

Рекомендована д-м хім. наук, проф. В. П. Новіковим

УДК 547.914:582.681.71+582.771.713

КРІОСКОПІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СОКІВ КАВУНА І СЛИВИ

©Л. В. Соколова, Л. М. Іванець, А. Є. Соколова, О. В. Лукієнко¹

Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського

¹Національний фармацевтичний університет, Харків

Резюме: у статті представлено результати дослідження із визначення температур замерзання соків кавуна, сливи та їх розведень. Встановлена залежність температури замерзання від природи біологічно активних речовин, розведення та наявності вільної або зв'язаної води в рослинах. Доведено доцільність заморожування перед проведенням сублимаційного сушіння соку сливи в розведенні (1:2) та нерозведеного соку кавуна. Відпрацювання оптимальних режимів заморожування і сублимації буде сприяти зменшенню витрат на виробництво і ціни на готову продукцію.

Ключові слова: температура замерзання, термограма, сік кавуна, сік сливи.

Вступ. Процес заморожування, який є першим етапом сублимаційного сушіння, суттєво впливає на якість продуктів, причому швидке заморожування сприяє максимальному збереженню вихідних властивостей продукту після сублимації [1, 3, 5, 6]. Наукові дослідження свідчать, що в процесах заморожування та розмерзання спостерігаються конформаційні зміни білкових компонентів, які призводять до зміни проникності мембран. Але ці порушення мають зворотний характер, що дає сподівання на успішне вирішення проблеми. Припускають, що між клітинами і середовищем при температурі близькій 0 °С відбуваються обмінні процеси, які приводять до встановлення відносної рівноваги. Одночасно відбувається часткове зневоднення клітин і вирівнювання концентрацій різноманітних речовин в середовищі і клітинах. В результаті клітини краще підготовлені до різкої зміни температур [2].

Мета роботи – вивчення температур замерзання рослинних соків кавуна та сливи для визначення оптимальних характеристик заморожування вказаних об'єктів перед сублимаційним сушінням.

Методи дослідження. Об'єктами дослідження були соки сливи, кавуна та їх розведення, які готували по масі.

Для визначення температури замерзання збирали систему для кріометричних вимірювань (рис.1).

Склянку (1) заповнювали охолоджувальною сумішшю (2), приготованою з льоду, натрію хлориду і невеликої кількості води (33 г солі на 100 г льоду). У пробірку (7) наливали воду очищену і охолоджували до температури, близької до температури замерзання розчинника (контроль за технічним термометром). Після цього в неї опускали попередньо налаштований на 0 °С термометр Бекмана (4),

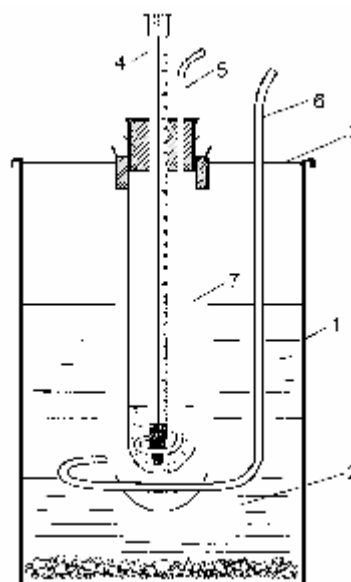


Рис. 1. Прилад для кріоскопічних вимірювань:
1 – склянка; 2 – охолоджувальна суміш;
3 – кришка; 4 – термометр; 5, 6 – мішалки;
7 – пробірка.

при чому нижній резервуар термометра Бекмана необхідно повністю занурити у воду.

Перед роботою термометр налаштовували таким чином, щоб при температурах досліджуваного рівня ртуті в капілярі знаходився в межах шкали. Потім пробірку (7) з термометром (5) і мішалками (5 і 6) опускали у сорочку (5) і поміщали в охолоджувальну суміш. Перемішуючи досліджувану рідину, спостерігали за показами термометра. Визначення повторювали кілька разів (не менш трьох) до одержання відтворюваних результатів. Розбіжність між окремими вимірами не повинна перевищувати $\pm 0,005$ °С 4, 7.

