

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

БІБІК ДМИТРО ВІТАЛІЙОВИЧ

УДК 664.1.034

**РОЗРОБЛЕННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ СИРОПУ, ЖОВТОГО ЦУКРУ
ТА ЙОГО КЛЕРОВОК У БУРЯКОЦУКРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2009

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Ліпець Антон Адамович,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології цукристих речовин
та полісахаридів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Чернявська Людмила Іванівна,
ДНУ «Український науково-дослідний інститут
цукрової промисловості», завідувач відділу
сировини, контролю та обліку виробництва

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Михайлик В'ячеслав Аврамович,
Інститут технічної теплофізики НАН України,
завідувач лабораторії теплофізичних та фізико-
хімічних досліджень

Захист відбудеться «20» травня 2009 року о 10⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «__» _____ 2009 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, к.т.н., доц.

М.В. Карпутіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Бурякоцукрова галузь вітчизняного агропромислового комплексу відіграє стратегічну роль у процесі розвитку української економіки. З огляду на вступ України до світової організації торгівлі й стратегічну доцільність освоєння європейського та світового ринків цукру, стає досить актуальним питання покращення якості цукру білого, приведення її у відповідність з вимогами світових стандартів.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є удосконалення процесу кристалізації сахарози, за рахунок додаткового очищення продуктів та відтоків кристалізаційного відділення.

Необхідність виробництва конкурентоспроможного на світовому ринку вітчизняного цукру білого ставить завдання перед цукровими заводами України виготовляти цукор високої якості.

Якість сиропу, який надходить на уварювання утфелю першого продукту, значно нижча за якість очищеного соку, внаслідок того, що в процесі згущення соку утворюється велика кількість барвних речовин.

Враховуючи погіршення технологічної якості сировини – цукрових буряків, і як наслідок, збільшення кількості нецукрів (Нц) по всьому технологічному верстату, особливо актуальним є питання додаткового очищення продуктів бурякоцукрового виробництва взагалі й продуктів кристалізаційного відділення зокрема – розроблення способів зниження забарвленості сиропу та клеровок жовтого цукру й удосконалення способів афінації жовтого цукру й подальше очищення його клеровок.

Проведений комплекс заходів в кристалізаційному відділенні значно підвищить якість продуктів, із яких уварюють цукор білий. Впровадження розроблених заходів значно покращить якість цукру білого й призведе до зростання його виходу.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась згідно плану держбюджетної науково-дослідної тематики кафедри технології цукру та полісахаридів НУХТ «Розроблення, удосконалення, інтенсифікація та оптимізація технологічних процесів, апаратурного оформлення у цукровому та крохмале-патоковому виробництві».

Особистий внесок автора полягає в проведенні лабораторних досліджень та промислових випробувань, безпосередній участі в опрацюванні, аналізі та узагальненні експериментальних даних, а також у написанні та оформленні наукових публікацій і патентів, розробленні технічної документації.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – на основі теоретичних і експериментальних досліджень впливу адсорбенту – дефекосатураційного осаду на нецукри сиропу з клеровкою, зокрема барвні речовини, обґрунтувати і розробити нові способи очищення сиропу з клеровкою із застосуванням зазначеного реагенту, які б забезпечили високі показники його якості.

На основі аналітичних досліджень якості жовтого цукру другої та третьої кристалізацій, а також його клеровок, розробити нові способи очищення

жовтого цукру та його клеровок, які б забезпечили високі показники їх якості та збільшення виходу цукру білого.

Потрібно звести до мінімуму повернення нецукрів на уварювання утфелю першого продукту. В першу чергу це досягається шляхом одержання клеровки жовтого цукру максимально високої чистоти (Ч).

Клеровка жовтого цукру третьої кристалізації разом з нецукрами мелясної плівки не повинна попадати на уварювання утфелю першої кристалізації. Для запобігання цьому необхідно проводити афінацію жовтого цукру третьої кристалізації. Проте, на уварювання утфелю першої кристалізації буде повертатися плівка першого відтоку першого утфелю, що не повністю вирішує проблему повертання нецукрів на уварювання утфелю першого продукту.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані наступні завдання:

- науково обґрунтувати та експериментально довести доцільність застосування дефекосатураційного осаду для очищення сиропу з клеровкою у бурякоцукровому виробництві;
- підвищити адсорбційну здатність дефекосатураційного осаду першої сатурації шляхом його активації;
- визначити оптимальні витрати дефекосатураційного осаду для очищення сиропу з клеровкою;
- на основі одержаних експериментальних даних розробити для рекомендації промисловості ефективний спосіб зниження забарвленості і очищення сиропу з клеровкою із застосуванням дефекосатураційного осаду;
- провести дослідження впливу різних відтоків на технологічні показники жовтого цукру під час його афінації;
- розробити новий спосіб афінації жовтого цукру третьої кристалізації;
- розробити спосіб афінації жовтого цукру другої кристалізації;
- розробити нові способи очищення клеровок жовтого цукру;
- провести експериментальну перевірку, промислові випробування і аналіз ефективності запропонованого способу афінації жовтого цукру третьої кристалізації.

Об'єкт дослідження – технологія очищення сиропу, жовтого цукру, клеровок жовтого цукру.

Предмет дослідження – сироп, клеровки, жовтий цукор, адсорбент – дефекосатураційний осад, коагулянт – сульфат алюмінію.

