

Одеська державна академія харчових технологій

Бурдо Алла Костянтинівна

УДК 66.063.67:664.863.065.512

**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ СТАБІЛІЗОВАНОГО
БУРЯКОВОГО КРІОКОНЦЕНТРАТУ**

Спеціальність 05.18.13 – технологія консервованих продуктів

Автореферат

*дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук*

Одеса – 2000

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській державній академії харчових технологій Міністерства освіти та науки України

Науковий керівник - кандидат технічних наук, доцент Тележенко Любов Миколаївна, Одеська державна академія харчових технологій, доцент кафедри технології консервування

Офіційні опоненти : доктор технічних наук, професор Павлюк Раїса Юр'євна, Харківська державна академія харчових технологій, професор кафедри товаровознавства продовольчих товарів

кандидат технічних наук, доцент Хомич Галина Панасівна, Полтавський кооперативний інститут, доцент кафедри технології та організації харчових технологій

Провідна установа Український державний університет харчових технологій, кафедра процесів та апаратів, Міністерство освіти і науки України, м. Київ

Захист відбудеться “ 19 ” жовтня 2000 р. о 10.30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.01 при Одеській державній академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул.Канатна, 112.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Одеської державної академії харчових технологій за адресою: 65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112.

Автореферат розісланий “ 14 ” вересня 2000 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук, доцент

Моргун В.О.

Загальна характеристика роботи

Актуальність теми. У нинішній час все більшу увагу дослідників привертають лікувальні властивості буряка. Столовий буряк та продукти його переробки містять комплекс натуральних біологічно-активних речовин, мають властивості зв'язувати та виводити з організму шкідливі для здоров'я людини сполуки, а також стимулювати імунну систему організму. У буряковий сік переходить більшість корисних компонентів буряка, що дозволяє підвищити харчову цінність ряду продуктів при використанні його як харчового барвника. Ці факти особливо важливі в умовах сьогоденної екологічної ситуації у світі. Тому велике

значення при виробництві соку з буряка та його зберіганні має максимально можливе збереження якості сировини.

Колір буряка пов'язаний з присутністю пігменту бетаніну, який надзвичайно реакційний. Забарвлення харчових продуктів, нарівні з смаковими властивостями, є основним показником їх споживчої якості. Тому стабілізація бетаніну в процесі технологічної переробки буряка на сік є головною умовою отримання високоякісного продукту.

Згущення бурякового соку збільшує концентрацію бетаніну та інших фізіологічно важливих речовин, підвищує збереження цих компонентів в процесі зберігання, а також поширює галузь використання бурякового соку як харчового дієтичного продукту і в медичних цілях - зовнішнє та внутрішнє. Серед методів концентрування низькотемпературне згущення є одним з пріоритетних напрямів харчової промисловості. Перспективним є розроблений в ОДАХТ метод блочного виморожування рідин. Однак, технології виробництва стабілізованого бурякового соку, що базуються на сучасних принципах концентрування, відсутні.

Зв'язок роботи з науковими програмами. Дисертаційна робота виконана відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідницьких робіт ("Розробка технології поліфункціональних добавок і харчових продуктів загального лікувально-профілактичного призначення" № 0197U016055). Автором вивчено властивості біофлавоноїдів, а також запропоновано засоби їх стабілізації при переробці сировини.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи - науково обґрунтувати та розробити технологію концентрованого бурякового соку з підвищеною стабільністю біологічно-активного комплексу.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- дати загальну характеристику сировини і обґрунтувати режими отримання натурального бурякового соку з позиції збереження бетаніну;
- визначити константи термостійкості бетаніну та енергії активації його руйнування;
- розробити технологію стабілізатора бетаніну буряка;
- оцінити вплив методу концентрування на біологічну цінність бурякового соку;
 - розробити раціональні режими блочного виморожування соку;
- розробити технологію виробництва концентрованого бурякового соку, включаючи комплексне використання відходів пресування (вичавок) і вторинних продуктів технології блочного виморожування соків;
- обґрунтувати вибір режимів консервування та зберігання готового продукту.

Наукова новизна одержаних результатів.

- розроблена нова технологія бурякового соку з високим вмістом бетаніну;
- обґрунтовані режими екстракції поліфенольних сполук з рослинної сировини з використанням токів НВЧ;
 - вперше розроблена технологія концентрування бурякового соку методом блочного виморожування;
 - дістали подальший розвиток відомості по теплофізичним властивостям: отримані емпіричні залежності для визначення криоскопічних температур, щільності, в'язкості, ентальпії бурякового соку;
 - вперше одержано рівняння у критеріальному вигляді для розрахунку інтенсивності масопереносу при блочному виморожуванні бурякового соку.

