

Автореф.
К-56

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КОВАЛЕНКО ОЛЕНА ОЛЕКСАНДРІВНА

В. А. М. М.

УДК 664.857.3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КОНЦЕНТРУВАННЯ
ВИШНЕВОГО ТА АБРИКОСОВОГО СОКІВ
МЕТОДОМ БЛОЧНОГО ВИМОРОЖУВАННЯ

Спеціальність 05.18.13 - технологія
консервованих продуктів

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса - 1997

Автореферат
к 56

Дисертація є рукописом.

Робота виконана в Одеській державній академії харчових технологій
Міністерства освіти України

Наукові керівники:

- доктор технічних наук, професор
Безусов Анатолій Тимофійович, Одеська
державна академія харчових технологій, за-
відуючий кафедрою технології консерву-
вання

- доктор технічних наук, професор
Бурдо Олег Григорович, Одеська державна
академія харчових технологій, завідуючий
кафедрою процесів та апаратів

Офіційні опоненти:

ОНАХТ 20.09.12
Розробка технології



v017261

- доктор технічних наук, професор
Пилипенко Людмила Миколаївна, Одеська
державна академія харчових технологій,
професор кафедри біохімії та мікробіології

- кандидат технічних наук
Горковлюк Ніна Павлівна, Одеський кон-
сервний завод, директор науково-
виробничої фірми «Юнона»

Провідна організація

- Український державний університет хар-
чових технологій, проблемна науково-
дослідна лабораторія Міністерства освіти
України, м. Київ.

Захист відбудеться «28» листопада 1997 р. о 10³⁰ годині на засі-
данні спеціалізованої вченої ради Д 05.16.01 при Одеській державній ака-
демії харчових технологій за адресою: 270039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської державної
академії харчових технологій за адресою: 270039, м. Одеса, вул. Канатна,
112.

Автореферат розісланий «28» листопада 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Капрельянц Л.В.

17261

ОДАХТ

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Серед сучасних способів концентрування соків особливе місце займають кріотехнології. Постійно зростаючий попит на кріоконцентрати зумовлений як гострою необхідністю отримання високоякісних продуктів, так і значними результатами технічного вдосконалення методів виморожування, які дозволили істотно зменшити вартість капітальних витрат і енергії, підвищити ступінь концентрування соків. зменшити втрати соку із льодом.

Хоча низькотемпературне концентрування соків є одним із пріоритетних напрямків харчової промисловості, і в Києві, Харкові, Одесі. Сімферополі займаються дослідженням та розробкою методів і технологій виморожування соків, розвинутого промислового виробництва кріоконцентратів на Україні немає.

Перспективним є розроблений в ОДАХТ метод блочного виморожування рідин. Особливістю даного методу є формування на стадії кристалізації, а не сепарування, блоку льоду з щільним укладанням кристалів, що створює умови для здійснення гравітаційного сепарування блоку льоду. Характерні риси методу - низький рівень енергоспоживання, простота конструкції, малогабаритність, наявність резерву енергозбереження. Разом з тим, ефективно застосування блочного виморожування для концентрування соків стримується відсутністю технології отримання сокових концентратів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до програми 12/97-П за № держреєстрації 0197 У 016064 «Вдосконалення кріотехнологій та обладнання для концентрування харчових продуктів».

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – розробка технології кріоконцентрування соків методом блочного виморожування. Для досягнення мети необхідно:

- дати загальну характеристику сировини і обґрунтувати режими отримання натуральних соків;
- виконати аналітичні та експериментальні дослідження процесів блочного виморожування соків, впливу режимів кріоконцентрування і гравітаційного сепарування на фізико-хімічні показники концентратів. Розробити раціональні режими блочного виморожування соків;
- обґрунтувати вибір режимів консервування і зберігання кріоконцентратів;
- дати загальну характеристику якості і вартості кріоконцентратів, отриманих по розробленій технології;

- дослідити хімічний склад вторинних продуктів технології блочного виморожування соків і розробити технологічну схему їх комплексного використання;

- розробити технічні умови та технологічну інструкцію для виробництва сокових кріоконцентратів.

Як об'єкти досліджень вибрані вишневий і абрикосовий соки.

Наукова новизна одержаних результатів:

- розроблена технологія концентрування вишневого і абрикосового соків методом блочного виморожування; надана якісна і вартісна характеристика абрикосового та вишневого кріоконцентратів;

- отримані: модель блочного виморожування соків; залежності для визначення теплофізичних властивостей вишневого та абрикосового соків (кріоскопічних температур, густини і ентальпії); рівняння в критеріальному вигляді для розрахунку інтенсивності масопереносу при блочному виморожуванні соків;

- встановлені окремі кінетичні залежності росту блоку льоду, зміни концентрації соку і концентрації неводних компонентів в блоці льоду, виходу концентрату і блоків льоду від конструктивних розмірів кристалізатора і концентратора, температурних режимів виморожування і сепарування, кріоскопічних умов в блоці льоду, початкової температури і концентрації соку, виду соку.

Практичне значення одержаних результатів. В результаті виконання комплексу аналітичних та експериментальних досліджень розроблена технологія кріоконцентрування вишневого і абрикосового соків. Технологія пройшла промислові випробування в умовах консервного заводу «Південний» Миколаївської області. Для промислового виробництва вишневого і абрикосового кріоконцентратів розроблені технічні умови, технологічна інструкція та інженерні методи експрес-аналізу технологічних параметрів процесу блочного виморожування.

Особистий внесок здобувача. В опублікованих роботах, що надруковані у співавторстві, дисертанту належать окремі теоретичні розробки, постановка та виконання експерименту, науковий аналіз результатів досліджень, формулювання висновків та пропозицій.

Апробація результатів дисертації. Головні результати досліджень доповідались та одержали позитивну оцінку на науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу ОДАХТ (1994...1997), IX Міжнародній конференції "Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв" (Одеса, 1996), V Методичній конференції "Людина та навколишнє середовище – проблеми безперервної екологічної освіти в вузах" (Одеса, 1996), 5th International Heat Pipe Symposium

(Australia, Melburn, 1996), 3th International seminar «Heat Pipes. Heat Pumps, Refrigerators» (Belarus, Minsk, 1997).

Публікації. Результати дисертаційної роботи відображені в 10 наукових працях, які опубліковані в наукових журналах - 3 статті, в матеріалах конференцій - 2 статті і 4 тези, в інформаційному листку.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг дисертації – 150 стор. машинописного тексту, із них 59 сторінок займають: 33 рисунки, 23 таблиці, 5 додатків, 146 використаних джерел.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність теми роботи, визначені об'єкти досліджень. Сформульовані мета та основні задачі дисертаційної роботи.

В першому розділі наданий огляд ситуації в світовому виробництві концентрованих соків, розглянуті напрямки використання концентратів в харчовій промисловості. Проведений критичний аналіз сучасних технологій концентрування соків: випаровування, мембранних технологій, виморожування та показана пріоритетність використання кріотехнологій для виробництва високоякісних концентратів. Розглянуті теоретичні основи, вітчизняна та зарубіжна техніка і промислові способи кріоконцентрування соків. Окреслені сучасні тенденції вдосконалення методів виморожування харчових рідин. Показано, що блочне виморожування є новим етапом розвитку кріотехнологій. Наведена характеристика методу блочного виморожування. Показано, що зниження енерговитрат при блочному виморожуванні досягається за рахунок скорочення втрат холоду із-за відсутності циркуляційних контурів та механізмів, а також за рахунок використання гравітаційного сепарування. Обгрунтована необхідність розробки технології концентрування соків методом блочного виморожування.