Результати й обговорення. Результати визначення температур замерзання та їх метрологічні характеристики наведено в таблицях 1

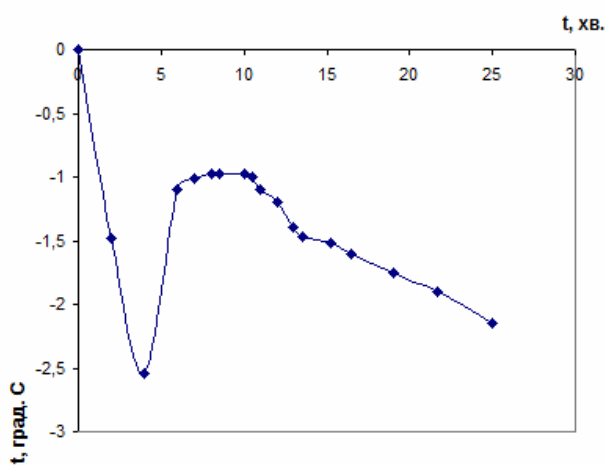
та 2. За результатами вимірювань будували також термограми залежності зміни температури від часу (рис. 2-5).

Таблиця 1. Метрологічна характеристика середнього визначення температури замерзання нерозведеного соку кавуна

X_i	X_{cp}	S^2	S_{cp}	P	t(P, n)	Довірчий інтервал			$\epsilon, \%$
-0,990	-0,98	0,000040000	0,00282843	0,95	2,78	-0,98	±	0,007863	-0,80235
-0,980									
-0,980									
-0,970									
-0,980									

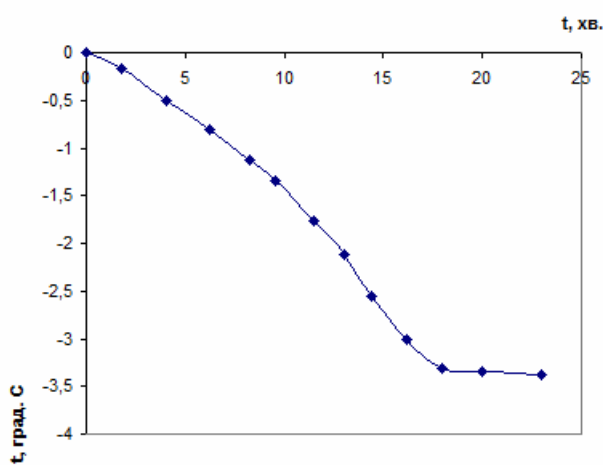
Таблиця 2. Метрологічна характеристика середнього визначення температури замерзання

А)нерозведеного соку сливи									
X_i	X_{cp}	S^2	S_{cp}	P	t(P, n)	Довірчий інтервал			$\epsilon, \%$
-3,300	-3,302	0,000016000	0,001788854	0,95	2,78	-3,302	±	0,004973	-0,15061
-3,310									
-3,300									
-3,300									
-3,300									
Б)розведеного соку сливи (1:1)									
X_i	X_{cp}	S^2	S_{cp}	P	t(P, n)	Довірчий інтервал			$\epsilon, \%$
-1,210	-1,22	0,000040000	0,002828427	0,95	2,78	-1,22	±	0,007863	-0,64451
-1,220									
-1,220									
-1,220									
-1,230									
В)розведеного соку сливи (1:2)									
X_i	X_{cp}	S^2	S_{cp}	P	t(P, n)	Довірчий інтервал			$\epsilon, \%$
-0,760	-0,754	0,000024000	0,00219089	0,95	2,78	-0,754	±	0,006090 7	-0,80778
-0,750									
-0,760									
-0,750									
-0,750									



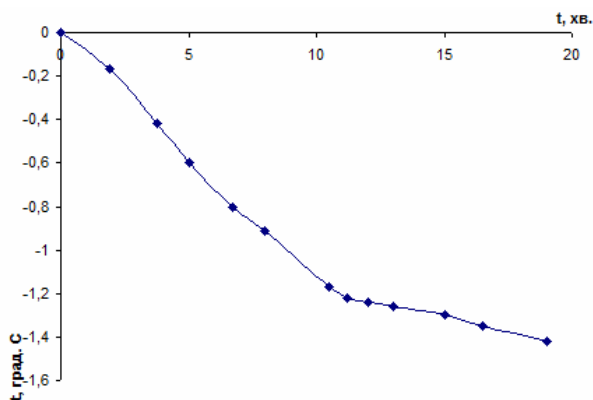
$t_{зам.}$ (соку) = -0,98 °С, м'якоть починає кристалізуватися при -1,46 °С.

Рис. 2. Термограма замерзання соку кавуна.



