

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МОЛОДНИЦЬКА ОЛЕНА МИКОЛАЇВНА

УДК 664.12

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ГУСТИХ
НАПІВПРОДУКТІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

05.18.05 – Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2013

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в ДНУ “Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості” Міністерства аграрної політики та продовольства України та Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
Заслужений діяч науки і техніки України
Штангесв Валерій Остапович,
ДНУ “Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості” Міністерства аграрної політики та продовольства України,
головний науковий співробітник

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Мирончук Валерій Григорович,
Національний університет харчових технологій
Міністерства освіти і науки України,
завідувач кафедри технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Григоренко Наталія Олександрівна,
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, Міністерства аграрної політики та продовольства України,
завідувач сектору якості коренеплодів буряків і сировини інших біоенергетичних культур спеціалізованої контрольної-насіневої аналітично-технологічної лабораторії по цукрових буряках та інших біоенергетичних культурах.

Захист відбудеться «26» червня 2013 року о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий «___» _____ 2013 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради, к.т.н. _____ М.В. Карпугіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Бурякоцукрове виробництво є важливою галуззю агропромислового комплексу, яка має стратегічне значення. У зв'язку із вступом України до світової організації торгівлі (СОТ) стає актуальним питання підвищення якості білого цукру у відповідності до вимог світових стандартів. Одним з найголовніших завдань цукрових заводів є виробництво конкурентноспроможного на світовому ринку білого кристалічного цукру шляхом удосконалення технології очищення соків, сиропу та інших напівпродуктів.

Значний внесок у розроблення теоретичних основ удосконалення технології очищення дифузійного соку та сиропу у цукровому виробництві та розроблення ефективних способів її інтенсифікації зроблено вченими П.В. Головиним, П.М. Сіліним, О.М. Архіповичем, М.І. Даїшевим, А.Р. Сапроновим, Л.Д. Бобрівником, А.А. Ліпец, Л.П. Ревою, В.М. Логвіним, Н.І. Штангєвою, Л.М. Хомічаком, Р.Ц. Міщуком, Л.С. Клименко, Л.І. Чернявською та іншими.

Якість сиропу, який надходить на уварювання утфелю І продукту, дещо нижча за якість очищеного соку в зв'язку з тим, що в процесі згущення соку деяка частина сахарози може розкладатися з утворенням відповідної кількості додаткових нецукрів і в тому числі барвних речовин.

Враховуючи відносно невисоку технологічну якість перероблюваних цукрових буряків і термічну нестійкість соків та сиропу, постає необхідність удосконалення технології додаткового очищення сиропу з випарної станції та інших густих напівпродуктів і пошук нових способів та реагентів для його очищення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась згідно плану держбюджетної науково-дослідної тематики ДНУ "Український науково-дослідний інститут цукрової промисловості" "Розроблення новітніх ресурсосберігаючих та природозбережних енерготехнологічних схем цукрових виробництв" № 9735 та "Розробка наукових основ та удосконалення технології сахаридів та підготовки води" кафедри технології цукру і підготовки води Національного університету харчових технологій. Випробування в умовах бурякоцукрового виробництва проведені на ТОВ «ВІК-Р.С.Ф.» Миронівському цукровому заводі.

Особистий внесок автора полягає у проведенні лабораторних досліджень та промислових випробувань, безпосередній участі в опрацюванні, аналізі та узагальненні експериментальних даних, а також у написанні та оформленні наукових публікацій і звітів за темою роботи, розробленні відповідної нормативної документації.

Мета і завдання досліджень. На основі теоретичних і експериментальних досліджень ефективності дії реагенту полігексаметиленгуанідин гідрохлориду (ПГМГХ) і адсорбентів (активного вугілля і целюлози) на ступінь видалення нецукрів із густих напівпродуктів (зокрема барвних сполук та речовин колоїдної дисперсності) обґрунтувати і розробити способи додаткового очищення сиропу із застосуванням зазначених реагентів, які б забезпечили високі показники його технологічної якості та підвищення виходу білого цукру. На основі експериментальних досліджень впливу ПГМГХ та основного сульфату алюмінію на освітлення розчинів густих напівпродуктів цукрового вироб-

ництва, запропонувати комплексний нетоксичний освітлювач для поляриметричного визначення масової частки сахарози.