Практичне значення одержаних результатів. Внаслідок виконання комплексу аналітичних та експериментальних досліджень розроблена технологія бурякового криоконцентрату підвищеної стабільності. Зразки застосованого в якості стабілізатора

екстракту з ягід чорноплідної горобини, що мають високий вміст поліфенолів, пройшли промислові випробування в умовах АП “Одеський коньячний завод”. Для промислового виробництва буякового кріоконцентрату розроблена технологічна інструкція. Технічна новизна технології захищена рішенням про видачу патенту України на винахід.

Особистий внесок здобувача.

Автором безпосередньо сплановано експеримент, здійснено наукові дослідження, узагальнено здобуті результати. Особистий внесок пошукувача полягає в проведенні теоретичного обґрунтування та експериментальних досліджень процесів попередньої обробки коренеплодів, прогрівання та концентрування буякового соку; участі в обговоренні запропонованих концепцій, виступах з доповідями на конференціях, обґрунтуванні та публікації одержаних результатів, розробці технології та нормативно-технічної документації.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися та отримали позитивну оцінку на 58-60 наукових конференціях ОДАХТ (м.Одеса, 1998-2000 р.р.), X Міжнародній конференції “Вдосконалення процесів та апаратів хімічних та харчових виробництв” (ІССЕ-99) (м.Львів, 1999 р.), Науково-практичній конференції “Пути повышения эффективности хранения и переработки сельскохозяйственной продукции” (м. Одеса, 1999 р.), Міжнародній науково-практичній конференції “Актуальные проблемы питания: технология и оборудование, организация и экономика” (м.Донецьк, 1999 р.), Міжнародній науково-практичній конференції “Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості” (м.Київ, 2000 р.).

Публікації. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 6 наукових праць, у тому числі: 3 - в наукових працях, 1 – в наукових статтях ОЦНТІ, 1 - рішення на видачу патенту на винахід, 1 - в тезах наукової конференції.

Структура і об'єм роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних літературних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації – 196 сторінок, включає 58 рисунків (37 стор.), 46 таблиць (19 стор.), 4 додатки (17 стор.). Список використаних бібліографічних джерел включає 147 найменувань (13 стор.).

Основний зміст роботи.

У вступі обґрунтована актуальність розробки технології стабілізованого буякового кріоконцентрату, яку можна було б запропонувати для підприємств харчової галузі в сучасних умовах. Сформульовано мету і задачі досліджень, показано наукову новизну та практичну значимість роботи.

В першому розділі розглянута харчова цінність та асортимент консервів, які виробляють з столового буяка, показані лікувально-профілактичні властивості буяка. Наведено дані за класифікацією, характеристикою та загальними біохімічними властивостями пігментів буяка. Відмічено вплив різних факторів на вміст бетаніну. Ґрунтуючись на цих даних, розглянуто можливість застосування купажування буякового соку з екстрактами багатими поліфенолами для підвищення стабільності забарвлення соку, його харчової цінності та органолептичних якостей.

Наведено класифікацію, характеристику та основні біохімічні властивості поліфенолів рослинної сировини. Окреслено, що багатим джерелом поліфенольних речовин є чорноплідна горобина та найбільш поширені відходи консервного виробництва – вичавки винограду та яблук, використання яких поліпшує загальні економічні показники галузі. Обґрунтовано перспективність розробки технології буякового соку концентрованого методом блочного виморожування.

У другому розділі наведено методики визначення фізичних, хімічних та кольоропараметричних показників отриманих соків і екстрактів, згідно з загальноприйнятими

методами аналізу, викладеними у стандартах, а також за методиками, описаними у спеціальній літературі. Наведено методики: розрахунку констант термостійкості бетаніну, оцінки похибок вимірювань, симплексного методу планування експерименту. Розглянута принципова схема експериментальної установки для блочного виморожування.

У третьому розділі викладено результати експериментальних досліджень оригінальних елементів технології натурального бурякового соку. На основі аналізу сучасних технологій зроблено висновок, що отримати якісний буряковий сік можливо без попередньої обробки подрібненої сировини. Використання додаткових до подрібнення засобів для підвищення виходу соку приводить до руйнування барвних речовин. Чищення буряка краще здійснювати паротермічним способом, при цьому буряк прогрівають 5-10 хвилин при температурі 120 ± 2 °С. Беталаїнові пігменти термолабільні, ступінь їх руйнування визначається рівнем та тривалістю теплової обробки. Експериментально-аналітичними дослідженнями встановлено, що при підвищенні температури на 20 °С константа термостійкості Д зменшується у 3-4 рази (табл.1). Симплексним методом встановлено оптимальний режим прогріву бурякового соку : $t=85,4 \pm 1$ °С; $\tau=2,4 \pm 0,5$ хв; $C=0,15 \pm 0,02$ %.