$t_{зам.}$ = - 3,30 °С

Рис. 3. Термограма замерзання соку сливи нерозведеного.



$$t_{\text{зам.}} = -1,22 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Рис. 4. Термограма замерзання соку сливи (розведення 1:1)

Як видно із даних таблиці 1, температура замерзання нерозведеного соку кавуна становить $-0,98 \text{ }^{\circ}\text{C}$, сік замерзає досить швидко (до 10 хв), тому додаткового розведення перед сублімаційним сушінням не потребує. Це пов'язано із тим, що сік кавуна містить понад 80 % води, а основу м'якоті кавуна становлять відновлювальні цукри. Температура замерзання чистого соку сливи становить $-3,30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (таблиця 2), час замерзання близько 18 хвилин. При розведенні соку сливи водою очищеною (1:1) та (1:2) зменшується час замерзання і температура замерзання, яка становлять відповідно $-1,22 \text{ }^{\circ}\text{C}$ та $-0,75 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Результати досліджень, наведені на рисунках 2–5, показують, що на термограмах є кілька зламів, які відповідають температурам певних фазових переходів:

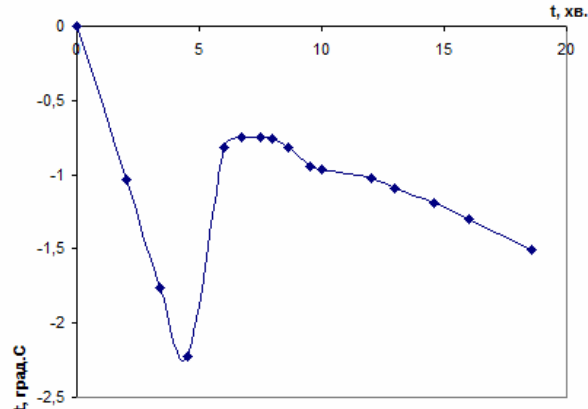
1. Період переохолодження: внаслідок переохолодження температура падає нижче температури замерзання розчинника.

2. Початок кристалізації: після появи кристалів виділяється теплота кристалізації і ртуть починає швидко підніматися капіляром термометра Бекмана.

3. Зона інтенсивної кристалізації: ртуть встановлюється на постійному рівні, а досягнуту в цьому випадку максимальну постійну температуру вважають за кріоскопічну температуру.

4. Подальша кристалізація і завершення кристалізації.

З термограми замерзання соку кавуна (рис. 2) видно, що процес відбувається досить інтенсивно та швидко. Наявність зламів на кривій свідчить про вміст достатньої кількості вільної води, яка легко кристалізується. Очевидно, це пояснюється вмістом відновлювальних моно-, ди- та полісахаридів, які легко зв'язують та віддають воду. Температура замерзання є близькою до 0 градусів; припускають, що при цій температурі між



$$t_{\text{зам.}} (\text{соку}) = -0,75 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{ м'якоть починає кристалізуватися при } -0,96 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Рис. 5. Термограма замерзання соку сливи (розведення 1:2).

клітинами і середовищем відбуваються обмінні процеси, які призводять до встановлення відносної рівноваги. В результаті клітини краще підготовлені до різкої зміни температур.

Замерзання нерозведеного соку сливи (рис. 3) та в розведенні 1:1 (рис. 4) відбувається повільно; відсутні злами на термограмі. Період переохолодження соків досить тривалий, можливо за цей час можуть руйнуватися клітини, що неприпустимо. Початок кристалізації досить млявий із виділенням незначної теплоти кристалізації, який практично зразу переходить в зону інтенсивної кристалізації. Результати свідчать про наявність великої кількості зв'язаної води, що пов'язано із високим вмістом пектинових і білкових речовин. При розведенні соку сливи 1:2 (рис. 5) процес відбувається інтенсивно і швидко. Розведення соку сливи водою очищеною не буде призводити до зміни хімічного складу та при проведенні сублімації вода має швидко випаруватися із льоду, минаючи рідку фазу.

Слід зазначити, що повну кристалізацію води та її повну сублімацію неможливо реалізувати на практиці, оскільки вода має різні форми зв'язку з компонентами рослин. Вільна вода досить легко кристалізується при заморожуванні сировини, а потім практично повністю сублімується з твердої фази. Кріоскопічна температура розчинів залежить від їхньої концентрації, ступеня дисоціації розчинних речовин. Гідратні оболонки навколо макромолекул складають зв'язану воду. Вона не кристалізується при заморожуванні і тому потребує додаткового випаровування. Велику кількість води здатні зв'язувати наявні у рослинному матеріалі білкові і пектинові речовини (наприклад, у сливі).