Відповідно до поставленої мети сформульовані наступні завдання досліджень:

- науково обґрунтувати доцільність застосування ПГМГХ, активного вугілля та целюлози окремо і сумісно, визначити їх оптимальні витрати і провести дослідження ефективності вказаних реагентів при додатковому очищенні густих напівпродуктів цукрового виробництва;

- на основі отриманих експериментальних даних удосконалити технологію додаткового очищення сиропу та клеровки із сумісним застосуванням ПГМГХ і активного вугілля та ПГМГХ і целюлози;

- науково обґрунтувати доцільність застосування нетоксичного комплексного освітлювача та провести дослідження його ефективності для поляриметричного визначення вмісту сахарози у густих напівпродуктах;

- провести виробничі випробування удосконаленої технології додаткового очищення сиропу та запропонованого освітлювача в умовах цукрового заводу.

Об'єкт дослідження – технологія додаткового очищення густих напівпродуктів бурякоцукрового виробництва із визначенням ефективності їх очищення за результатами їх поляриметричного аналізу та ступеню видалення вмісту нецукрів.

Предмет дослідження густі напівпродукти (сироп, клеровка та інш.), комплексний нетоксичний освітлювач, катіонний поліелектроліт ПГМГХ, активне вугілля, целюлоза.

Методи дослідження – традиційні та спеціальні фізико-хімічні, технологічні та математично-статистичні методи. Крім того, були використані типові методики визначення показників технологічної якості продуктів цукрового виробництва.

Наукова новизна отриманих результатів. На основі теоретичних та експериментальних досліджень науково обґрунтовано методи удосконалення технології очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з застосуванням математичного моделювання та вирішення задач оптимізації.

Вперше науково обґрунтовано та доведено експериментальними дослідженнями ефективність застосування катіонного поліелектроліту ПГМГХ в поєднанні з активним вугіллям марки СКН-3 або целюлозою для очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва для підвищення виходу білого цукру.

Встановлено: покращення якості густих напівпродуктів цукрового виробництва у разі сумісного застосування ПГМГХ та целюлози обумовлюється комплексною дією реагента ПГМГХ – як коагулянта та флокулянта – застосування целюлози покращує адсорбційні та фільтраційні характеристики густих напівпродуктів внаслідок високого ступеня її дренажності та адсорбційної активності.

Вперше розроблено математичну модель додаткового очищення сиропу від витрат ПГМГХ і активного вугілля марки СКН-3 та ПГМГХ і целюлози вітчизняного виробництва.

Доведена ефективність використання розробленого комплексного нетоксичного реагенту для освітлення розчинів для поляриметричного визначення вмісту сахарози.

Практичне значення отриманих результатів. За результатами теоретичних та експериментальних досліджень розроблено новий спосіб очищення сиропу бурякоцукрового виробництва (деклараційний патент на корисну модель № 55119 Бюл. № 23 від 10.12.2010), що передбачає введення реагенту ПГМГХ у сироп з подальшим його обробленням активним вугіллям марки СКН-3, який дозволяє підвищити ефект знебарвлення сиропу та сприяє підвищенню його чистоти і прогнозованому збільшенню виходу білого цукру.

Розроблено також спосіб очищення сиропу бурякоцукрового виробництва (деклараційний патент на корисну модель № 65439 Бюл. № 23 від 12.12.2011 р.) з використанням ПГМГХ, і в якості адсорбента – целюлози марки Diacel-150, що сприяє підвищенню чистоти сиропу та ефекту його знебарвлення, зменшенню каламутності, покращенню фільтраційно-седиментаційних показників, що дозволяє отримати сироп з високими якісними показниками та забезпечує збільшення виходу готового продукту – білого цукру.

На основі розроблених способів удосконалена технологія очищення сиропу бурякоцукрового виробництва, яка дозволяє підвищити його чистоту, знизити його забарвленість та каламутність. Ця технологія передбачає очищення напівсиропу після III корпусу випарної установки реагентом ПГМГХ у кількості $7,5 \cdot 10^{-3}\%$ до його маси та доочищення целюлозою у кількості 1,5% до маси СР і подальшим направленням в четвертий корпус випарної установки для подальшого згущення. Удосконалена технологія очищення дозволяє підвищити якісні показники сиропу – чистоту сиропу на 0,9...1,8%, що забезпечить збільшення виходу білого цукру ~ на 0,4% до маси буряків.