Найбільшу стабільність має бетанін при рН 4,5. Встановлені константи термостійкості бетаніну Д та Z (табл. 1,2). Константа термостійкості Z бурякового соку з рН 4,5 вище на 40 %, порівнянно з натуральним соком, рН якого становить близько 6,3. Утворення рекомендованого рівня рН краще усього здійснювати додатком до бурякового соку аскорбінової та лимонної кислот у співвідношенні 1:10 в кількості від 0,1 до 0,2 %.

Таблиця 1

Константи термостійкості (Д і Z) бетаніну бурякового соку (рН 6,2) при нагріванні

Температура, °С	80	100	102	110	116	129
Константа Д, хв	990	300	260	140	100	45
Константа Z, °С	37,0					

Таблиця 2

Вплив рН соку на швидкість розпаду бетаніну при нагріванні (константи Д та Z)

Температура, °С	РН			
	6,3	5,0	4,5	4,0
80	Константа термостійкості Д, хв			
	895	1260	1520	1170
90	520	580	620	580
100	300	375	410	375
	Константа термостійкості Z, °С			
	41,25	49,5	57,0	49,0

Введення поліфенолів у буряковий сік сприяє зростанню інтенсивності забарвлення, стабілізації бетаніну та підвищенню біологічної цінності соку. Наявність поліфенольного комплексу у купажованому соці підвищує константу термостійкості Z на 50-60 % (табл. 3). Ступінь розпаду бетаніну при утворенні рекомендованої кислотності та наявності поліфенольних сполук значно знижується.

Таблиця 3

Вплив рН на константу термостійкості Z купажованого бурякового соку

Буряковий сік
чистий купажований з екстрактом із

	чорноплідної горобини (2 %)					вичавок
	винограду (2 %)					яблук(2 %)
РН	6,3	4,5	4,5	4,5	4,5	
Z, °C	41,25	57,0	65,0	60,0	59,0	

Чорноплідна горобина і вичавки винограду та яблук містять значну кількість речовин поліфенольної природи. Для переведення цих сполук у екстракти розроблено відповідні технології. Технологічна схема виробництва екстракту з чорноплідної горобини наведена на рис. 1.

Для екстракції краще використовувати попередньо заморожену сировину та гарячий 1 % розчин лимонної та аскорбінової кислот у співвідношенні 1:10. При цьому гідромодуль ягід та екстрагенту 1:1, температура екстракції 65-80 °C.