В другому розділі обгрунтований вибір об'єктів досліджень, наведені фізико-хімічні методи дослідження природних сполук та методика експериментальних досліджень процесів блочного виморожування соків. Розглянута принципова схема дії експериментальної установки та наведені оцінки похибок вимірювання.

Вибір вишень та абрикос як об'єктів досліджень зумовлений: по-перше тим, що соки з цієї сировини мають тонкий аромат, містять значну кількість антоціанів і каротиноїдів, в результаті чого вони та їхні концентрати широко використовуються як наповнювачі, ароматизатори, натуральні барвники, цінні добавки до харчових продуктів та ліків. Однак, термічне концентрування абрикосового і вишневого соків призводить до отримання концентратів із слабо вираженими натуральними властивостями і низькою харчовою цінністю, що значно обмежує область їхнього за-

стосування; по-друге: абрикосовий і вишневий соки істотно відрізняються по фізико-хімічним властивостям, що дозволяє досліджувати вплив виду соку на характеристики процесу блочного виморожування; по-третє: структура плодових насаджень півдня України на 40% представлена абрикосами і вишнею, що створює реальні умови для розвитку промислового виробництва абрикосових і вишневих кріоконцентратів.

Для характеристики якості та цінності сировини, напівфабрикатів та виготовлених продуктів використовувалися сучасні методи досліджень вмісту сухих речовин, цукрів, кислот, клітковини, пектину, золи, білку, ароматичних речовин, β -каротину, антоціанів, вітаміну С та густини, які є стандартними або модифікованими.

Експериментальні дослідження процесів блочного виморожування вишневого та абрикосового соків виконувалися відповідно до розробленої методики, яка передбачала вивчення кінетики льодоутворення, зміну структурних характеристик концентратів та блоку льоду, процесу гравітаційного сепарування. Принципова схема установки для блочного виморожування соків зображена на рис. 1.

У третьому розділі розроблялася технологія отримання натуральних вишневого та абрикосового соків. На основі аналізу сучасних технологій зроблений висновок, що отримати якісні вишневий та абрикосовий соки неможливо без попередньої теплової обробки сировини, навіть якщо готові соки будуть далі заморожуватися та зберігатися при низьких температурах. Тому для технології виробництва вишневого та абрикосового кріоконцентратів вибрана класична схема попередньої обробки сировини і отримання соку, а саме нагрівання (бланшування парою) вишень та абрикос до 80-85 °C протягом 5 хвилин і протирання їх на здвоєній протиральній машині з діаметрами отворів 1.5 і 0.4 мм.

Попереднє блочне виморожування вишневого та абрикосового соків показало, що м'якоть істотно впливає на характеристики процесу концентрування. При однакових умовах виморожування, ступінь концентрування абрикосового соку з м'якоттю в 2 рази менший за ступінь концентрування соку без м'якоті (рис. 2, а). Аналогічний вплив виявляє м'якоть соку на інтенсивність виморожування. Так, швидкість росту блоку льоду при кріоконцентруванні соків без м'якоті в 1.5 рази вища за швидкість росту блоку льоду при кріоконцентруванні соків з м'якоттю (рис. 2, б). Очевидно, що для блочного виморожування кращим є використання соків без м'якоті. Режими центрифугування абрикосового і вишневого соків з м'якоттю підбиралися на лабораторній центрифугі. Встановлено, що повне відділення м'якоті від соків досягається в результаті центрифугування при 4000-4500 об/хв протягом 10 хвилин. З відділенням м'якоті в абрикосовому соку на 40% зменшується вміст β -каротину, в вишневому - на 46% вміст антоціанів.

