визначення кута розсіювання світла

Тангенс кута розсіювання світла розраховуємо за формулою:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{a}{2b}. \quad (8)$$

Отримані результати зображено на рис. 6.

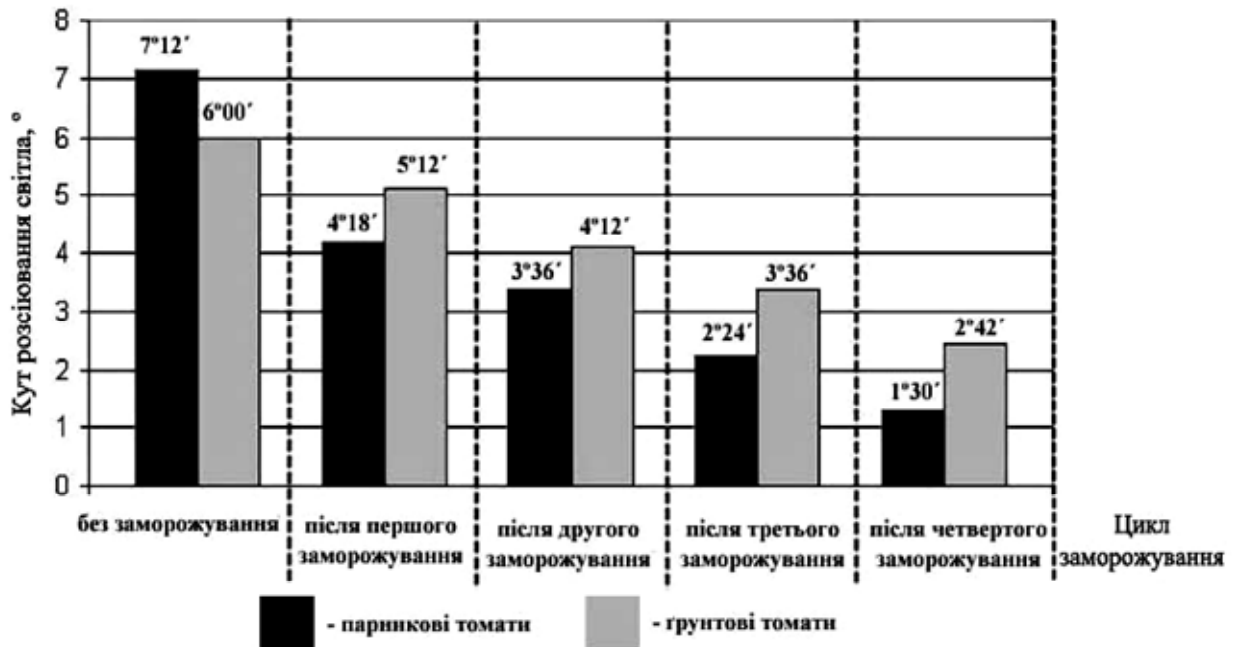


Рисунок 6 – Кут розсіювання світла в плазмі томатів

З рис. 6 видно, що циклічність заморожування однаково впливає на значення кута розсіювання світла в плазмі ґрунтових та парникових томатів:  $\beta$  зменшується зі збільшенням циклів заморожування. Це зумовлено тим, що після кожного наступного центрифугування та заморожування до  $-20^\circ\text{C}$  часточки, що здатні розсіювати світло, видаляються разом з утвореним осадом.

**Висновки.** Таким чином, проведені кріоскопічні дослідження плазми ґрунтових і парникових томатів показали, що:

1. Середня молярна маса речовин, які обумовлюють кріоскопічні температури в парникових і ґрунтових томатів, істотно відрізняється, що може використовуватися як сигнатура умов вирощування томатів.

Крім того, той факт, що середня молярна маса для парникових томатів дуже мала (область неорганічних сполук), вказує на те, що в процесі зростання томати «харчувалися» на штучному ґрунті (гідропоніка, мінеральна вата, торф, цеоліт або суміш торфу з цеолітом в різних співвідношеннях). Для ґрунтових томатів кількість речовин органічного походження суттєво більша.

Отже, середню молярну масу розчинених речовин, що була визначена кріоскопічним шляхом, необхідно вважати важливим товарознавчим показником якості і безпеки томатів.

2. Заморожування як технологічний прийом впливає на зміну парціального молярного об'єму води в плазмі томатів. Так, збільшення цього показника для ґрунтових томатів свідчить про наявність в них високомолекулярних сполук, а зменшення  $v_{\mu}$  – низькомолекулярних сполук у парникових томатах. Виходячи з цього, парціальний молярний об'єм води в плазмі томатів також можна вважати сигнатурою умов їх вирощування.

3. Кут розсіювання світла в свіжій плазмі парникових томатів на 10...15% більший, ніж у ґрунтових. Відмічено, що після четвертого заморожування та центрифугування кількість часточок, що знаходяться в плазмі ґрунтових томатів, у 2 рази більша, ніж у парникових. Очевидно, це обумовлено тим, що молекули речовин, які входять до складу парникових томатів, слабо зв'язані між собою і тому легше видаляються шляхом заморожування та центрифугування.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Улянич Е. Потребительская ценность и особенности технологии выращивания помидоров / Е. Улянич // АПК – Информ : Овощи и фрукты. – 2006. – № 3. – С. 11-14.

2. Смоляр В. І. Сучасні проблеми ідентифікації та фальсифікації харчових продуктів / В. І. Смоляр // Проблеми харчування. – Київ. – 2007. – № 2. – С. 15-21.

3. Телеснин Р. В. Молекулярная физика / Р. В. Телеснин. – М. : Высшая школа, 1965. – 297 с.

4. Харнед Г. Физическая химия растворов электролитов / Г. Харнед, Б. Оуэн – М., 1952. – 629 с.

5. Ефимов П. В. Предельный парциальный мольный объем одноатомных ионов в растворах / П. В. Ефимов // Вестник ХНУ. – Харьков. – 2008. – Вып. 16 (39). – № 820. – С. 303-306.

6. Кругляков П. М. Физическая и коллоидная химия : Учебное пособие / П. М. Кругляков, Т. Н. Хаскова. – М. : Высшая школа, 2005. – 319 с.

**Погожих Н.И., Одарченко Д.Н., Диденко О.В., Сподарь К.В., Сюсель Е.А.**  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИОСКОПИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ТОВАРОВЕДЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОДУКТОВ

*Статья посвящена исследованию криоскопических свойств плазмы томатов, как объекта чувствительного к действию низких температур. Произведен поиск и научное обоснование выявленных сигнатур для ґрунтовых и парниковых томатов.*

*Ключевые слова: криоскопические исследования, плазма.*

**Pogozhikh M.I., Odarchenko D.M., Spodar K.V., Syusel' O.O.**  
USE OF CRYOSCOPIC RESEARCH METHODS FOR MERCHANDISING APPRAISAL OF PRODUCTS

*Cryoscopic properties of tomatoes plasma as sensitive objects to low temperatures are researched. Search and scientific substantiation of the identified signatures for ground and hothouse tomatoes are performed.*

*Keywords: cryoscopic researches, plasma.*