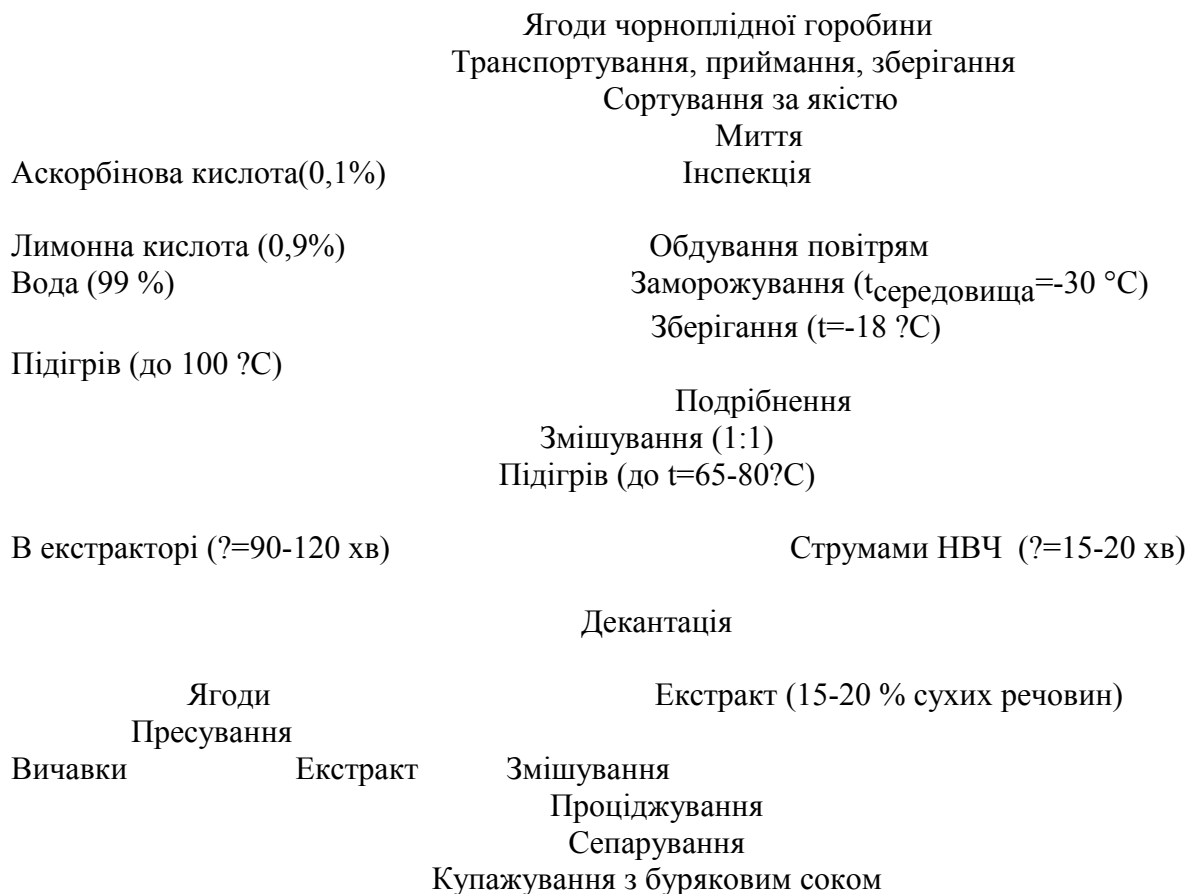


Рис.1. Технологічна схема отримання екстракту з чорноплідної горобини

Екстракцію проводять на протязі 1,5-2 годин. Використання струмів НВЧ скорочує термін екстракції в 4-5 раз, знижує ступінь окислювальних процесів, що дозволяє зберегти високий вміст поліфенолів в екстракті. Температурний рівень при екстрагуванні з використанням струмів НВЧ необхідно витримувати у діапазоні 65-80°C. Зразки екстракту з чорноплідної горобини з високим вмістом поліфенолів пройшли промислові випробування в умовах АП "Одеський коньячний завод".

У четвертому розділі наведені результати розроблених режимів кріоконцентрування бурякового соку. Для цього було проведено аналітичні та експериментальні дослідження процесів концентрування випаровуванням і виморожуванням та вивчено їх вплив на зміну

фізико-хімічних показників соку. Теплові методи концентрування бурякового соку приводять до фізико-хімічних змін нутрієнтів (в особливості бетацианінових пігментів) (рис.2), що веде до втрати поживних речовин та утворення поліконденсованих продуктів, що не засвоюються. Результатом цього є погіршення органоліптичних показників соку (колір, смак, аромат) та зниження його функціональних властивостей. Технологія концентрування соків виморожуванням дозволяє отримати продукт, який має більшу біологічну цінність, ніж концентрат, отриманий випаровуванням. Кріоконцентрований буряковий сік зберігає колір, смак і аромат натурального продукту, а втрати біологічно активних речовин незначні. Так, втрати бетаніну при кріоконцентруванні не перевищують 5 %, порівняно з 20 % при випаровуванні.

Рис.2. Спектральні криві бурякового соку натурального та концентрованого виморожуванням та випаровуванням.

Встановлено вплив режимних, конструктивних параметрів та характеристик концентрування на кінетику процесу виморожування (рис.3).

$*r_6/r_k$ – відношення радіуса блоку льоду до радіуса концентратора

Рис.3. Вплив вхідної концентації сухих речовин бурякового соку на кінетику льодоутворення при блочному виморожуванні

Наявність у соці мінеральних та органічних речовин знижує ефективність виморожування води (порівняно з чистою водою) і збільшує пористість блоку льоду внаслідок фізико-хімічної взаємодії води з компонентами бурякового соку.

В процесі кріоконцентрування здійснюється масоперенос компонентів соку у блок льоду. Збільшення кількості сухих речовин в блоці корелює з тривалістю виморожування. Компоненти бурякового соку накопичуються у зовнішніх шарах блоку і лиш в незначній кількості розподіляються по всій його масі у вертикальному та радіальному напрямках. У поверхневих шарах блоку загальна кількість сухих речовин перевищує їх внутрішній вміст у 2 рази.