Методи дослідження – традиційні та спеціальні фізико-хімічні, технологічні, мікробіологічні та математично-статистичні методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Одержані результати поглиблюють загальні відомості щодо способів очищення сиропу, жовтого цукру і його клеровок:

- науково обґрунтовано та доведено експериментальними дослідженнями ефективність застосування для очищення сиропу з клеровкою в

якості адсорбенту дефекосатураційного осаду у кількості 20% до маси продукту для промислового одержання сиропу і клеровки високої чистоти;

- розроблено спосіб одержання активованого дефекосатураційного осаду з підвищеною адсорбційною здатністю;
- вперше розроблений спосіб афінації жовтого цукру другої кристалізації другим відтоком утфелю першого продукту, що призводить до підвищення виходу цукру білого;
- удосконалений спосіб афінації жовтого цукру третьої кристалізації за рахунок використання другого відтоку утфелю першого продукту, що призводить до підвищення виходу цукру білого;
- розроблений спосіб приготування клеровки жовтого цукру з використанням сиропу, відібраного після третього корпусу випарної установки, що призводить до зменшення витрат енергетичних ресурсів;
- розроблений спосіб приготування клеровки з одночасним очищенням її нефільтрованим соком першої сатурації та розчином коагулянту $Al_2(SO_4)_3$.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено спосіб одержання сухого активованого дефекосатураційного осаду в якості адсорбента підвищеної адсорбційної здатності (деклараційний патент № 52378А), який передбачає його зберігання, транспортування і автоматичне дозування.

Розроблено спосіб приготування клеровок жовтих цукрів на основі сиропу (деклараційний патент № 68080А) після третього корпусу випарної установки, що призводить до зниження витрат енергетичних ресурсів.

Розроблений спосіб приготування клеровки з одночасним очищенням нефільтрованим соком першої сатурації та коагулянтом $Al_2(SO_4)_3$ (деклараційний патент № 38455А).

На основі розробленого способу приготування клеровки жовтого цукру сиропом (деклараційний патент № 68080А) та розробленого способу очищення клеровки (деклараційний патент № 62827) та сиропу (деклараційний патент № 59861) дефекосатураційним осадом запропонована технологічна схема зниження забарвленості сиропу з клеровкою, яка передбачає відбір всього сиропу після третього корпусу випарної установки на клерування жовтого цукру, міжкорпусну сульфитацію сиропу з клеровкою, очищення активованим осадом, фільтрування і направлення на четвертий корпус випарної установки для подальшого згущення, що дозволяє значно зменшити забарвленість сиропу з клеровкою та сприяє зростанню виходу цукру білого й зниженню вмісту сахарози в мелясі, а також призводить до зниження витрат енергетичних ресурсів.

Розроблений спосіб афінації жовтого цукру другої та третьої кристалізації другим відтоком першого утфеля (деклараційні патенти № 62464А та № 43704А), який призводить до підвищення виходу цукру білого. Спосіб афінації жовтого цукру третьої кристалізації другим відтоком утфеля першого продукту пройшов виробничу перевірку на Саливонківському цукровому заводі.

Особистий внесок здобувача полягає в розробленні методик та проведенні лабораторних досліджень, опрацюванні, аналізі та узагальненні одержаних експериментальних даних, розробленні математичних моделей, проведенні досліджень в промислових умовах, підготовці відповідної документації, а також апробації основних результатів роботи на науково-технічних конференціях.

Аналіз, обговорення і узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником д.т.н., професором Ліпцем А.А. Математичне оброблення експериментальних даних виконано з к.т.н., доцентом Мірошником В.О.

Автор приймав безпосередню участь в організації та проведенні дослідно-промислових випробувань, підготовці до публікації наукових статей, розробленні способів, на які одержано 7 деклараційних патентів України.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались на 67, 73, 74 - й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів (Київ, НУХТ, 2001, 2007 – 2008 рр.)

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 17 друкованих праць, з них 5 статей у наукових фахових виданнях, перелік яких затверджено ВАК України, 5 тез доповідей на наукових конференціях, 7 деклараційних патентів України на винаходи.

Структура і об'єм роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6-ти розділів, висновків, переліку використаної літератури, який містить 130 найменувань вітчизняних і зарубіжних джерел й 12 додатків.

Робота викладена на 136 сторінках основного тексту, містить 18 рисунків і 28 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та завдання досліджень, наведено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

У першому розділі «Аналіз сучасних способів підвищення ефективності технології цукру білого» узагальнено світовий і вітчизняний науково-практичний досвід кристалізації цукру з сиропу і клеровок та визначено основні напрямки інтенсифікації процесу. Відмічено важливе значення якості сиропу та клеровок жовтих цукрів, які використовуються під час кристалізації цукру для забезпечення високих технологічних показників готової продукції – цукру білого. Проаналізовано фізичні й фізико-хімічні способи очищення та зниження забарвленості сиропів і клеровок жовтих цукрів. На основі аналізу відомих способів зниження забарвленості і очищення сиропу та клеровки обґрунтовано доцільність попереднього зниження забарвленості та очищення сиропу і клеровки перед кристалізацією цукру з метою покращення технологічної якості одержаного цукру білого та збільшення його виходу.

Задачею досліджень є розроблення способів попереднього зниження забарвленості сиропу і клеровки та підвищення ефективності очищення жовтих цукрів другої та третьої кристалізації шляхом афінації.

На основі аналізу літературних даних визначені основні напрями, сформульовані задачі досліджень та шляхи їх вирішення.

У другому розділі «Об'єкти та методи досліджень» наведено характеристики об'єкта, предмету, методів та умов проведення досліджень. Для дослідження були використані наступні адсорбенти: активне гранульоване вугілля АГ-3, активне подрібнене вугілля, дефекосатураційний осад цукрового виробництва неактивованій й активований вапном.

У роботі використані загальноприйняті й удосконалені спеціальні фізичні та хімічні методи досліджень відповідно до діючих стандартів. Масову частку сахарози (Цк) в продуктах визначали інструментальним методом за допомогою сахариметра СУ-4. Концентрацію сухих речовин (СР) у продуктах визначали за допомогою рефрактометра РПЛ-3. Забарвленість продуктів в одиницях оптичної густини визначали за допомогою колориметру фотоелектричного концентраційного КФК-3. Визначення загального вмісту мікроорганізмів, вмісту бактерій та міцеліальних грибів проводили за стандартними методиками шляхом висіву на поживні середовища у чашки Петрі.

