

УДК 664.863.813

## ФОРМУВАННЯ ЗАМОРОЖЕНИХ СОКІВ

Стручаєв М.І., к.т.н.,

Загорко Н.П., к.т.н.,

Тарасенко В.Г., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-13-06

**Анотація** – стаття присвячена удосконаленню технології формування заморожених соків та наведено варіанти удосконалення способу консервування з використанням швидкого заморожування і тривалого низькотемпературного зберігання фруктових, овочевих, плодоовочевих соків з м'якоттю.

**Ключові слова** – формування заморожених соків, тривале низькотемпературне зберігання, яблучний сік з волоськими горіхами.

*Постановка проблеми.* Одним з ефективних способів консервування рослинної продукції при незначних витратах і максимальному збереженні харчових і смакових показників є заморожування з подальшим зберіганням у замороженому вигляді. Цей спосіб консервування дозволяє максимально зберігати харчову цінність продукції, підвищеною готовністю для її вживання [1, 2].

*Аналіз останніх досліджень.* Після масового використання хімічних добавок, таких, як: ароматизатори, емульгатори, підсолоджувачі, наповнювачі, підсилювачі смаку і таке інше, популярність морозива різко впала. У даний час спостерігається інтерес до заморожених соків - це, в основному, традиційні соки: виноградний, яблучний, купажований полуничний. При звичайному консервуванні соку його розфасовують у консервну тару і стерилізують. Недоліками цього способу є те, що високі температури негативно позначаються на вмісті біологічно активних речовин у готовій продукції (втрати аскорбінової кислоти 75 ... 85%, втрати вітамінів групи В складають 60 ... 80 %, вітаміну Р - 20 ... 60%, каротину 30 ... 50 %). Крім того, знищується мікрофлора, пригнічується дія ферментів, це забезпечує тривале зберігання, але різко знижує біологічну цінність соку.

Промисловість випускає обладнання для отримання заморожених кондитерських продуктів, яке включає контейнер для рідкої суміші з системою дозування, контейнер для дозування сухих включень, форми для заповнення під тиском замороженим виробом.

Недоліком цього обладнання є великі витрати енергії при вакуумуванні форм, а потім при заповненні форм замороженим виробом під тиском, що ускладнює конструкцію, не дозволяє підвищити коефіцієнт корисної дії.

Результати досліджень, викладені у попередніх публікаціях [3, 4], підтверджують доцільність розробки технологічних процесів виготовлення плодкових соків з замороженої сировини і застосування зберігання цих соків у замороженому вигляді.

*Постановка завдання.* Метою даної роботи є аналіз процесу формування заморожених соків та способу консервування з використанням швидкого заморожування і тривалого низькотемпературного зберігання фруктових, овочевих та плодовоовочевих соків з м'якоттю.

Задачею статті є удосконалення способу консервування з використанням швидкого заморожування соків, в якому підвищується корисна біологічна цінність та покращується якість, а також удосконалення пристрою формування заморожених соків.

*Основна частина.* Запропонований нами спосіб приготування «Мелітопольського яблучного соку з волоськими горіхами, класичного», включає підбір, миття, сортування, очищення, подрібнення сировини, отримання соку, купажування, гомогенізацію, фасування, заморожування до досягнення температури в центрі продукту мінус  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , тривале зберігання при тій же температурі. Сік отримують з усього плоду з видаленням насіння і очищенням шкірки, купажують його з подрібненими ядрами волоських горіхів воскової стиглості, сиропом варення з зелених волоських горіхів, цукром буряковим, кислотою лимонною при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: яблучний сік 82...86; подрібнені ядра волоських горіхів воскової стиглості 10...16; сироп варення з зелених волоських горіхів 1,0...1,2; цукор буряковий 2,0...2,2; кислота лимонна 0,5...0,6, що дозволяє підвищити якість продукту, максимально зберегти його вихідні властивості, харчову та біологічну цінність, урізноманітнити асортимент харчових продуктів, готових до вживання, багатих на вуглеводи, білки, біологічно-активні, мінеральні речовини, йод, та які придатні до вживання для усіх верств населення, а також можуть вживатися, як дієтичні.