На процес концентрування суттєвий вплив має температура кристалізатора. При використанні кристалізатора з температурою поверхні -9°C захоплення сухих речовин блоком менше, ніж при використанні кристалізатора з температурою поверхні -15°C . Захоплення сухих речовин блоком льоду і надання певної температури стрижню кристалізатора пов'язане також з вмістом сухих речовин у вхідному соці. Чим нижчий вміст сухих речовин, тим швидкість виморожування більша і менша пористість блоку льоду. Із збільшенням масової частки сухих речовин в соці, що поступає в концентратор, до 15-20 % і вище спостерігалось різке зменшення швидкості нарощення блоку льоду (у 2 рази порівняно з 10 % вмістом сухих речовин). Рекомендовано проводити процес кріоконцентрування у 3 ступені з температурами поверхні стрижню кристалізатора на першому ступені -10°C , на другому -15°C , на третьому -20°C . Тривалість процесу кріоконцентрування кожного ступеню бажано обмежити 1,5-2 годинами.

Ефективність процесу кріоконцентрування зростає при зближенні діаметрів концентратора та кристалізатора. Збереження об'єму рідини, яку виморожують при цьому, досягають підвищенням висоти (довжини) цих елементів установки.

Для відділення концентрату від блоку льоду після кожного ступеню виморожування проводилось гравітаційне сепарування отриманого блоку. Для цього його витримували певний час на перфорованій поверхні при температурі від 0 до 5°C . Дослідження цього

процесу показало, що відділення концентрату відбувається найбільш ефективно на першому ступені сепарування (до 1 години) шляхом стікання рідини під дією сил гравітації до початку танення льоду. Повернення цієї рідини у концентрат дозволяє звести до мінімуму збитки.

Обчислення отриманих результатів та розрахунки процесу концентрування потребують низки теплофізичних параметрів. Нами визначено експериментально і оброблено масив даних по кріоскопічній температурі, щільності, в'язкості, ентальпії та кількості вимороженої води для бурякового соку різних концентрацій. В процесі узагальнення експериментальних даних по процесах блочного виморожування бурякового соку отримано критеріальне рівняння у вигляді залежності числа Шервурда (Sh) від чисел Релея (Ra), Шмідта (Sc), Прандтля (Pr), та параметричного комплексу K, що характеризує співвідношення діаметру (d), та висоти (H) блоку льоду:

$$Sh = 0,348 Ra^{0,35} (Sc/Pr)^{1/3} K^{0,4} \quad (1)$$

Рівняння описує тепломасообмін при концентруванні бурякового соку методом блочного виморожування. Складено алгоритм (рис.4), який дозволяє розрахувати тривалість кріоконцентрування в залежності від початкових параметрів. Вхідними параметрами є: концентрація сухих речовин соку, що поступає на концентрування (C_H) та кріоконцентрату (C_K), об'єм вхідного соку (V_H), температура соку на початку процесу (t_H), діаметр стрижня кристалізатора (d_c) та концентратора (d_k). Розраховано коефіцієнт дифузії (D), коефіцієнт масовіддачі (v), ?лощу поверхні стрижню кристалізатора ($F_{\text{лю}}$) та блоку льоду ($F_{\text{лі}}$), об'єм блоку льоду ($V_{\text{лі}}$) та концентрату ($V_{\text{жі}}$), теплоємність вхідного соку (C_H) та концентрату (C_k).

Вхідні параметри: $C_H, C_K, V_H, t_H, d_c, d_k$
 $F_{\text{лю}} = p \cdot d_c \cdot H$

$$t_c = t_1, t_2, \dots, t_n$$

$$d_{\text{лі}} = d_c + V_{\text{лі}} / p$$

$$H = V_H / p (d_k^2 - d_c^2)$$

$$F_{\text{лі}} = p \cdot d_{\text{лі}} \cdot H$$

$$\phi + D\phi; \quad \phi_0 = 10$$

$$V_{\text{лі}} = v \cdot F_{\text{лі}} (X_{\text{жк}} - X_s)$$

$$n, c, \gamma, \eta, X_s$$

$$V_{\text{жі}} = V_H - V_{\text{лі}}$$

$$Sc = n / \eta; \quad Gr = (g \cdot H^3 \cdot \gamma \cdot Dt) / n^2$$

$$C_{\text{жі}} = (V_H / V_{\text{жі}}) \cdot C_H$$

$$Pr = \eta / a; \quad Ra = Gr \cdot Pr; \quad K = d / H$$

$$(C_{\text{жі}} - C_k) / C_k \cdot e$$

$$v = Sh \cdot \eta / d$$

$$C_{\text{жі}}; \quad t_c; \quad \phi$$

$$Sh = 0,348 Ra^{0,35} (Sc/Pr)^{1/3} K^{0,4}$$

Рис.4. Алгоритм розрахунку тривалості процесу кріоконцентрування при відповідній температурі стрижня кристалізатора