Планування експерименту, постановку та розв'язання задач оптимізації проводили за допомогою сучасних методів математичного оброблення даних. Статистичне оброблення результатів експериментальних досліджень, побудову графіків виконано з використанням пакету прикладних програм Mathcad Professional 13 та Microsoft Office Excel 2003.

Третій розділ «Дослідження очищення сиропу з клеровкою адсорбентами у бурякоцукровому виробництві» присвячений одній з найбільш важливих проблем – забарвленню цукру білого, яка обумовлена різними групами барвних речовин, що утворюються після очищення соку вапном. Показано шляхи утворення барвних речовин і їх вплив на кристалізацію цукру.

Проведено дослідження динаміки накопичення барвних речовин на верстаті бурякоцукрового виробництва (рис. 1), де показано дванадцятикратне зростання забарвленості продуктів від соку другої сатурації до меляси. Таке збільшення забарвленості є одним з парадоксів сучасної технології виробництва цукру білого, який полягає в тому, що після стандартного очищення дифузійного соку цукор білий одержують із гіршого за якістю сиропу. Це відбувається внаслідок неминучого підвищення забарвленості і падіння рН на випарній станції. Накопичення барвних сполук супроводжується зростанням редукувальних речовин в продуктах, що обумовлено різними термінами впливу високих температур.

Як показано нами, сульфитація сиропу захищає його від наслідків небажаних процесів на випарній станції лише в незначній мірі (8...9%), тому цукор білий не завжди відповідає вимогам стандарту.

Отже, проблему підвищення якості цукру білого можна вирішити шляхом використання твердих адсорбентів для очищення продуктів.

Для порівняння проведені дослідження зниження забарвленості та очищення сиропу з клеровкою такими сорбентами як активне гранульоване вугілля АГ-3, активне подрібнене вугілля АГ-3, дефекосатураційний осад

цукрового виробництва. Для одержання аналітичного ряду даних проведені серії дослідів. Для цього брали сироп з клеровкою з вмістом сухих речовин 50; 55; 60 і 65%, а в якості адсорбенту – гранульоване вугілля АГ-3 у кількості 0,5...2% до маси продукту. Тривалість процесу адсорбції визначали від 15 до 30 хвилин при температурі сиропу не менше 80°C. Аналіз масиву даних показав, що оптимальна концентрація сухих речовин сиропу лежить у межах 50...55%, де при витратах активного гранульованого вугілля АГ-3 в межах 1...1,5% до маси сиропу можна за 30 хвилин процесу адсорбції досягти ефекту зниження забарвленості близько 35...37%.

З масиву даних за допомогою прикладної програми Mathcad Professional 13 одержане рівняння для знаходження ефекту зниження забарвленості сиропу з клеровкою активним гранульованим вугіллям АГ-3:

$$\Delta Z_{\text{ав.}} = -22,017 + 1,301 \cdot X_1 + 5,549 \cdot X_2 + 1,643 \cdot X_3 + 0,016 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,017 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,103 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,018 \cdot X_1^2 - 1,316 \cdot X_2^2 + 5,318 \cdot 10^{-3} \cdot X_3^2$$

Рис.1 Динаміка зростання забарвленості продуктів та редукувальних речовин в продуктах в процесі виробництва

Для збільшення ефекту зниження забарвленості сиропу з клеровкою гранульоване вугілля АГ-3 подрібнювали до пилоподібного стану для збільшення поверхні адсорбції. Дослідження показали, що оптимальна концентрація сухих речовин продукту складає 50...55%. Ефект зниження забарвленості при витратах подрібненого вугілля 1,0...1,5% до маси сиропу складає 45...50%.

З масиву даних за допомогою прикладної програми Mathcad Professional 13 одержане рівняння для знаходження ефекту зниження забарвленості сиропу з клеровкою подрібненим вугіллям АГ-3:

$$\Delta Z_{\text{м.в.}} = -227,272 + 5,551 \cdot X_1 - 5,922 \cdot X_2 + 10,482 \cdot X_3 - 0,051 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,082 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,24 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,041 \cdot X_1^2 + 11,485 \cdot X_2^2 - 0,113 \cdot 10^{-3} \cdot X_3^2$$

Проведені дослідження можливості використання дефекосатураційного осаду для зниження забарвленості сиропу з клеровкою показали, що найбільший ефект зниження забарвленості сиропу з клеровкою – більше 44% – одержано для концентрації сухих речовин продукту – 50% при дозі осаду 20% до маси продукту і тривалості процесу до 30 хвилин, що є добрим результатом у порівнянні з вугіллям АГ-3.

В четвертому розділі «Розроблення способів очищення сиропу та клеровки жовтого цукру дефекосатураційним осадом» висвітлюються результати досліджень щодо визначення ефективного способу зниження забарвленості і очищення сиропу з клеровкою із застосуванням дефекосатураційного осаду.

Встановлено, що застосування осаду активованого вапном в кількості 0,4% до маси осаду дає можливість підвищити ефект зниження забарвленості порівняно з використанням неактивованого осаду більше 54%.

Дослідженнями визначено, що найбільш раціональним є використання, в якості адсорбенту для додаткового очищення сиропу з клеровкою від барвних речовин, дефекосатураційного осаду власного виробництва (табл. 1).