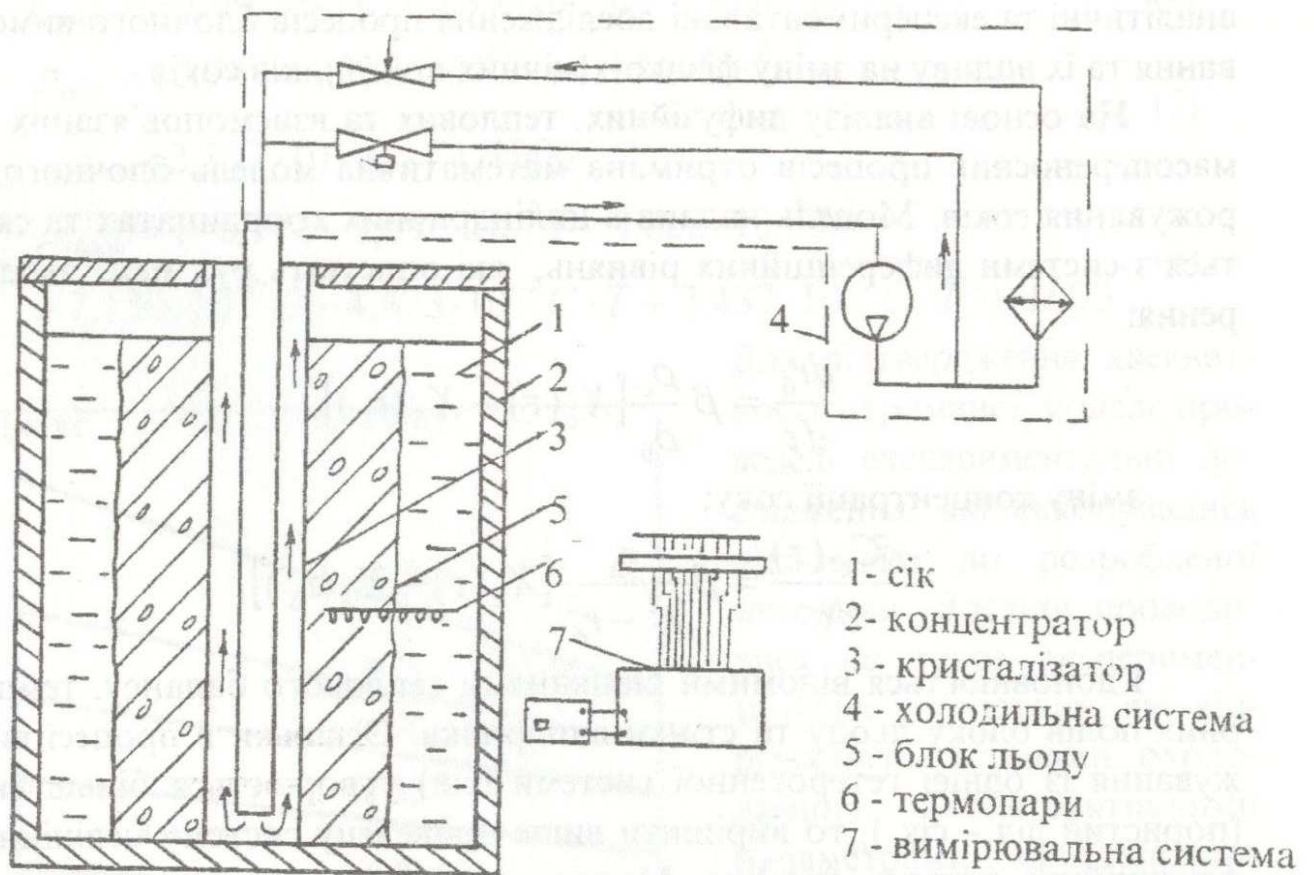


Рис. 1. Принципова схема експериментальної установки

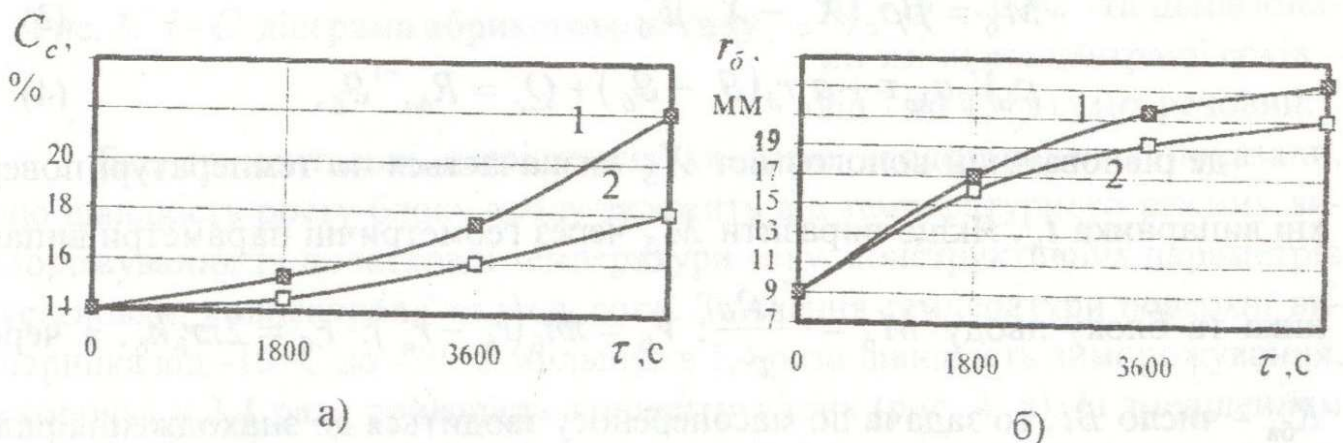


Рис. 2. Вплив попередньої обробки соків на характеристики блочного виморожування

1 - сік без м'якоти, 2 - сік з м'якоттю

У четвертому розділі розроблювалися режими кріоконцентрування та консервування абрикосового і вишневого соків. Для цього були проведені аналітичні та експериментальні дослідження процесів блочного виморожування та їх впливу на зміну фізико-хімічних показників соків.

На основі аналізу дифузійних, теплових та взаємопов'язаних тепло-масопереносних процесів отримана математична модель блочного виморожування соків. Модель надана в циліндричних координатах та складається з системи диференційних рівнянь, які описують рух межі льодоутворення:

$$\frac{dr_{\delta}}{d\tau} = \beta \frac{\rho_c}{\rho_{\delta}} [X_c(\tau) - X_s(t_s)]. \quad (1)$$

зміну концентрації соку;

$$-\frac{\partial X_c(\tau)}{\partial \tau} = \beta \frac{r_n}{r_s^2 - r_{\delta}^2} [X_c(\tau) - X_s(t_s)], \quad (2)$$

і доповнюється відомими рівняннями теплового балансу, температурних полів блоку льоду та стінки випарника. Оскільки в процесі виморожування із однієї гетерогенної системи (сік) утворюється більш складна (пористий лід – сік), то вирішити вище приведену систему нелінійних диференційних рівнянь складно. Модель спрощується при наступних допущеннях: для деякого інтервалу часу $\Delta \tau$ задача розглядається як квазістаціонарна і характеризується зосередженими параметрами t_c та C_c . З урахуванням прийнятих допущень, тепломасоперенос при блочному виморожуванні соків описується рівняннями:

$$M_{\delta} = \beta \rho_c (\bar{X}_c - \bar{X}_s) F_{\delta} \quad (3)$$

$$\rho_a V_{\delta} q_{kp} \tau + a_c r_{\delta} (\vartheta_c - \vartheta_{\delta}) + Q_c = R_{\delta a}^{-1} \vartheta_{\delta}, \quad (4)$$

де рівноважний вологовміст X_s визначається по температурі поверхні випарника t_n . Якщо виразити M_{δ} через геометричні параметри випарника та блоку льоду $M_{\delta} = \frac{V_{\delta} \rho_{\delta}}{\tau}$; $V_{\delta} = \pi h_{\delta} (r_{\delta}^2 - r_n^2)$; $F_{\delta} = 2\pi r_{\delta} h_{\delta}$, а через $R_{\delta a}$ – число Bi , то задача по масопереносу зводиться до знаходження радіусу блоку r_{δ} та температури поверхні льоду на межі розділу фаз. Таким чином, в результаті моделювання процесів блочного виморожування встановлені основні напрямки експериментальних досліджень.

Вирішення задачі по тепломасопереносу при блочному виморожуванні соків потребує знання деяких теплофізичних характеристик. На основі літературних даних та експериментальних досліджень отримані залежності для визначення кріоскопічних температур, густини та ентальпій:

$$t_{абр} = -9,92 \cdot 10^{-2} C + 1,16 \cdot 10^{-3} C^2 - 4,58 \cdot 10^{-5} C^3, \quad (5)$$

$$t_{вишн} = -1,04 \cdot 10^{-1} C + 3,45 \cdot 10^{-4} C^2 - 4,29 \cdot 10^{-5} C^3, \quad (6)$$

$$\rho_{абр} = (0,943 + 1,389 \cdot 10^{-4} T + 1,154 \cdot 10^{-2} C - 2,303 \cdot 10^{-5} C \cdot T) \cdot 1000, \quad (7)$$

$$\rho_{вишн} = (-0,598 + 1,091 \cdot 10^{-2} T - 1,862 \cdot 10^{-5} T^2 + 7,139 \cdot 10^{-2} C - 4,473 \cdot 10^{-4} C \cdot T + 7,437 \cdot 10^{-7} C \cdot T^2) \cdot 1000, \quad (8)$$

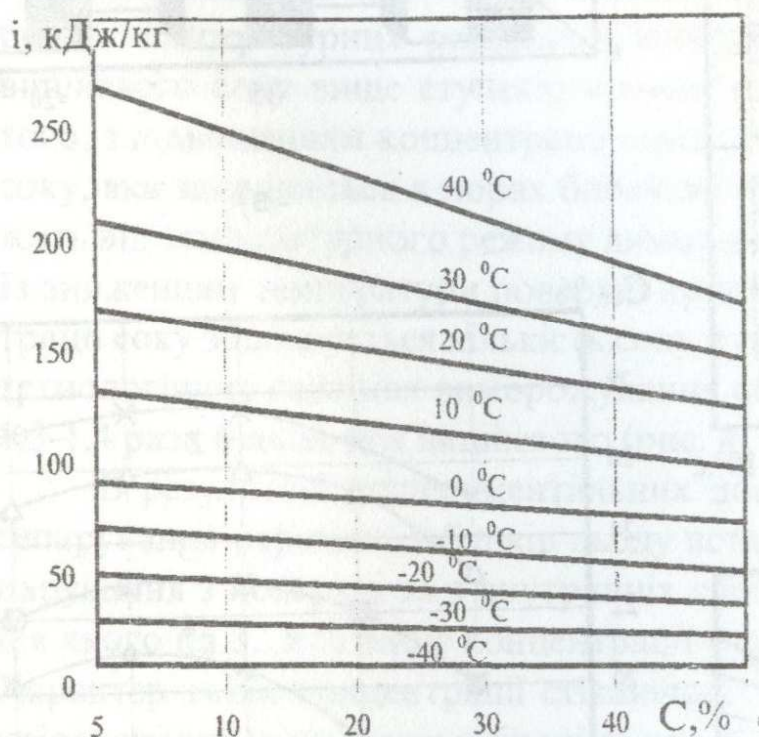


Рис. 3. i - C діаграма абрикосового соку

Для підтвердження адекватності отриманої моделі проведені експериментальні дослідження, які виконувались відповідно до розробленої методики. Досліди проводилися на трьох експериментальних установках, які відрізнялися системами охолодження, конструктивними параметрами кристалізаторів $r_n = 9; 11,5; 23,5$ мм та концентраторів $r_k = 24; 75$ мм, температурними режимами виморожування $t_n = -10; -15; -20$ °C та діапазонами зміни концентрації соків – від 7 до 45 % сухих речовин.