У п'ятому розділі наведено параметри стійкості бетаніну при несприятливих факторах за допомогою енергії активації. При утворенні рекомендованої кислотності, наявності поліфенольних сполук енергія активації розпаду бетаніну знижується у 6 разів (рис. 5). Зниження енергії активації відповідає збільшенню термостійкості бетаніну. Узагальнено результати розробки технології концентрування бурякового соку методом блочного виморожування, а також представлено і-С діаграму (рис. 6) для розрахунку енергетичних параметрів обладнання та характеристик соку різної концентрації. Рішення комплексу поставлених в дисертації аналітичних і експериментальних задач дозволило розробити і обґрунтувати технологію стабілізованого бурякового кріоконцентрату, технологічна схема якого наведена на рис. 7.

Розроблено технологію комплексної переробки сировини з використанням цінних речовин, що містяться у відходах виробництва кріоконцентрату. На основі вичавок та розплавів відсепарованих блоків льоду запропоновано виробництво екстракту, порошку та пасти. Оцінка якості бурякового кріоконцентрату, порошку та пасти, отриманих по розробленій технології, наведена в табл. 4.

Рис.5 Енергія активації розпаду бетаніну

Таблиця 4

Показник	Сік	Характеристика якості продуктів переробки буряка			
		Кріоконцентрат		Порошок	Паста
Сухі речовини, %	13,2	30	84	52	
Загальний цукор, %	10,7	22,5	65	39	
Редуковані речовини, %		0,75	8,1	22	14

Сахароза, %	8,95	14,4	43	25		
Активна кислотність, од. рН				4,5	4,2	- 4,4
Титруєма кислотність, %		0,28		0,75	1,8	1,05
Цукрово-кислотний індекс		38,2		30	36,1	37,1
Бетанін, мг/100 г		468	957	236	298	
Клітковина, %		0,04	1,1	6,7	3,4	
Пектинові речовини, %		0,9		2,7	12,4	6,65
Нітрати, мг/100 г		420	400	230	268	

Рис. 6. і-С діаграма для бурякового соку



Рис. 7. Технологічна схема виробництва стабілізованого бурякового кріоконцентрату
 Аналіз різних засобів консервування показав, що тривале зберігання високої якості отриманого концентрату забезпечується швидким заморожуванням при $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ та зберіганням при температурі не вище $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для короткочасного зберігання (до 1 місяця)

можуть бути використані температури 0-5 °С.

Кріоконцентрат характеризується інтенсивним забарвленням, натуральним смаком та ароматом. Собівартість 1 кг бурякового кріоконцентрату – 3,68 грн, концентрату отриманого випаровуванням – 4,02 грн. Розрахована собівартість визначена в умовах Уманського консервного заводу.

ВИСНОВКИ

1. Науково обґрунтована доцільність і технічна можливість використання буряку для виробництва бурякового кріоконцентрату високої харчової цінності та підвищеної стабільності.

2. Виявлено, що теплова обробка буряка в паротермічному агрегаті перед чищенням не повинна перевищувати 10 хвилин, а прогрів бурякового соку після пресування необхідно здійснювати при режимові: $t=85,4\pm 1^\circ\text{C}$; $\tau=2,4\pm 0,5$ хв; $C=0,15\pm 0,02\%$.

3. Експериментально-аналітичними дослідженнями встановлено, що при підвищенні температури на 20 °С константа термостійкості бетаніну D зменшується у 3-4 рази (табл. 1).

4. Бетанін бурякового соку найбільш стійкий при рН 4,5. Константа термостійкості Z бурякового соку з рН 4,5 збільшується на 40 %, порівняно з натуральним соком, рН якого становить близько 6,3. Утворення необхідного рівня рН краще усього здійснювати додаванням до бурякового соку аскорбінової та лимонної кислот у співвідношенні 1:10 у кількості від 0,1 до 0,2 % (табл.2).

5. Наявність поліфенолів у буряковому соці збільшує константу термостійкості Z на 50-60%, порівняно з натуральним соком. Купажування бурякового соку з поліфенольними екстрактами у кількості 2-10% у комплексі з утворенням необхідного рівня рН підвищує збереження бетаніну до 90-95 % від початкового вмісту.