Яблука являються цінною сировиною у відношенні значного вмісту сухих речовин - 11...13,7 г/100г, у т.ч. вуглеводів - 9...10 г/100г, органічних кислот - 0,8...0,10 г/100г, білкових речовин - 0,4...0,6 г/100г, моно- і дисахаридів – 9...10 г/100г, харчових волокон – 1,8 г/100г на сиру масу, макро- та мікроелементів, особливо калію – 278 мг/100г, тощо.

До складу рецептури внесено буряковий цукор, подрібнені ядра волоських горіхів воскової стиглості та сироп варення з зелених

волоських горіхів. Сироп варення з зелених волоських горіхів значно підвищує вміст моноцукрів (глюкози та фруктози), що легко засвоюються організмом, а також алкалоїдів, глікозидів, токоферолу, вітамінів групи В і, найголовніше, йоду. Варення з зелених волоських горіхів значно підвищує імунітет, покращує роботу щитовидної залози і кровообіг у судинах головного мозку, нормалізує кров'яний тиск, покращує розумову діяльність.

Подрібнені ядра волоських горіхів воскової стиглості мають у своєму складі нафтохінони, флавоноїди, діарілгептаноїди. Вони багаті вітаміном Р, органічними кислотами, мінеральними солями, дубильними речовинами. Подрібнені ядра волоських горіхів воскової стиглості мають здатність до протипухлинної, протимікробної активності та зв'язування вільних радикалів.

Отриманий продукт має однорідну непрозору консистенцію з рівномірно розподіленим тонкоподрібненим м'якушем, має добре виразний аромат вихідної сировини, особливо яблучного соку, та добрий смак.

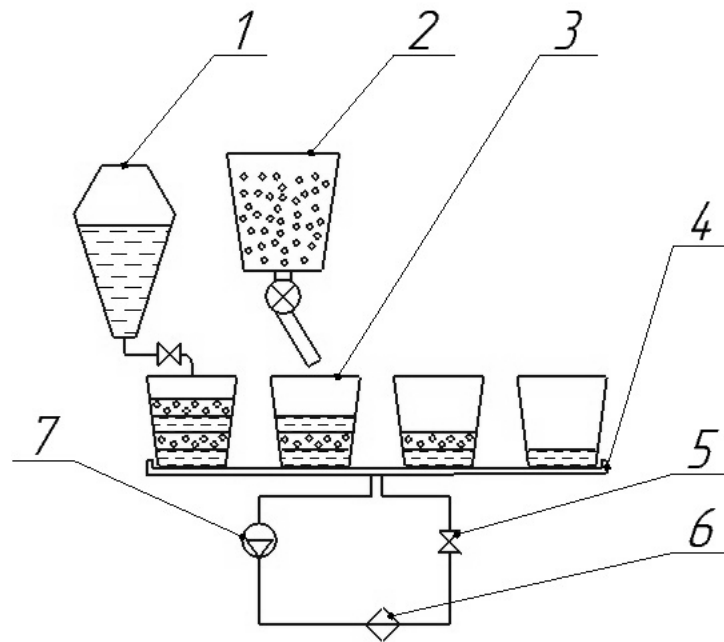
Через дев'ять місяців зберігання провели органолептичну та біохімічну оцінку якості замороженого фасованого «Мелітопольського яблучного соку з волоськими горіхами, класичного». Продукт оцінений високими органолептичними показниками за п'ятибальною шкалою (див. табл. 1). Він зберіг свій колір, смак і добре виражений аромат яблучного соку, а також, майже без змін, біохімічний склад.

Таблиця 1 – Біохімічний склад та органолептична оцінка «Мелітопольського яблучного соку з волоськими горіхами, класичного» свіжого та після 9 місяців низькотемпературного зберігання

Об'єкт і термін зберігання	Сухі речовини, %	Загальний цукор, %	Загальна кислотність, %	Вітамін С, мг/100г	Каротин, мг/100г	Органолептич на оцінка, бал
«Мелітопольський яблучний сік з волоськими горіхами, класичний» - свіжий	23,2	6,74	0,75	80	0,030	4,7
Заморожений фасований «Мелітопольський яблучний сік з волоськими горіхами, класичний» після 9 місяців низькотемпературного зберігання	23,3	6,76	0,75	65	0,028	4,97

Для фасування і формування заморожених соків нами запропонований пристрій, де шляхом уведення у систему нових конструктивних елементів, які дозволять усунути витрати енергії при вакуумуванні форм, а потім при заповненні форм замороженим виробом під тиском, спростити конструкцію, підвищити коефіцієнт корисної дії, знизити витрати матеріалу. Функціональна схема пристрою формування заморожених соків показана на рис.1.