Експериментальні дослідження кінетики льодоутворення показали, що швидкість росту блоку льоду залежить від температурного режиму виморожування та початкової температури соку, конструктивних параметрів установки, концентрації та виду соку. Зниження температури поверхні випарника від -10 °C до -20 °C збільшує в 1,4 рази швидкість виморожування, скорочує в 3,4 рази тривалість концентрування (рис. 4, а). Із зменшенням радіусів кристалізаторів і концентраторів в 2 рази інтенсивність виморожування збільшується в 4-5 раз. При кріоконцентруванні вишневого соку інтенсивність виморожування в 1,8 раз більше ніж абрикосового. Попереднє охолодження соку до $+2...4$ °C скорочує тривалість концентрування в 1,5 рази.

Значний вплив на кінетику льодоутворення чинить концентрація соку. При збільшенні початкової концентрації соку в 3 рази інтенсивність ви-

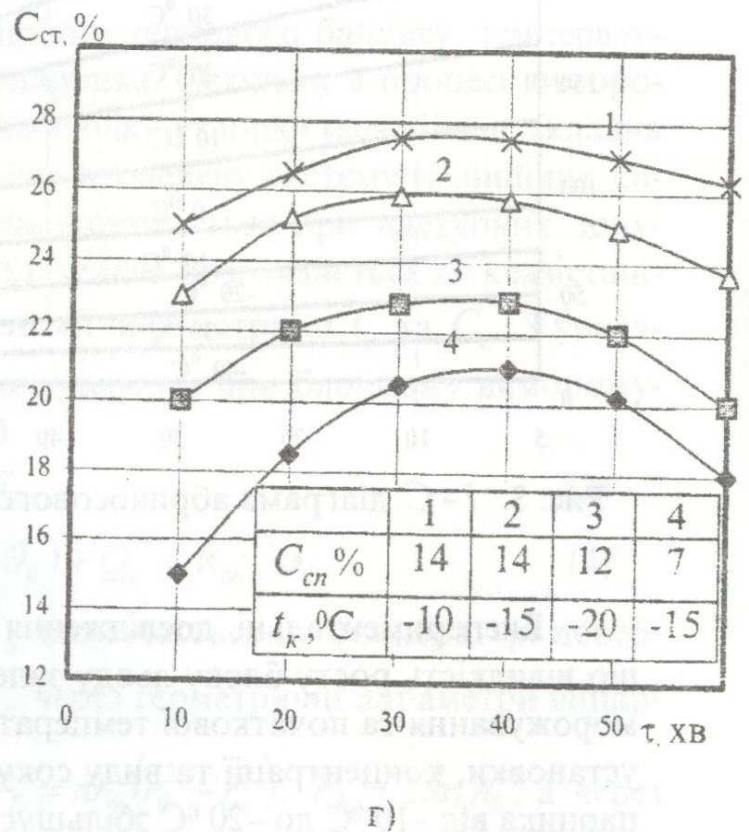
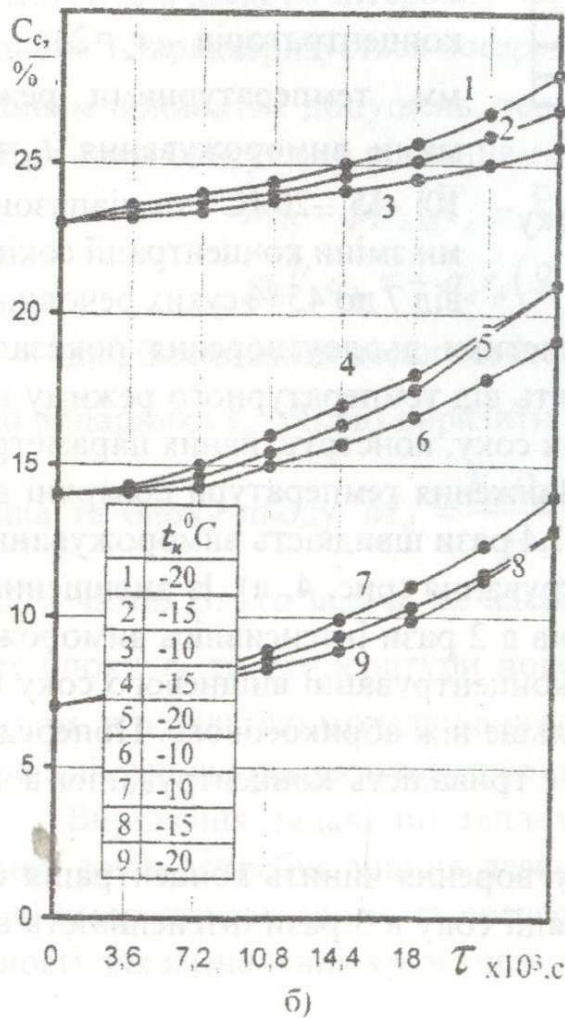
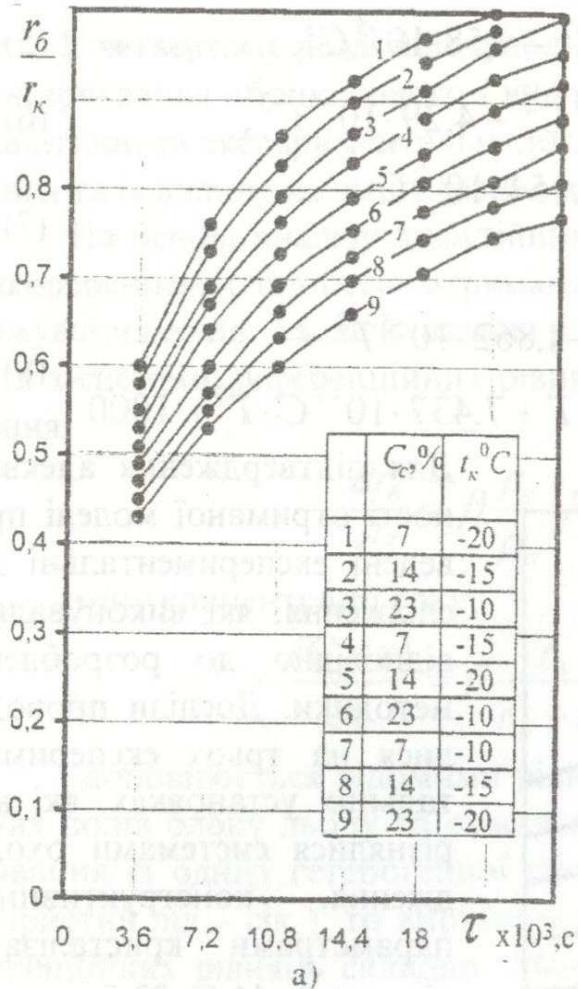