6. Розроблена технологія отримання екстрактів з багатим складом поліфенольних речовин із поширеної на території України сировини та відходів консервного виробництва. Зразки екстракту з ягід чорноплідної горобини пройшли промислові випробування в умовах АП “Одеський коньячний завод”.

7. Рекомендовано проводити процес кріоконцентрування у трьох ступенях з температурами поверхні стрижня кристалізатора: на першому ступені -10°C, на другому -15°C, на третьому -20°C. Тривалість процесу кріоконцентрування кожного ступеню доцільно обмежити 1,5-2 годинами.

8. Інженерна методика розрахунку режимів та обладнання для концентрування виморожуванням включає: розраховану і-С діаграму, отримані теплофізичні залежності, виведено критеріальне рівняння, які об'єднано в процедурі алгоритму (рис.4).

9. Розроблено технологію стабілізованого бурякового кріоконцентрату, яка включає технологічні операції попередньої обробки буряка, стабілізацію, підігрів та триступеневе блочне виморожування соку до 30-40% сухих речовин і консервування концентрату швидким заморожуванням.

10. Аналіз методів консервування показав, що тривале зберігання високої якості отриманого концентрату забезпечується швидким заморожуванням при -30 °С та зберіганням при температурі -18 °С. Для короткочасного зберігання (до 1 місяця) можуть бути використані температури 0-5 °С.

11. Запропонована комплексна переробка сировини на кріоконцентрат, порошок, пасту з використанням розплавів гравітаційно відсепарованих блоків льоду та вичавок. Собівартість 1 кг 30 % бурякового кріоконцентрату складає 3,68 грн, а 30 % концентрату отриманого випаровуванням – 4,02 грн.

Перелік робіт, що опубліковані за темою дисертації

1. Безусов А.Т., Бурдо А.К., Тележенко Л.М. Стабілізація бурякового

соку поліфенолами екстракту чорноплідної горобини //Зб. наук. пр. – Одеса.: ОДАХТ. – 1999. – Вип. 19. – С.91-94.

2. Безусов А.Т., Тележенко Л.М., Бурдо А.К. Шляхи стабілізації кольору столових буряків //Зб. наук. пр.: Обладнання та технології харчових виробництв. – Донецьк.: ДДУЕТ. - 1999. – С.327-333.

3. Бурдо А.К., Тележенко Л.М., Безусов А.Т. Вплив різних факторів на стабільність забарвлення бурякового соку //Зб. наук. пр. – Одеса.: ОДАХТ. - 1999. – Вип. 20. – С.105-107.

4. Низкотемпературная технология переработки сельскохозяйственного сырья /Е.А. Коваленко, А.К. Бурдо, В.П. Мордынский, С.И. Милинчук //Сб. науч. ст. ОЦНТИ: Пути повышения эффективности хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – Одесса, 1999. – С.84-88.

5. Рішення про видачу патенту на винахід 99094969 України, С 09 В 61/00. Спосіб отримання червоного харчового барвника з буряку/ Бурдо А.К., Тележенко Л.М., Безусов А.Т., Заявлено 07.09.99.

6. Бурдо О.Г., Коваленко О.О., Бурдо А.К. Кріоконцентрування в харчових технологіях /Доповіді 10 міжнародної конференції “Вдосконалення процесів та апаратів хімічних та харчових виробництв”. – Львів.: ДУЛП. - 1999. – С.102.

АНОТАЦІЯ

Бурдо А.К. Розробка технології стабілізованого бурякового кріоконцентрату. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.13 – технологія консервованих продуктів.

Одеська державна академія харчових технологій, Одеса, 2000.

Дисертація присвячена питанням розробки технології стабілізованого бурякового кріоконцентрату з метою впровадження його у виробництво і широкого використання в харчуванні.

Розроблено технологію отримання кріоконцентрованого бурякового соку, яка включає технологічні операції виробництва стабілізованого бурякового соку, триступеневе блочне виморожування соку до 30-40 % сухих речовин та його консервування при низьких температурах. Обґрунтовано режими теплової обробки бурякового соку, його стабілізації поліфенолами рослинної сировини та органічними кислотами. Розроблено технологію виробництва поліфенольних екстрактів. Отримано режими блочного виморожування соку з буряку.

Ключові слова: бетанін, блочне виморожування, гравітаційне сепарування, кріоконцентрат, поліфеноли, технологічні режими, екстракція.

АННОТАЦИЯ

Бурдо А.К. Разработка технологии стабилизированного свекольного криоконцентрата. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.13 – технология консервированных продуктов.

Одесская государственная академия пищевых технологий.