Висновки. Таким чином, проведено дослідження із визначення температур замерзання соків кавуна, сливи та їх розведень. Встанов-

лено залежність температури замерзання від природи біологічно активних речовин, розведення та наявності вільної або зв'язаної води в рослинах. Доведена доцільність заморожування перед проведенням сублімаційного сушіння соку сливи в розведенні (1:2) та нерозведеного соку кавуна.

Отримані експериментальні дані будуть використані для прогнозування і планування отри-

мання сублімованих порошків сливи та кавуна. Очевидно, що використання для заморожування розведеного соку сливи (1:2) дозволить скоротити технологічний процес виробництва, зробити його більш ефективним та раціональним. В свою чергу, відпрацювання оптимальних режимів заморожування і сублімації буде сприяти зменшенню витрат на виробництво і ціни на готову продукцію.

Література

1. <http://www.xiron.ru/content/view/30162/28/>
2. Сергеев Г. Б. Криохимия / Г. Б. Сергеев, В. А. Батюк. – М.: Химия, 1978. – 296 с.
3. Пат. 46453 А Україна, А 61 К 36/00. Спосіб отримання фітосубстанції на основі кавуна звичайного / Соколова Л. В., Горобець С. В., Вовчук О. О., Тихонова С. О., Скрипник-Тихонов Р. І., Шаповал О. М., Лукієнко О. В. – № u 2009 06117; заяв. 15.06.09; опубл. 25.12.2009., Бюл. № 24. – 4 с.
4. Практикум по физической и коллоидной химии / Е. В. Бугреева, К. И. Евстратова, Н. А. Купина и др.; под ред. К.И. Евстратовой. – М.: Высш. шк., 1990. – 255 с.
5. Соколова Л. В. Влияние метода замораживания пе-

- ред сублімацією на фармако-технологічні характеристики порошків аронії / Л. В. Соколова, О. М. Барна. – Фармацевтичний часопис. – 2009. – № 4. – С. 44–46.
6. Соколова Л. В. Дослідження впливу методу заморожування і техніки сублімації на фармако-технологічні характеристики порошків кавуна / Л. В. Соколова, С. О. Тихонова. – Вісник фармації. – 2010. – № 2 (62). – С. 10–12.
7. Фізична та колоїдна хімія. Лабораторний практикум / В. І. Кабачний, В. П. Колеснік, Л. Д. Грицан та ін.; за ред. В. І. Кабачного. – Х.: Вид-во НФаУ: Золоті сторінки, 2004. – 200 с.

КРИОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОКОВ АРБУЗА И СЛИВЫ

Л. В. Соколова, Л. Н. Иванец, А. Е. Соколова, О. В. Лукиенко¹

*Тернопольский государственный медицинский университет имени И. Я. Горбачевского
Национальный фармацевтический университет, Харьков*

Резюме: в статье представлены результаты исследований по изучению температуры замерзания соков арбуза, сливы и их разведений. Установлена зависимость температуры замерзания от природы биологически активных веществ, разведения и наличия свободной или связанной воды в растениях. Доказана целесообразность замораживания перед проведением сублимационной сушки сока сливы в разведении (1:2) и неразведенного сока арбуза. Отработка оптимальных режимов замораживания и сублимации будет способствовать уменьшению расходов на производство и цены на готовую продукцию.

Ключевые слова: температура замерзания, термограмма, сок арбуза, сок сливы.

CRYOSCOPIC INVESTIGATION OF WATERMELON AND PLUM JUICES

L. V. Sokolova, L. M. Ivanets, A. Ye. Sokolova, O. V. Lukiienko¹

*Ternopil State Medical University by I. Ya. Horbachevsky
¹National University Pharmaceutical, Kharkiv*

Summary: the result of determination of freezing temperatures of watermelon and plums juices and their dilutions are presented in this article. Dependency of freezing temperatures from the character of biologically active substances, dilution and the availability of free or bound water in plants were determined. It was proved the expediency of using for freezing the dilution (1:2) of plum juice and pure watermelon juice before freeze-drying. Improvement modes of freezing and sublimation will be contribute to reducing the expenditures on manufacturing and prices on finished production

Key words: freezing temperature, thermogram, watermelon juice, plum juice.