Рис.4. Кінетика
блочного виморожування соків

морозжування зменшується в 1,3 рази, крім того в 1,6 раз зменшується степінь концентрування соків (рис. 4, б). Степінь концентрування визначається не тільки початковою концентрацією соків. На неї істотно впливає температурний режим виморожування та вид соку. Зниження температури кріоконцентрування зумовлює зменшення ступеню концентрування. Так, при виморожуванні 14 % абрикосового соку ступінь підвищення його концентрації при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 1,78 раз, при $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 1,7 раз, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ - 1,34 рази. Крім того, із зниженням температури виморожування від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ вихід абрикосового кріоконцентрату зменшується в 4 рази, а вишневого в 2 рази. Істотний вплив на кінетику кріоконцентрування чинить вид соку. Так при різних температурних режимах і концентраціях ступінь концентрування вишневого соку вище ступеню концентрування абрикосового соку. Крім того, з підвищенням концентрації соків ця різниця збільшується. Кількість соку, яка залишається в порах блоку льоду під час його формування, залежить від температурного режиму виморожування, виду і концентрації соку. Із зниженням температури поверхні кристалізатора і підвищенням концентрації соку збільшується кількість соку в блоці льоду. Крім того, при різних технологічних режимах виморожування абрикосового соку в блоці льоду в 1,3-1,4 рази більше ніж вишневого (рис. 4, в).

В результаті експериментальних досліджень процесу гравітаційного сепарування отриманих блоків льоду встановлено, що в перші 40-50 хв сепарування з поверхні та з внутрішніх слоїв льоду дренажує сік концентрація якого на 3...6 % вище концентрації отриманого концентрату (рис. 4, г). Характер зміни концентрації стікаючого з блоку льоду соку визначається кріоскопічними умовами в блоці льоду та температурним режимом сепарування. Показано, що при температурі сепарування $0...+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ з блоків льоду можна виділити до 60 % вишневого та 83 % абрикосового соку з концентрацією, яка відповідає концентрації взятого на виморожування соку.

На основі окремих кінетичних залежностей розроблені номограми, що відображають комплексний вплив технологічних, режимних і конструктивних параметрів на характеристики процесу блочного виморожування абрикосового та вишневого соків і рекомендуються для використання в промислових умовах, оскільки дозволяють оперативно отримати інформацію про ступінь концентрування соків, вихід кріоконцентрату та блоку льоду, тривалість концентрування при різних температурних режимах (рис. 5).

В результаті математичної обробки експериментальних даних отримане критеріальне рівняння

$$Sh = Ra^{0,41} \left(\frac{Sc}{Pr} \right)^{1/3} K^{0,4}, \quad (9)$$

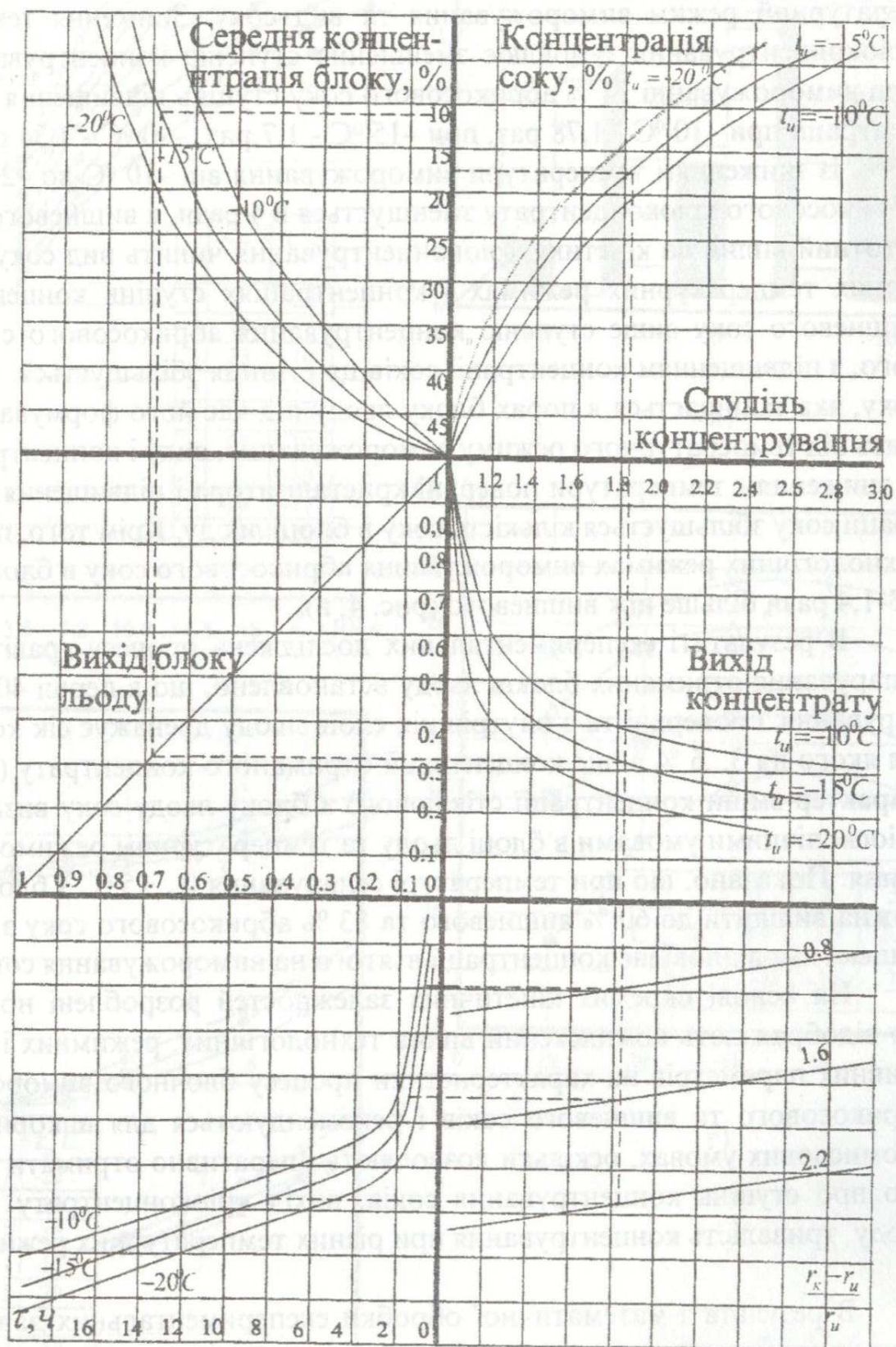


Рис. 5. Номограма для визначення технологічних параметрів процесу блочного виморожування вишневого соку

яке описує тепломасоперенос при блочному виморожуванні соків. Це рівняння, а також залежності (5)- (8) покладені в основу методики розрахунку процесів блочного виморожування соків.

Проведені експериментальні дослідження зміни фізико-хімічних показників соків під час блочного виморожування та гравітаційного сепарування. Встановлено, що в процесі кріоконцентрування абрикосового та вишневого соків відсутні втрати біологічно активних компонентів. Зміна фізико-хімічних показників корелює із ступенем підвищення концентрації соку. Вплив режимів сепарування на якість відсепарованих з блоків льоду соків оцінювався по зміні вмісту в них вітаміну С та ароматичних речовин. Показано, що при режимі сепарування $0...+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ втрати цих компонентів незначні і складають для абрикосового соку від 5 до 9 %, для вишневого - від 2,7 до 6,5 %. Тобто, відсепаровані соки можуть використовуватися для наступного виморожування разом з основним кріоконцентратом.