Таблиця 1

Зниження забарвленості сиропу з клеровкою

Адсорбент	Ефект зниження забарвленості, %
Активне гранульоване вугілля АГ-3	38
Активне подрібнене вугілля АГ-3	57
Дефекосатураційний осад	44
Дефекосатураційний осад активований вапном	54

Порівняльні дослідження використання дефекосатураційного осаду, як неактивованого, так і активованого вапном приведені в таблиці 2.

За допомогою пакета Mathcad Professional 13 одержано математичну модель, яка виражає залежність ефекту зниження забарвленості сиропу з клеровкою активованим осадом від витрат адсорбенту:

$$E_{\text{зпоб}} = 385,265 - 15,804 \cdot X_1 + 8,156 \cdot X_2 + 286,131 \cdot X_3 - 0,117 \cdot X_1 \cdot X_2 - 4,095 \cdot X_1 \cdot X_3 + 1,28 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,154 \cdot X_1^2 - 0,02 \cdot X_2^2 - 38,437 \cdot X_3^2$$

На основі результатів проведених досліджень розроблений спосіб зниження забарвленості сиропу з клеровкою з використанням в якості адсорбенту дефекосатураційного осаду (рис. 2).

Розроблена технологія очищення сиропу з клеровкою передбачає відділення сиропу після третього корпусу випарної установки при концентрації сухих речовин близько 50%, міжкорпусну сульфитацію сиропу з клеровкою жовтих цукрів, автоматичне дозування відповідної кількості дефекосатураційного осаду в спеціальну мішалку, змішування продукту в мішалці з дефекосатураційним осадом протягом 15 хвилин, фільтрування і повернення сиропу з клеровкою на четвертий корпус випарної установки й концентратор для подальшого згущення.

Таблиця 2

Показники технологічної якості сиропу з клеровкою одержаного після оброблення дефекосатураційним осадом

Показники	Сироп (контроль)	Сироп з клеровкою (CP=50%) після очищення дефекосатураційним осадом у кількості 20% до маси сиропу	
		неактивованим осадом	активованим вапном у кількості 0,4% СаО до маси осаду
Чистота, %	92,50	92,68	92,75

Ефект зниження забарвленості, %	-	44,20	54,60
Ефект очищення, %	-	2,60	3,60
Вміст високомолекулярних сполук, % на 100 СР	1,25	0,00	0,00

Рис. 2. Апаратурно-технологічна схема очищення сиропу з клеровкою

П'ятий розділ «Розроблення способів афінації жовтого цукру бурякоцукрового виробництва» висвітлює результати досліджень щодо розроблення ефективних способів очищення жовтого цукру та його клеровки.

Одним із факторів впливу на якість цукру білого є якість жовтих цукрів другої та третьої кристалізацій. Повернення жовтих цукрів з плівкою меляси або зеленої патоки негативно впливає на якість продуктів, з яких уварюють цукор білий.

Проаналізовані кількісні показники нецукрів плівки на кристалах жовтого цукру в залежності від відтоку (рис. 3) показали доцільність використання в якості афінаційної рідини другий відтік утфеля першого продукту.

Рис. 3. Кількісні показники нецукрів плівки на кристалах жовтого цукру в залежності від відтоку

Розроблений спосіб афінації жовтого цукру третього продукту другим відтоком першого продукту показав, що чистота цукру-афінаду збільшується на п'ять одиниць у порівнянні з неафінованим жовтим цукром третього продукту, в той час, як афінація його першим відтоком першого продукту дає збільшення чистоти лише на чотири одиниці. При цьому вихід цукру білого при проведенні процесу афінації другим відтоком утфеля першого продукту, порівняно з використанням, в якості афінаційної рідини, першого відтоку утфелю першого продукту, збільшується на 0,04% до маси буряків.

Розроблений спосіб афінації жовтого цукру другого продукту, який передбачає проведення афінації не пробіленого жовтого цукру другого продукту другим відтоком першого продукту і повернення афінаційного відтоку на уварювання другого продукту, що призводить до підвищення ефективності виробництва цукру білого на 0,42% до маси буряків (табл. 3), економії паливно-енергетичних ресурсів внаслідок відсутності промивання жовтого цукру другого продукту в центрифугах і уварювання меншої кількості утфелів третьої кристалізації.

Додатковий вихід цукру за умови реалізації розробленого способу при переробленні 100 тис. т буряків складе 420 т.

Запропонований спосіб клерування сиропом після третього корпусу випарної установки жовтого цукру другої та третьої кристалізацій афінованих другим відтоком утфелю першого продукту, що дозволяє зменшити витрати

пари за рахунок зменшення кількості продуктів, а також знизити навантаження на четвертий корпус випарної станції й збільшити концентрацію сухих речовин в сиропі після випарювання.

Розроблений спосіб приготування клеровки жовтого цукру на основі нефільтрованого соку першої сатурації з використанням сульфату алюмінію в якості стабілізатора рН середовища. Показано (табл. 4), що в процесі очищення сиропу з клеровкою дефекосатураційним осадом нефільтрованого соку першої сатурації найкраще видаляються барвні речовини групи меланоїдини, менша ступінь видалення продуктів лужного розкладу сахарози, а найгірше видаляються продукти карамелізації сахарози.

Таблиця 3

Якісні показники суміші сиропу і клеровки жовтого цукру другого продукту при різних способах його очищення

Назва продукту	Показники, %						
	СР	Цк	Нц	Ч	Коеф. виходу цукру, %	Вихід цукру, %	Збільш. виходу цукру, %
Суміш сиропу і клеровки непробіленого жовтого цукру другого продукту	64,92	60,58	4,34	93,00	54,42	14,19	-
Суміш сиропу і клеровки пробіленого жовтого цукру другого продукту	64,90	60,88	4,02	93,80	55,17	14,38	0,19
Суміш сиропу і клеровки непробіленого жовтого цукру другого продукту афінованого другим відтоком першої кристалізації	64,87	61,24	3,63	94,40	56,09	14,61	0,42
Суміш сиропу і клеровки пробіленого жовтого цукру другого продукту афінованого другим відтоком першої кристалізації	64,87	61,24	3,63	94,40	56,09	14,61	0,42

Шостий розділ «Промислові випробування способу афінації жовтого цукру третьої кристалізації другим відтоком першої кристалізації» присвячений випробуванням розробленої технології афінації жовтого цукру третьої кристалізації.