Диссертация посвящена проблемам разработки технологии криоконцентрированного свекольного сока с целью внедрения его в производство и широкого использования в питании.

Проанализированы известные технологические схемы производства свекольного сока с позиции выхода сока и сохранности бетанина. Исследована термостойкость бетанина на примере различных режимов стерилизации. Приведен сравнительный анализ сохранности красящих веществ в стерилизованном свекольном соке, а также концентрированном выпариванием и вымораживанием.

Изучено влияние предварительной обработки свеклы, а также очистки и способа ее проведения (механический или паротермический) на выход сока из свеклы и содержание бетанина. Исследовано влияние температурного уровня и продолжительности тепловой обработки, а также активной кислотности на устойчивость бетанина свекольного сока. Рассчитаны константы термостойкости бетанина D и Z при различных температурах и уровне активной кислотности сока. Подобрано сырье с богатым полифенольным составом, обладающим стабилизирующим действием на бетанин свеклы. Разработаны режимы экстракции и технологические схемы получения полифенольных экстрактов из ягод черноплодной рябины, выжимок винограда и яблок. Представлены органолептические и физико-химические показатели полученных экстрактов полифенолов. Установлены условия стабилизации свекольного сока. Приведены возможные направления совершенствования технологии получения свекольного сока с целью сохранения биологически-активных веществ.

Проведен сравнительный анализ способа концентрирования на биологическую ценность свекольного сока. Представлены органолептические показатели концентратов, полученных различными способами. Исследован процесс формирования блока льда: показано влияние продолжительности концентрирования на формирование блока льда, распределение сухих веществ и бетанина в блоке, влияние массовой концентрации сухих веществ на формирование блока, зависимость накопления сухих веществ в блоке от температуры поверхности кристаллизатора. Приведена кинетика льдообразования: представлено влияние на кинетику концентрации сухих веществ исходного продукта, его начальной температуры. Изучены процессы гравитационного сепарирования блока льда. Показан характер изменения концентрации и объема сока, получаемого в процессе гравитационного сепарирования в зависимости от начальной концентрации сухих веществ и продолжительности процесса. Исследовано влияние криоскопических условий и режима сепарирования на концентрацию получаемых соков. Разработана технология криоконцентрата свекольного сока. Приведен баланс сырья, полуфабрикатов и готовых продуктов в технологии производства свекольного криоконцентрата. В результате обобщения экспериментальных данных по процессам блочного вымораживания свекольного сока получено критериальное уравнение, описывающее тепломассообмен при криоконцентрировании и позволяющее рассчитать продолжительность процесса в зависимости от его начальных параметров. Представлено влияние температуры и массовой доли сухих веществ на вязкость и плотность свекольного сока. Приведена i -С диаграмма для расчета параметров при криоконцентрировании свекольного сока. Рассчитана энергия активации натурального свекольного сока, подкисленного купажом аскорбиновой и лимонной кислот (1:10), а также стабилизированного полифенольными экстрактами из ягод черноплодной рябины и выжимок винограда. Разработана технологическая схема производства свекольного сока, концентрированного методом блочного вымораживания. Представлена схема комплексной переработки полученных после прессования свекольных выжимок, а также расплавов отсепарированных блоков льда на экстракт, порошок и пасту. Исследованы режимы хранения полученного свекольного стабилизированного криоконцентрата. Рассчитана себестоимость 1 кг 30 % криоконцентрата – 3,68 грн, концентрата, полученного выпариванием – 4, 02 грн.

Ключевые слова: бетанин, блочное вымораживание, гравитационное сепарирование, криоконцентрат, полифенолы, технологические режимы, экстракция.

ANNOTATION

Burdo A.K. Technological development of stabilized beet crioconcentrated product. – The manuscript.

Thesis on competition of scientific degree of the candidate of engineering science on a speciality

05.18.13 – technology of canned products.

Odessa state academy of the food technologies, Odessa, 2000.

The thesis deals with the problems of the development of the technology of stabilized beet cryoconcentrated product in order to inculcate it in the food production and to use it in food at large scale.

The technology of receipt beet cryoconcentrated juice was elaborated which include the technological operation of production of the beet stabilized juice, the three-stage block juice freezing up to 30-40 % dry substance and its preserving under low temperature. Regimes of thermal treatment of the beet juice, and its polyphenoles stabilization of vegetable raw materials and organic acids are well-grounded. The technology of production of the polyphenoles extracts was elaborated. The regimes of the block freezing of beet juice were obtained.

Key words: betanin, block freeze, gravitation separate, cryoconcentrate, polyphenoles, technological regimes, extraction.