На основі аналізу отриманих результатів розроблена технологічна схема та раціональні режими блочного виморожування соків. (рис. 6). Особливостями такої схеми є: попереднє охолодження соків до $+2...+4\text{ }^{\circ}\text{C}$; трьохступеневе блочне виморожування з повторним використанням гравітаційно відсепарованих соків; зниження температури виморожування від $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ на першому ступені до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ на третьому ступені концентрування. При таких режимах виморожування абрикосовий сік сконцентровано від 14 до 33 % сухих речовин, а вишневий - від 15 до 45 % сухих речовин.

Оскільки тривале зберігання кріоконцентратів з концентрацією 33...45 % сухих речовин неможливе без істотних змін якості, розроблялися режими їх консервування та зберігання. Розглянуто три способи консервування та зберігання кріоконцентратів: швидке заморожування при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ та зберігання при температурі не вище $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$; фасування кріоконцентрату в підготовлену тару та зберігання при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$; консервування гарячим розливом. Якість концентратів оцінювалася через 6 місяців зберігання. Порівнювався вміст вітаміну С та антоціанів до і після зберігання. Виявлено, що після швидкого заморожування та низькотемпературного зберігання в кріоконцентратах лишається в 2 рази більше вітаміну С ніж в концентратах які консервувалися гарячим розливом і в 1.2 рази більше ніж в кріоконцентратах, які зберігалися при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Краще збереження антоціанів в вишневих кріоконцентратах забезпечується при заморожуванні з подальшим низькотемпературним зберіганням.

В п'ятому розділі узагальнені результати розробки технології концентрування абрикосового та вишневого соків методом блочного виморожування. Технологічна схема отримання кріоконцентратів представлена на рис. 7, а баланс сировини, напівфабрикатів та готових продуктів в технології виробництва концентрованого вишневого соку - на рис. 8.

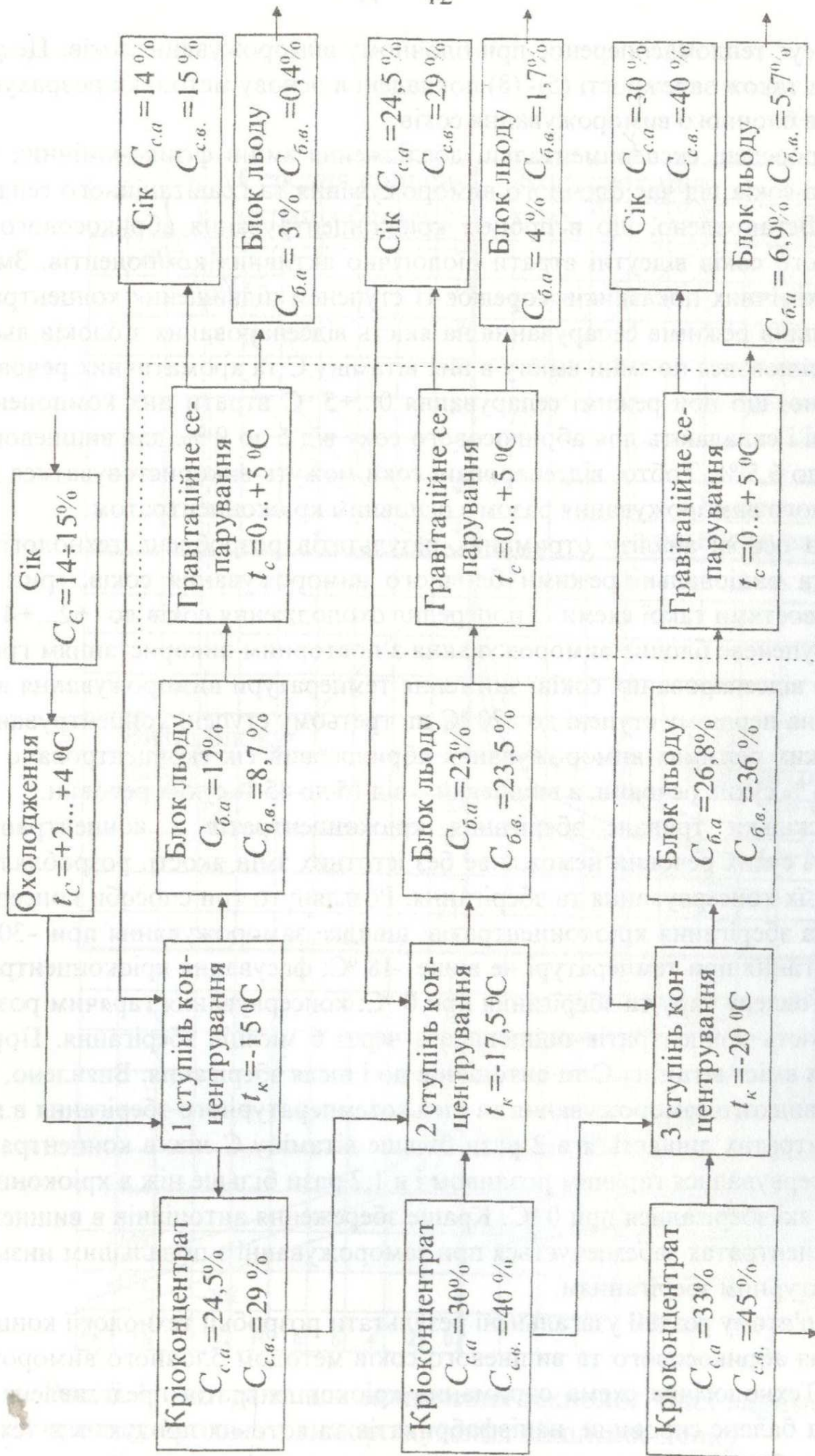


Рис. 6. Схема блочного виморожування абрикосового та вишневого соків

Сировина (абрикоси, вишня)