Пристрій працює таким чином. З контейнера 1 рідка суміш соків системою дозування подається до форм 3, у яких заповнюють перший шар та здійснюється первинне заморожування швидкоморозильним пристроєм 4, в якості якого використано випаровувач холодильної машини після встановленого терморегулюючого вентиля 5, далі форми 3 дозовано заповнюються з контейнера 2 шаром сухих добавок, потім форми 3 з контейнера 1 заповнюються другим шаром рідкої суміші соків та здійснюється заморожування цього шару, процес повторюється до заповнення та заморожування продукту на усю висоту форми, після для виймання сформованих заморожених соків використовують короткочасний підігрів форм з використанням конденсатора 6 холодильної машини, компресор 7 виконує також функції додаткового підігрівача.



1- контейнер для рідкої суміші соків з системою дозування, 2 - контейнер для дозування сухих добавок, 3 - форми для заповнення виробом, 4 - швидкоморозильний пристрій, в якості якого використано випаровувач холодильної машини, 5 - терморегулюючий вентиль, 6 - конденсатор холодильної машини, який використано для виймання сформованих заморожених соків, 7 – компресор.

Рис. 1. Функціональна схема пристрою формування заморожених соків.

Для знаходження часу заморожування першого шару вирішимо спільно рівняння теплового балансу і теплопровідності

$$\begin{cases} dQ = q \cdot \rho_1 \cdot S \cdot d\delta \\ dQ = \frac{1}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha}} \cdot S \cdot (t_{кр} - t_{cp}) \cdot d\tau, \end{cases} \quad (1)$$

$$\text{звідки } d\tau = \frac{q\rho}{(t_{кр} - t_{cp})\lambda} \cdot \delta \cdot d\delta + \frac{q\rho_1}{(t_{кр} - t_{cp})\alpha} \cdot d\delta. \quad (2)$$

Інтегруємо ліву і праву частини

$$\int_0^{\tau_3} d\tau = \frac{q\rho}{(t_{кр} - t_{cp})\lambda} \cdot \int_0^L \delta \cdot d\delta + \frac{q\rho_1}{(t_{кр} - t_{cp})\alpha} \cdot \int_0^2 d\delta. \quad (3)$$

Тоді тривалість заморожування

$$\tau_3 = \frac{q\rho_1}{(t_{кр} - t_{cp})} \cdot \frac{L^2}{2 \cdot \lambda} + \frac{q\rho_1}{(t_{кр} - t_{cp})} \cdot \frac{L}{\alpha} = \frac{q\rho_1}{(t_{кр} - t_{cp})} \cdot L \left( \frac{L}{2 \cdot \lambda} + \frac{1}{\alpha} \right). \quad (4)$$

Цей вираз відомий як формула Планка, для заморожування соків воно потребує уточнення. Час заморожування соку в формі радіусом  $R$ , при початковій температурі  $t_0 = t'$  складається з часу заморожування до центру  $R_{зр}$ :

$$\tau = \left\{ r\rho / [4\lambda_1(T' \cdot T_1)] \right\} \cdot \left[ (R^2 - R_{зр}^2) - 2R_{зр} \ln\left(\frac{R}{R_{зр}}\right) \right]. \quad (5)$$

і повного часу заморожування

$$\tau = r\rho_2 R^2 / [4\lambda_1(T' \cdot T_1)]. \quad (6)$$

Тепер можна отримати вираз для визначення часу пошарового заморожування соків [5].