Спосіб афінації жовтого цукру третьої кристалізації другим відтоком утфеля першого продукту був випробуваний на Саливонківському цукровому заводі. Виробничими дослідженнями підтверджена ефективність застосування другого відтоку першої кристалізації для афінації жовтого цукру третьої кристалізації, при чому відбувається зростання чистоти одержаного цукру-афінаду на одиницю та зменшення забарвленості в два рази, порівняно з проведенням афінації з застосуванням першого відтоку першої кристалізації.

Ефекти видалення барвних речовин при очищенні клеровки

Продукт	Карамелі		Продукти лужного розкладу		Меланоїдини	
	% на 100 СР ($\times 10^{-3}$)	Еф. оч., %	% на 100 СР ($\times 10^{-3}$)	Еф. оч., %	% на 100 СР ($\times 10^{-3}$)	Еф. оч., %
Жовтий цукор III продукту (контроль)	72,56	-	57,3	-	70,52	-
Жовтий цукор III продукту (10% осаду соку I сатур.)	60,2	17,03	39,25	31,50	49,68	29,55
Жовтий цукор III продукту (20% осаду соку I сатур.)	42,9	40,88	28,29	50,63	27,43	61,10

Згідно розрахунків визначено збільшення виходу цукру при афінації жовтого цукру третього продукту другим відтоком утфелю першого продукту на 0,04% до маси буряків, що в перерахунку на 100 тис. т. перероблених буряків призведе до економічного ефекту близько 96 000 грн. у цінах 2007 року.

ВИСНОВКИ

За результатами аналізу літературних джерел, теоретичних та експериментальних досліджень розроблено спосіб зниження забарвленості сиропу з клеровкою та розроблено способи афінації жовтого цукру другої та третьої кристалізацій, а також приготування й очищення їх клеровки. Реалізація запропонованих способів забезпечує підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва за рахунок збільшення виходу цукру й покращення його якості.

1. Досліджено використання для зниження забарвленості сиропу з клеровкою таких адсорбентів як активне гранульоване й подрібнене вугілля марки АГ-3, дефекосатураційний осад, неактивованій і активований вапном в кількості 0,4% СаО до маси осаду. Встановлено, що зниження забарвленості цукрових розчинів дефекосатураційним осадом дає практично однакові показники порівняно з використанням для цієї мети вугілля марки АГ-3. Виходячи з економічної доцільності більш раціональним є використання на бурякоцукрових заводах для зниження забарвленості сиропів з клеровками дефекосатураційного осаду власного виробництва.

2. Розроблено спосіб активації дефекосатураційного осаду вапном у кількості 0,4% до маси осаду з подальшим висушуванням його за температури

105°C до сухих речовин 90% для підвищення терміну його зберігання та дезінфекції. Спосіб захищений патентом України.

3. Теоретично обґрунтовано та експериментально доведено доцільність використання активованого дефекосатураційного осаду для очищення сиропу з клеровкою сприяє зменшенню забарвленості оброблюваних продуктів на 54%, що покращує умови одержання якісного цукру білого.

4. Встановлено оптимальні параметри раціонального використання активованого дефекосатураційного осаду для зниження забарвленості сиропу з клеровкою: вміст сухих речовин – 50%, витрати адсорбенту в кількості до 20% до маси продукту, тривалість процесу 15 хвилин.

5. Розроблено спосіб зниження забарвленості сиропу з клеровкою активованим дефекосатураційним осадом, який передбачає проміжну сульфитацію продуктів після третього корпусу випарної установки, очищення сиропу з клеровкою дефекосатураційним осадом в мішалці при автоматичному дозуванні осаду, подальше фільтрування та повернення очищеного продукту на четвертий корпус випарної установки для подальшого згущення.

6. Досліджено афінацію жовтого цукру останньої кристалізації різними відтоками. Встановлено, що найкращий спосіб очищення жовтого цукру одержано при афінації його другим відтоком утфелю першої кристалізації. При цьому чистота цукру-афінаду збільшується на 5 одиниць у порівнянні з неафінованим жовтим цукром, в той час як при афінації першим відтоком утфелю першої кристалізації чистота отриманого цукру-афінаду збільшується лише на 4 одиниці.

7. Аналіз кристалізаційних схем бурякоцукрового виробництва показав, що найбільш ефективною схемою кристалізації є схема з афінацією жовтого цукру третього продукту другим відтоком утфелю першої кристалізації, що унеможливорює повернення на уварювання цукру білого не лише меляси, а й першого відтоку утфелю першого продукту, при чому значно покращуються якісні показники сиропу з клеровкою. Вихід цукру білого складає на 0,16% до маси буряків більше, порівняно з роботою кристалізаційного відділення без афінації, в той час, як за афінації жовтого цукру першим відтоком утфелю першої кристалізації вихід цукру білого зростає лише на 0,12% до маси буряків. Передбачений економічний ефект від реалізації запропонованого способу при переробленні 100 тис. тон буряків складає додатково 96 000 грн.

8. Розроблений спосіб афінації непробіленого водою жовтого цукру другого продукту другим відтоком утфелю першого продукту з поверненням афінаційного відтоку на уварювання утфелю другої кристалізації, що призводить до підвищення виходу цукру на 0,23% до маси буряків при пробілюванні жовтого цукру і на 0,42% до маси буряків при роботі без пробілювання жовтого цукру другого продукту, а також до економії паливно-енергетичних ресурсів внаслідок відсутності промивання жовтого цукру водою в центрифугах і уварювання меншої кількості утфелів третьої кристалізації.