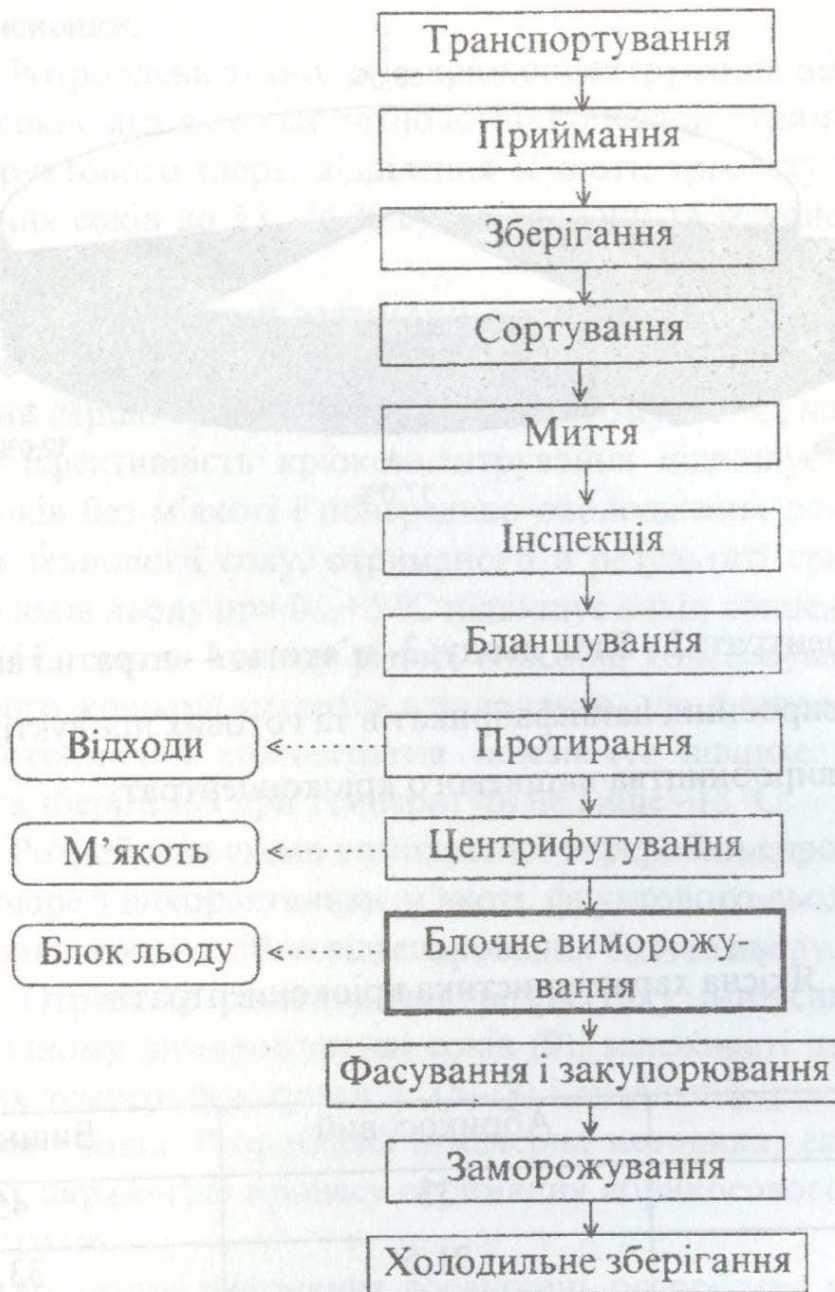
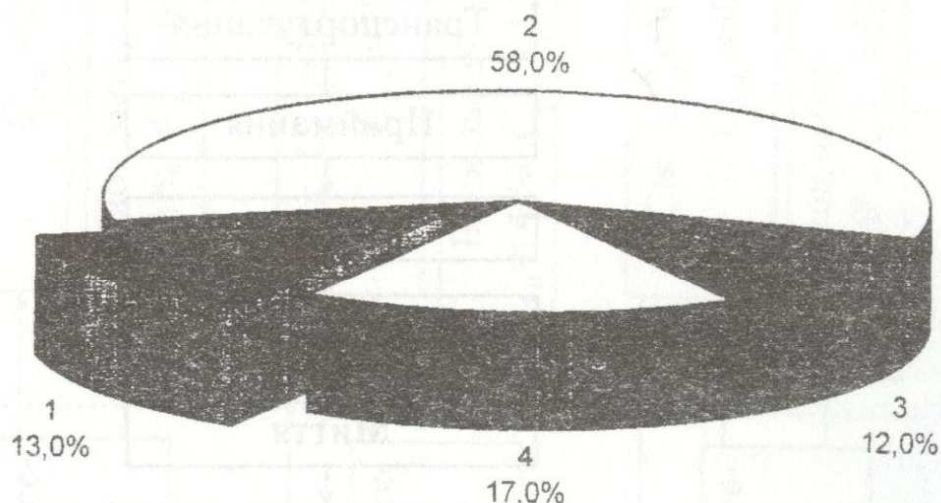


Рис. 7. Технологічна схема виробництва кріоконцентратів

Оцінка якості абрикосових та вишневих кріоконцентратів, отриманих при розроблених технологічних режимах, проведена за показниками, рекомендованими міжнародними нормативними документами (табл. 1). Концентрати характеризуються інтенсивним забарвленням, натуральним смаком та ароматом, містять в 4 рази більше ароматичних речовин і в 3 рази більше вітаміну С, ніж абрикосові та вишневі концентрати, отримані випаровуванням.

Оскільки в розробленій технології крім кріоконцентратів одержується ряд цінних напівфабрикатів, розроблена схема їх комплексного використання. На основі м'якоті пропонується виробництво пюре, а на основі блоків льоду і їх розплавів - виробництво фруктового льоду та напоїв.



1 - кріоконцентрат; 2 - блок льоду; 3- м'якоть; 4 - втрати і відходи
 Рис. 8. Баланс сировини, напівфабрикатів та готових продуктів в технології виробництва вишневого кріоконцентрату

Таблиця 1

Якісна характеристика кріоконцентратів

Показник	Абрикосовий	Вишневий
Сухі речовини, %	33	45
Загальний цукор, %	21,5	33,2
Редуковані речовини, %	7,6	30,6
Сахароза, %	13,9	2,6
pH	3,3	3,4
Титруємі кислоти, %	2,3	3,9
Цукрово-кислотний індекс	9,3	8,5
Вітамін С, мг/100 гр	10	17,6
Число аромату	7,8	15

Висновки.

1. Розроблена технологія кріоконцентрування абрикосового та вишневого соків, яка включає технологічні операції отримання по традиційній схемі фруктового пюре, відділення м'якоті, трьохступеневе блочне виморожування соків до 33...45 % сухих речовин та їх консервування швидким заморожуванням.

2. Раціональними режимами блочного виморожування соків є трьохступеневе концентрування при температурних режимах поверхні кристалізатора на першому ступені -10°C , на другому -15°C , на третьому -20°C .

3. Ефективність кріоконцентрування підвищується при виморожуванні соків без м'якоті і попередньо охолоджених до $+2...+4^{\circ}\text{C}$. Використання в технології соку, отриманого в результаті гравітаційного сепарування блоків льоду при $0...+5^{\circ}\text{C}$ підвищує вихід концентрату в 3 рази.

4. На основі аналізу різних способів консервування абрикосових та вишневого кріоконцентратів встановлено, що тривале зберігання високої якості отриманих концентратів забезпечує швидке заморожування при -30°C та зберігання при температурі не вище -18°C .

5. Розроблена схема комплексної переробки сировини на кріоконцентрати, пюре з використанням м'якоті, фруктового льоду та напоїв на основі розплавів гравітаційно відсепарованих блоків льоду.

6. Отримане рівняння для розрахунку інтенсивності масопереносу при блочному виморожуванні соків (9), залежності для визначення кріоскопічних температур, густини (5)-(8) і ентальпій (рис. 3) абрикосового та вишневого соків. Розроблена інженерна методика експрес-аналізу технологічних параметрів процесу отримання абрикосового та вишневого кріоконцентратів.

7. На основі виконаних досліджень розроблена нормативно-технічна документація на технологію концентрування абрикосового та вишневого соків методом блочного виморожування. Технологія пройшла промислові випробовування в умовах консервного заводу «Південний» Миколаївської області. Собівартість 1 кг вишневого кріоконцентрату – 2,5 гр, абрикосового – 12,7 гр.

Умовні позначення

Вологовміст - X , кг/кг; час - τ , с, хв; висота - h , м; надлишкова температура - ϑ , К; концентрація - C , %; коефіцієнт массообміну - β , м/с; коефіцієнт температурного розширення - ϑ , $1/^{\circ}\text{C}$; маса - M , кг; об'єм - V , м^3 ; густина - ρ , $\text{кг}/\text{м}^3$; площа - F , м^2 ; радіус - r , м, мм; температура - T, t , К, $^{\circ}\text{C}$; тепловий потік - Q , Вт; термічний опір - R , К/Вт; питома теплота - q , Дж/кг; ентальпія - I, i , Дж/кг; Pr - число Прандтля; Ra - число Реллея; Sc - число Шмидта; Sh - число Шервуда; K - конструктивний параметр.