$$\tau = \frac{\left[ (1 - \mu_{сyx}) \cdot r + c_{nl} \cdot \rho_{nl} (t_{nl} - t_{кр}) \right]}{2(t_{кр} - t_{nl})} \cdot \left[ (D_1^2 - D_i^2) \left( \frac{1}{\alpha \cdot D_1} + \frac{1}{4\lambda} \right) + \frac{1}{\lambda} \cdot \frac{D_i^2}{2} \cdot \ln \frac{D_1}{D_i} \right], \quad (7)$$

де  $\mu_{сyx}$  - частка сухих речовин;

$r$  - теплота кристалізації води, 335 кДж/кг;

$c_{nl}$  - теплоємність соків, кДж/кг·град;

$\rho_{nl}$  - щільність соків, кг/м<sup>3</sup>;

$t_{nl}$  - початкова температура соку, °С;

$t_{кр}$  - криоскопічна температура соку, °С;

$D_1$  - зовнішній діаметр форми, м;

$D_i$  - діаметр  $i$ -го непромерзлого шару, м;

$\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м·град.

*Висновки.* Аналіз рівняння (7) показує, що найбільш низька швидкість охолодження спостерігається для шарів, віддалених від поверхні на одну третину діаметра. Це пояснюється тим, що градієнт температур тут менше, ніж при замерзанні поверхневих шарів, а кількість теплоти, що залишилася у незамерзаючій частині, ще досить велика. Крім того, починає позначатися збільшення концентрації розчинених речовин: кислот, цукрів тощо.

Запропонований варіант удосконалення способу консервування з використанням швидкого заморожування і тривалого низькотемпературного зберігання фруктових, овочевих, плодоовочевих соків з м'якоттю на прикладі замороженого фасованого «Мелітопольського яблучного соку з волоськими горіхами, класичного» та пристрій формування заморожених соків мають практичне значення і можуть бути використані у виробництві.

Література:

1. *Рогов, И.А.* Консервирование пищевых продуктов холодом (теплофизические основы) / И.А. Рогов, В.Е. Куцаков, В.И. Филиппов, С.В. Фролов – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1999. – 176 с.
2. ДСТУ 4283.1:2007. Соки та сокові продукти. Київ, 2007.
3. *Ялпачик, В.Ф.* Використання холодильної обробки при виробництві плодівих соків / В.Ф. Ялпачик, С.Ф. Буденко, В.Г. Тарасенко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Вип. 17. Т.1. – Мелітополь, 2017. – С. 213 – 219.
4. *Загорко, Н.П.* Експериментальне дослідження впливу холодильної обробки на якість плодівих соків при їх виробництві / Н. П. Загорко, В.Г. Тарасенко, С.Ф. Буденко // Сучасні проблеми холодильної техніки та технології / Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції. – Одеса: ОНАХТ, 2017. – С. 93 – 94.
5. *Громов, М.А.* Универсальное уравнение для расчета коэффициентов теплопроводности соков // Консервная и овощная промышленность. – 1972. – № 8. – С. 32 – 33.
6. *Громов, М.А.* Теплофизические характеристики плодов при отрицательных температурах. // Консервная и овощная промышленность. – 1972. – № 2. – С.34 – 35.
7. *Платонова, Е.С.* Определение теплофизических характеристик пищевых продуктов в области кристаллизации связанной влаги. // Вестник международной академии холода. – 1999. – Выпуск 1. – С. 41–44.
8. Патент RU №2464798 Замороженный кондитерский продукт и способ его производства, А23G9/48 А23G9/26. Опубл. 27.10.2012 р.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ СОКОВ**

Стручаев Н.И., Загорко Н.П., Тарасенко В.Г.

**Аннотация – статья посвящена усовершенствованию технологии производства замороженных соков и приведены варианты усовершенствования способа консервирования с использованием быстрого замораживания и длительного низкотемпературного хранения фруктовых, овощных, плодовоовощных соков с мякотью.**

**FORMATION OF FROZEN JUICES**

N. Struchaev, N. Zagorko, V. Tarasenko

*Summary*

**The article is devoted to the improvement technology of the frozen juices formation of and presents options for improving the method of preservation with the use of rapid freezing and prolonged low-temperature storage of fruit, vegetable, fruit and vegetable juices with pulp.**