Передбачений економічний ефект від реалізації розробки при переробленні 100 тис. тон буряків складе додатково 420 тон цукру, або 1,134 млн. грн. за цінами 2007 року.

9. Рекомендована схема сумісної афінації жовтого цукру другої та третьої кристалізації значно зменшує кількість обладнання для апаратного забезпечення процесу.

10. Розроблений спосіб розчинення жовтого цукру другого і третього продукту сиропом після третього корпусу випарної установки, при цьому концентрація сухих речовин у суміші сиропу з клеровкою буде становити 55...58%, що призведе до зменшення витрат пари на подальше згущення, а також до зменшення навантаження на четвертому корпусі випарної установки, крім того зменшується тривалість впливу дії температур на сироп, який поступає на розчинення жовтого цукру.

11. Розроблений спосіб приготування і очищення клеровки жовтого цукру з використанням нефільтрованого соку першої сатурації та коагулянту – сульфату алюмінію, який передбачає стабілізацію рН клеровки у межах 8,1...8,3 та найбільший приріст чистоти клеровки 1,1...1,3 одиниць і ефекту зниження забарвленості 38...44%, що призводить до покращення якісних показників цукру білого та зменшення втрат сахарози в мелясі.

12. Промисловими випробуваннями встановлено, що при роботі заводу з використанням другого відтоку першої кристалізації в процесі афінації жовтого цукру третьої кристалізації призводить до збільшення ефекту очищення цукру-афінаду на 5 одиниць у порівнянні з неафінованим цукром і на 1 одиницю у порівнянні з жовтим цукром третього продукту афінованим першим відтоком утфелю першої кристалізації. Крім того, відбувається зростання ефекту зниження забарвленості продукту до 80%, замість 60% при афінації першим відтоком утфелю першої кристалізації, що сприяє покращенню якісних показників цукру-афінаду і збільшенню виходу цукру білого на 0,04% до маси буряків, а це при переробці 100 тис. тон буряків у грошовому еквіваленті буде становити 96 000 грн. (за цінами 2007 року).

13. Передбачуваний сукупний економічний ефект від реалізації проведених розробок при переробці 100 тис. тон буряків складатиме 1,230 млн. грн.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ліпец А.А. Приготування клеровок жовтих цукрів на основі нефільтрованого соку I сатурації / А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, Д.В. Бібік // Наукові праці УДУХТ. – 2001. – №10. – С. 29.

Особистий внесок: приймав участь в організації та проведенні досліджень, обробленні експериментальних даних і написанні статті.

2. Ліпец А.А. Про доцільність афінації жовтого цукру другого продукту трьохкристалізаційної схеми / А.А. Ліпец, Д.В. Бібік // Цукор України. – 2007. – № 3. – С. 21–22.

Особистий внесок: приймав участь в організації та проведенні досліджень, обробленні експериментальних даних і написанні статті.

3. Ліпец А.А. Аналіз кристалізаційних схем бурякоцукрового виробництва з афінацією жовтих цукрів / А.А. Ліпец, Д.В. Бібік // Цукор України. – 2007. – №4. – С. 19–22.

Особистий внесок: приймав участь в організації та проведенні досліджень, обробленні експериментальних даних і написанні статті.

4. Ліпец А.А. Знебарвлення сиропів і клеровок перед кристалізацією цукру / А.А. Ліпец, Д.В. Бібік, О.А. Кудлай // Цукор України. – 2008. – № 3. – С. 16–19.

Особистий внесок: приймав участь в організації та проведенні досліджень, обробленні експериментальних даних і написанні статті.

5. Очищення сиропу з клеровкою дефекосатураційним осадом / А.А. Ліпец, Д.В. Бібік, О.А. Кудлай, М.В. Гусятинський // Цукор України. – 2008. – № 4. – С. 24–26.

Особистий внесок: приймав участь в організації та проведенні досліджень, обробленні експериментальних даних і написанні статті.

6. Пат. 38455А Україна, МПК⁷ С 13 D 3/06. Спосіб приготування клеровки жовтих цукрів / Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Бібік Д.В.; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – № 2000073997. заявл. 06.07.00; опубл. 15.05.01, Бюл. № 4.

Особистий внесок: провів патентний пошук, приймав участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент.

7. Пат. 43704А Україна, МПК⁷ С 13 D 3/06. Спосіб афінації жовтих цукрів останнього продукту / Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Навроцький Ю.Б., Бібік Д.В., Щербак Л.В.; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – № 2001053346; заявл. 18.05.01; опубл. 17.12.01, Бюл. № 11.

Особистий внесок: провів патентний пошук, приймав участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент.

8. Пат. 52378А Україна, МПК⁷ С 13 С 1/00. Спосіб приготування сухого активованого адсорбенту з відходів бурякоцукрового виробництва / Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Гусятинський М.В., Чагайда А.О., Бібік Д.В.; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – № 2002043150; заявл. 17.04.02; опубл. 16.12.02, Бюл. № 12.

Особистий внесок: провів патентний пошук, приймав участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент.

9. Пат. 59861А України, МПК⁷ С 13 D 3/06. Спосіб очищення сиропу бурякоцукрового виробництва / Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Чагайда А.О., Бібік Д.В., Воробйова О.В.; заявник і власник Національний університет

харчових технологій. – № 20021210627. заявл. 26.12.02; опубл. 15.09.03, Бюл. №9.

Особистий внесок: провів патентний пошук, приймав участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент.

10. Пат. 62464А Україна, МПК⁷ С 13 D 3/06. Спосіб афінації жовтих цукрів II кристалізації / Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Бібік Д.В., Гусятинський М.В.; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – № 2003032654. заявл. 27.03.03; опубл. 15.12.03, Бюл. № 12.