Запропонований комплексний реагент нетоксичний освітлювач (деклараційний патент на корисну модель № 55205 Бюл. № 23 від 10.12.2010), що передбачає нетоксичний склад хімічного реагенту для освітлення розчинів продукту, до складу якого входять хімічні реагенти – полігексаметиленгуанідин гідрохлорид та основний сульфат алюмінію.

Способи очищення сиропу бурякоцукрового виробництва та удосконалена методика застосування комплексного реагенту – нетоксичного освітлювача для поляриметричного визначення вмісту сахарози у густих напівпродуктах цукрового виробництва апробовані у виробничих умовах Миронівського цукрового заводу, що підтверджено актами випробувань.

Особистий внесок здобувача полягає в розробленні методик та проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні, аналізі та узагальненні одержаних експериментальних даних, розробленні математичних моделей, проведенні досліджень очищення реальних напівпродуктів у виробничих умовах, підготовці відповідної нормативно-технічної документації, а

також апробації основних результатів роботи на українських та міжнародних науково-технічних конференціях.

Аналіз, обговорення і узагальнення результатів досліджень проводились спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Штангєєвим В.О., а також з д.т.н., проф. Гусятинською Н.А., д.т.н., проф. Ревою Л.П., к.т.н, доц. Клименко Л.С. і к.т.н., доц. Купчик Л.А.. Автор приймала участь у розробленні способів, на які одержано 3 деклараційні патенти України на корисні моделі, готувала до публікацій наукові статті, організовувала виробничі дослідження на Миронівському цукровому заводі.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на щорічних наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ, науково-технічній конференції цукровиків України (Київ, НУХТ), всеукраїнській (м. Ірпінь, НУДПСУ) та міжнародній (м. Харків, ХДУХТ) науково-практичних конференціях.

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 17 наукових праць, з них 6 статей у наукових фахових виданнях, перелік яких затверджено ВАК України, 8 тез доповідей на наукових конференціях, 3 деклараційних патенти України на корисну модель.

Структура і об'єм роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури, який включає 166 найменувань вітчизняних і зарубіжних джерел, і 5 додатків. Робота викладена на 140 сторінках основного тексту, містить 22 рисунки і 31 таблицю.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначені мета та завдання досліджень, наведені наукова новизна та практичне значення отриманих результатів.

У першому розділі “Аналіз існуючих способів очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва” показана необхідність удосконалення технології очищення густих напівпродуктів. Розглянуто основні групи барвних речовин, причини їх утворення та вплив на процеси цукрового виробництва. Проведено аналіз існуючої технології очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва, визначено недоліки сучасної типової технології очищення густих напівпродуктів, а також технологічні напрями, які забезпечують максимальний ступінь знебарвлення густих напівпродуктів. Узагальнено світовий і вітчизняний досвід інтенсифікації процесів освітлення цукровмісних розчинів густих напівпродуктів. В результаті було поставлене завдання дослідити та розробити способи очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з використанням сучасних реагентів полігексаметиленгуанідин гідрохлориду (ПГМГХ), активного вугілля та целюлози, а також запропонувати нетоксичний комплексний освітлювач для визначення вмісту сахарози в густих напівпродуктах цукрового виробництва.

У другому розділі “Об'єкти і методи досліджень” наведено характеристики об'єкта, предмету, методів та умов проведення досліджень.

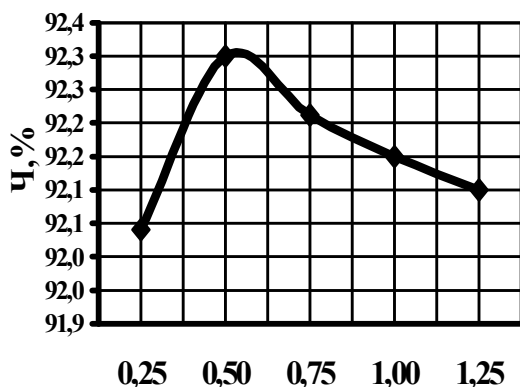
В процесі досліджень використано загальноприйняті методи визначення основних технологічних показників густих напівпродуктів бурякоцукрового виробництва: кольоровості та каламутності в одиницях оптичної густини з допомогою фотоелектроколориметра, вмісту високомолекулярних сполук – методом спиртового осадження, вмісту сухих речовин – рефрактометричним методом, чистоти – за типовою методикою. Вміст масової частки сахарози в досліджуваних цукровмісних розчинах визначали поляриметричним методом за типовою методикою та методом прямої та інверсійної поляризації з допомогою лабораторного поляриметра.