Індекси: с - сік; б - блок льоду; S - насичення; абр - абрикосовий сік; вишн - вишневий сік; и - кристалізатор.

Список опублікованих праць

1. Коваленко О.О., Безусов А.Т., Бурдо О.Г. Кріоконцентрування соків // Харчова і переробна промисловість. –1997. - №7. – С. 20 – 21.
2. Бурдо О.Г., Коваленко О.О. Кінетика формування блоку льоду при кріоконцентруванні харчових рідин //Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. –1996. –Вип. 16. - С. 248 – 252.
3. Бурдо О.Г., Гайда С., Книш О.І., Коваленко О.О. Інтенсифікація тепломасопереносу та зниження енерговитрат при обезвожуванні харчових продуктів //Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. –1997. –Вип. 17. - С. 248 - 259.
4. Burdo O.G., Gayda S., Kovalenko E.A., Stanevsky O.L. Heat Pipes in the Processes and Apparatuses of Food Productions //Proc. 3th International seminar «Heat pumps, Refrigerators». –Minsk (Belarus). –1997. –P. 130-134.
5. Burdo O.G., Terziev S.G., Knuish A.I., Kovalenko E.A. The New Ways of organization Heat Transfer in Food Industry Apparatuses //Proc. 5th International Heat Pipes Symposium. –Melbourne. (Australia). –1997. –P. 7-4.
6. Безусов А. Т., Бурдо О.Г., Коваленко Е.А. Концентрирование соков методом блочного вымораживания и производство продуктов на основе криоконцентратов // Праці V метод. конф. “Людина та навколишнє середовище - проблеми безперервної екологічної освіти в вузах”. – Одеса: ОДАХ. –1996. – С. 89.
7. Коваленко Е.А., Безусов А.Т., Бурдо О.Г. Теплофизические и технологические аспекты концентрирования соков методом блочного вымораживания // Праці IX Міжн. конф. “ Удосконалення процесів та апаратів хімічних, харчових та нафтохімічних виробництв”. – Одеса: ОДАХТ. – 1996. – С. 77.
8. Коваленко Е. А., Терземан Е.Ф., Бурдо А.К. Экспериментальные исследования процесса концентрирования фруктовоовощных соков вымораживанием // Труды 55 науч. конф. – Одесса: ОГАПТ. –1995. – С. 85.
9. Шиянов А.И., Коваленко Е.А. Сравнительный анализ различных методов концентрирования фруктово-овощных соков // Труды 55 науч. конф. – Одесса: ОГАПТ. –1995. – С. 243.
10. Бурдо О.Г., Терзиев С. Г., Коваленко Е.А. Установки для концентрирования пищевых жидкостей вымораживанием //Информационный листок Одесского ЦНТЕИ. –1996. –№039 – 96. –4 с.

✓ 017261

ОДАХТ
Бібліотека

Анотація.

Коваленко О.О. Розробка технології концентрування вишневого і абрикосового соків методом блочного виморожування. -Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18. 13 - технологія консервованих продуктів. - Одеська державна академія харчових технологій, Одеса, 1997.

Дисертацію присвячено розробці технології концентрування вишневого і абрикосового соків методом блочного виморожування. В дисертації обґрунтовані режими отримання натуральних соків, розроблені раціональні режими блочного виморожування соків, консервування та зберігання кріоконцентратів. Запропонована інженерна методика експрес-аналізу технологічних параметрів блочного виморожування абрикосового та вишневого соків та методика розрахунку процесів блочного виморожування соків. Отримані залежності для розрахунку кріоскопічних температур, густини, ентальпій абрикосового та вишневого соків. Розроблені технічні умови та технологічна інструкція на виробництво абрикосового та вишневого кріоконцентратів.

Ключові слова: кріотехнологія, блочне виморожування, гравітаційне сепарування, технологічні режими, якість, абрикосовий та вишневий кріоконцентрати.

Аннотация.

Коваленко Е.А. Разработка технологии концентрирования вишневого и абрикосового соков методом блочного вымораживания. -Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 - технология консервированных продуктов. -Одесская государственная академия пищевых технологий, Одесса. 1997.

Диссертация посвящена разработке технологии концентрирования вишневого и абрикосового соков методом блочного вымораживания. В диссертации обоснованы режимы получения натуральных соков, разработаны рациональные режимы блочного вымораживания соков, консервирования и хранения кріоконцентратов. Предложена инженерная методика экспрес-анализа технологических параметров блочного вымораживания абрикосового и вишневого соков и методика расчета процессов блочного вымораживания соков. Получены зависимости для расчета кріоскопических температур, плотностей, энтальпий абрикосового и вишневого соков. Разработаны технические условия и технологическая инструкция на производство абрикосового и вишневого кріоконцентратов.

Ключевые слова: кріотехнология, блочное вымораживание, гравитационное сепарирование, технологические режимы, качество, абрикосовый и вишневый кріоконцентраты.

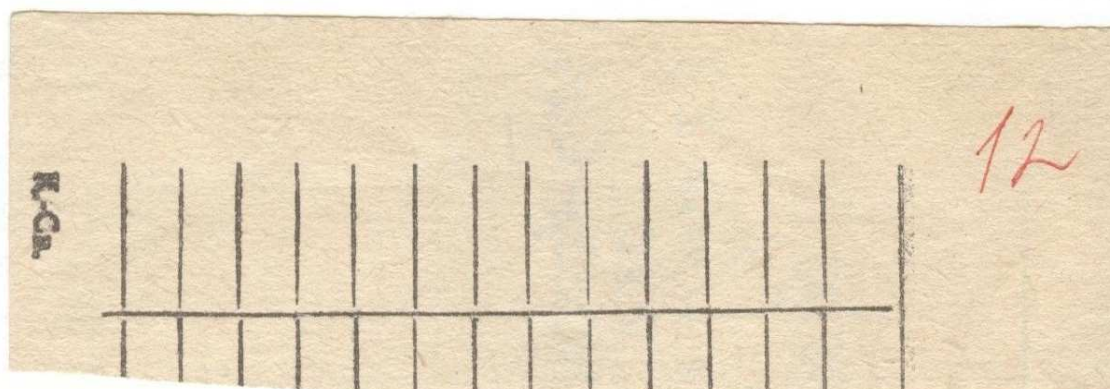
Summary

Kovalenko E.A. Development of technology of cherry and apricot juices concentration by block freezing method. - Manuscript.

Thesis for a candidate's degree in the technical sciences by speciality 05.18.13 - technology of tinned products. - Odessa State Academy of Food Technologies, Odessa, 1997.

The dissertation is devoted to development of technology of cherry and apricot juices concentration by block freezing method. The regimes of obtaining of natural juices are based, the rational regimes of block freezing of juices, the regimes of preserving cryoconcentrates are developed. The engineering technique of the express - analysis of technological parameters of a block freezing of apricot and cherry juices and technique of calculate of processes of a block freezing of juices are proposed. The relations for calculate of cryoscopical temperatures, densenesses, enthalpies of apricot and cherry juices are obtained. The specifications and technological instruction on production of apricot and cherry cryoconcentrates are developed.

Key words: cryotechnology, block freezing, gravity separation, technological regimes, quality, apricot and cherry cryoconcentrates.



Підписано до друку 23.10.1997. Формат 60x84 1/16

Замовлення № 249. Тираж 100 прим.

Відділ поліграфії ОЦЕНТІ (вул. Ришельєвська 28)