Особистий внесок: провів патентний пошук, приймав участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент.

11. Пат. 62827А Україна, МПК⁷ С 13 D 3/06. Спосіб очищення клеровок жовтих цукрів / Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Бібік Д.В.; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – № 2003065869. заявл. 24.06.2003; опубл. 15.12.03, Бюл. № 12.

Особистий внесок: провів патентний пошук, приймав участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент.

12. Пат. 68080А Україна, МПК⁷ С 13 D 3/06. Спосіб отримання клеровки жовтих цукрів / Ліпец А.А., Чагайда А.О., Черевко О.Л., Бібік Д.В.; заявник і власник Національний університет харчових технологій. – № 2003065869. заявл. 24.06.03; опубл. 15.07.04, Бюл. № 7.

Особистий внесок: провів патентний пошук, приймав участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент.

13. Бібік Д.В. Очищення клеровок жовтих цукрів / Д.В. Бібік, Л.В. Щербак, С.В. Новікова, А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська // 67-а наукова конференція студентів, аспірантів і молодих вчених. 24–25 квіт. 2001р. Ч.2.: тези допов. – IV., 2001. – С. 9.

Особистий внесок: приймав участь у плануванні та проведенні досліджень, проаналізував їх результати та оформив тези доповіді.

14. Бібік Д.В. Очищення сиропу перед кристалізацією цукру / Д.В. Бібік, А.А. Ліпец // 73-а наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів. 23–24 квіт. 2007р. Ч.1.: тези допов. – IV., 2007. – С. 143.

Особистий внесок: приймав участь у плануванні та проведенні досліджень, проаналізував їх результати та оформив тези доповіді.

15. Бібік Д.В. Аналітичні дослідження афінації жовтого цукру останньої кристалізації різними відтоками / Д.В. Бібік, А.А. Ліпец // 73-а наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів. 23–24 квіт. 2007 р. Ч.1.: тези допов. – IV., 2007. – С. 143.

Особистий внесок: приймав участь у плануванні та проведенні досліджень, проаналізував їх результати та оформив тези доповіді.

16. Бібік Д.В. Знебарвлення сиропів і клеровок жовтих цукрів адсорбентами перед кристалізацією цукру / Д.В. Бібік, О.А. Кудлай, А.А. Ліпец

// Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 74-а наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів. 21–22 квіт. 2008 р.: тези допов.– IV., 2008. – С. 176.

Особистий внесок: приймав участь у плануванні та проведенні досліджень, проаналізував їх результати та оформив тези доповіді.

17.Бібік Д.В. Очищення сиропів і клеровок жовтих цукрів дефекосатураційним осадом / Д.В. Бібік, О.А. Кудлай, А.А. Ліпец // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті : 74-а наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів. 21–22 квіт. 2008 р.: тези допов. – IV., 2008. – С. 176.

Особистий внесок: приймав участь у плануванні та проведенні досліджень, проаналізував їх результати та оформив тези доповіді.

АНОТАЦІЯ

Бібік Д.В. Розроблення способів очищення сиропу, жовтого цукру та його клеровок у бурякоцукровому виробництві. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2009.

В дисертаційній роботі вирішена науково-прикладна задача – підвищення ефективності очищення сиропу, жовтого цукру та його клеровок, на основі застосування фізико-хімічних методів інтенсифікації технологічного процесу. Науково обґрунтовано механізм дії адсорбенту – дефекосатураційного осаду – при очищенні сиропу з клеровкою. Удосконалено технологію афінації жовтого цукру та приготування і очищення клеровки.

Розроблено спосіб одержання сухого активованого дефекосатураційного осаду в якості адсорбента підвищеної адсорбційної здатності (декларційний патент № 52378А), який передбачає його зберігання, транспортування і автоматичне дозування.

Розроблено спосіб приготування клеровок жовтих цукрів на основі сиропу (декларційний патент № 68080А) після третього корпусу випарної установки, що призводить до зниження витрат енергетичних ресурсів.

Розроблений спосіб приготування клеровки з одночасним очищенням нефільтрованим соком першої сатурації та коагулянтном $Al_2(SO_4)_3$ (декларційний патент № 38455А).

На основі розробленого способу приготування клеровки жовтого цукру сиропом (декларційний патент № 68080А) та розробленого способу очищення клеровки (декларційний патент № 62827) та сиропу (декларційний патент № 59861) дефекосатураційним осадом запропонована технологічна схема зниження забарвленості сиропу з клеровкою.

Розроблений спосіб афінації жовтого цукру другої та третьої кристалізацій другим відтоком першого утфеля (деклараційні патенти № 62464А та № 43704А), який призводить до підвищення виходу цукру білого.

Спосіб афінації жовтого цукру третьої кристалізації другим відтоком утфеля першого продукту пройшов виробничу перевірку на Саливонківському цукровому заводі.

Ключові слова: сироп, клеровка, афінація жовтих цукрів, адсорбент, дефекосатураційний осад, ефект зниження забарвленості.

АННОТАЦІЯ

Бибик Д.В. Разработка способов очистки сиропа, желтого сахара и его клеровок в свеклосахарном производстве. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – технология сахаристых веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2009.

В диссертации решена научно-прикладная задача повышения эффективности очистки сиропа, желтого сахара и его клеровок, на основе применения физико-химических методов интенсификации технологического процесса.

Научно обоснован механизм адсорбции несахаров и красящих веществ сиропа и клеровки дефекосатурационным осадком в качестве адсорбента.

В работе представлены результаты исследований обесцвечивания сиропа и клеровки активированными углями АГ-3 и дефекосатурационным осадком.

Экспериментальными исследованиями подтверждена эффективность использования отхода производства – дефекосатурационного осадка в качестве адсорбента несахаров сиропа.

На основании исследований разработан способ обесцвечивания сиропа и клеровки активированным известью дефекосатурационным осадком, который предусматривает промежуточную сульфитацию сиропа с клеровкой после третьего корпуса выпарной установки, очистку сиропа с клеровкой осадком, фильтрацию и возврат очищенных продуктов на четвертый корпус выпарной установки для дальнейшего сгущения.

С помощью методов математической обработки экспериментальных данных, на основании полученных зависимостей эффектов очистки сиропа с клеровкой определены оптимальные параметры процесса.

Впервые разработан способ аффинации желтого сахара второй кристаллизации вторым оттеком утфеля первого продукта, что приводит к увеличению выхода сахара белого (патент Украины № 62464А).

Усовершенствован способ аффинации желтого сахара третьей кристаллизации за счет использования второго оттека утфеля первого продукта, что приводит к увеличению выхода сахара белого (патент Украины № 43704А).

Разработан способ приготовления клеровки желтого сахара сиропом после третьего корпуса выпарной установки (патент Украины № 68080А), что приводит к уменьшению энергетических затрат на выпаривание сиропа, уменьшению тепловой нагрузки на четвертый корпус выпарной установки и приводит к увеличению содержания сухих веществ в сиропе после выпаривания.

Разработан способ получения сухого активированного дефекосатурационного осадка в качестве адсорбента с повышенной адсорбционной способностью (патент Украины № 52378А), который предусматривает его хранение, транспортировку и автоматическое дозирование.

Разработан способ приготовления клеровки желтого сахара с одновременной очисткой нефильтрованным соком первой сатурации и коагулянтом $Al_2(SO_4)_3$ (патент Украины № 38455А)

Разработан способ очистки сиропа дефекосатурационным осадком (патент Украины № 59861).

Разработан способ очистки клеровки желтого сахара дефекосатурационным осадком (патент Украины № 62827).

Разработана технологическая схема снижения цветности сиропа с клеровкой, которая предусматривает отбор всего сиропа после третьего корпуса выпарной установки на клерование желтого сахара, межкорпусную сульфитацию сиропа с клеровкой, очистку активированным осадком, фильтрацию и подачу на четвертый корпус выпарной установки для дальнейшего сгущения, что позволяет значительно уменьшить цветность сиропа с клеровкой и способствует увеличению выхода сахара белого и уменьшению содержания сахарозы в мелассе, а также приводит к снижению энергетических затрат.

Способ аффинации желтого сахара третьей кристаллизации вторым оттеком первого продукта прошел производственную проверку на Саливонковском сахарном заводе.

Промышленными испытаниями установлено, что при работе завода с применением второго оттека утфеля первого продукта в процессе аффинации желтого сахара третьей кристаллизации приводит к увеличению эффекта очистки сахара-аффинада на 5 единиц по сравнению с неаффинованным желтым сахаром и на 1 единицу по сравнению с желтым сахаром третьего продукта, аффинованным первым оттеком утфеля первого продукта. Кроме того, происходит увеличение эффекта снижения цветности продукта до 80%, вместо 60% при аффинации первым оттеком утфеля первой кристаллизации,

что способствует улучшению качественных показателей сахара-аффинада и увеличению выхода сахара белого на 0,04% к массе свеклы.

Ожидаемый совокупный экономический эффект вследствие реализации предложенных разработок при переработке 100 тыс. тонн свеклы составит 1,230 млн. грн.

Ключевые слова: сироп, клеровка, аффинация желтых сахаров, адсорбент, дефекосатурационный осадок, эффект обесцвечивания.

ANNOTATION

Bibik D.V. The Elaboration of the Ways of Clarification of Syrup, yellow Sugar and its Clarives in the sugar-beet production. – Manuscript.

The dissertation on the competition of a Scientific Degree of a Candidate of Technical Science on a speciality 05.18.05 – The Technology of Saccharine Substances and Products of Fermentation. The National University of Food Technologies, Kiev, 2009.

The scientifically – applied problem of increasing of effectiveness of clarification of syrups, clarives and yellow sugars on the basis of application of physical and chemical methods of intensification of technological process is solved in the dissertation.

The mechanism of adsorption of nonsugars and dye-stuffs of syrups and clarives by defekosaturations sediment as an adsorbent is scientifically proved. The results of researches of decolouration of syrups and clarives by the activated coal AG-3 and defekosaturations sediment are presented in the work.

Experimental researches confirmed the efficiency of using the waste processing, i.e. defekosaturations sediment as an adsorbent of nonsugar syrup.

On the basis of researches the method of decolouration of syrups and clarives with the help of defekosaturations sediment activated by lime, which provides the intermediate sulphitation of the syrup by clarives after the third frame of evaporating installation, clearing the syrup with a sediment, filtration and returning of the cleared products on the fourth frame of evaporating installation for the further condensation is developed.

By means of methods of mathematical processing experimental data, on the basis of received dependences of effects of clearing the syrup optimum parameters of process are determined.

The ways of affination of yellow sugars of the third product and unwhited yellow sugar of the second product with the second flowing of the first product

(patents of Ukraine Nr. 43704A, 62464A), that considerably raises quality of yellow sugars and therefore the quality and output of white sugar are worked out.

The way of preparation of clarives of yellow sugars by a syrup after the third frame of evaporating installation (the patent of Ukraine Nr. 38455A), that leads to decreasing of power expenses on evaporation of the syrup, decreasing of loading on the fourth frame of evaporating installation and leads to increasing of the content of dry substances in syrup after evaporating.

Keywords: a syrup, clarives, the affination of yellow sugars, an adsorbent, defekosaturations sediment, effect of decolouration.