Планування експериментів, 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 2000 та Mathcad Professional 14 і Microsoft Office 2003.

Третій розділ “Дослідження очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва хімічними реагентами та адсорбентами” присвячений дослідженню використання таких реагентів, як полістирольний сорбент MN-502, активне вугілля різних марок, ПГМГХ та целюлоза різних марок з метою підвищення технологічних показників: чистоти, ефекту знебарвлення та зниження каламутності, необхідних для оцінки ефективності технології очищення густих напівпродуктів.

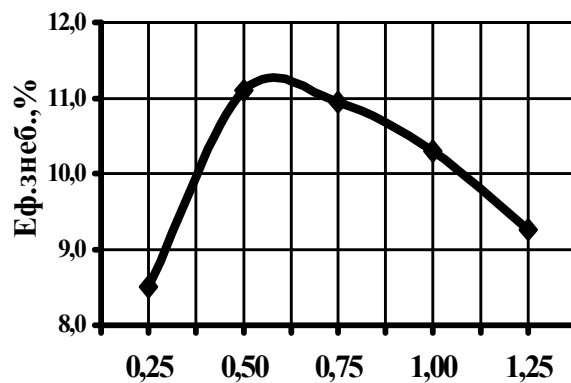
Встановлено, що полістирольний сорбент MN-502 має недостатній ефект знебарвлення та підвищення чистоти густих напівпродуктів, оскільки має меншу площу сорбційної поверхні порівняно з іншими реагентами та сорбційні пори практично одного розміру, які не дозволяють адсорбуватись барвним речовинам різної молекулярної маси. Результати наведені на рис. 1 і 2.

Ефективність очисної дії адсорбента MN-502 на клеровку є також недостатнім (табл. 1), причому його регенерація складна, і він є відносно дорогим, тому його не можна рекомендувати для практичного використання на вітчизняних цукрових заводах.



Витрати MN-502, % до м.СР

Рисунок 1 – Залежність чистоти сиропу від витрат реагенту



Витрати MN-502, % до м.СР

Рисунок 2 – Залежність ефекту знебарвлення сиропу від витрат реагенту

Таблиця 1 – Результат дії сорбента MN-502 при очищенні клеровки

№ проб	Показники якості клеровки до очищення			Витрати адсорбента, % до маси СР	Показники якості клеровки після очищення			Ефект знебарвлення, %
	Ч, %	pH	Кольоровість, ICUMSA $\lambda=560$ нм		Ч, %	pH	Кольоровість, ICUMSA $\lambda=560$ нм	
1	97,00	8,60	1506,76	0,25	97,06	8,50	1358,60	9,83
2				0,50	97,40	8,40	1305,80	13,37
3				0,75	97,51	8,30	1323,45	12,10
4				1,00	97,25	7,90	1338,30	11,18
5				1,50	97,10	7,80	1347,05	10,59

Досліджували також дію активного вугілля різних марок з метою визначення найбільш ефективної для очищення густих напівпродуктів. Встановлено, що активне вугілля марки СКН-3 ІСПЕ НАНУ має найбільшу величину підвищення чистоти та ефект знебарвлення, що видно з рис. 3 і 4.

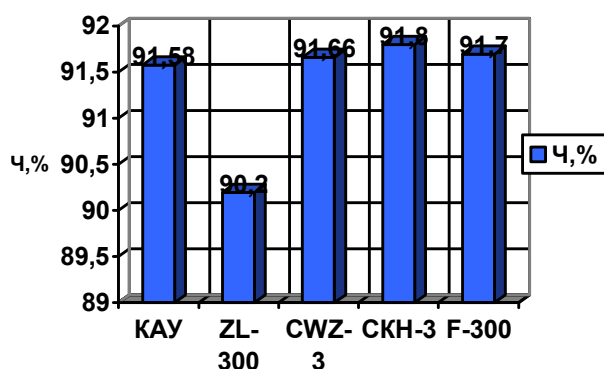


Рисунок 3 – Зміна чистоти сиропу, очищеного різними марками активного вугілля

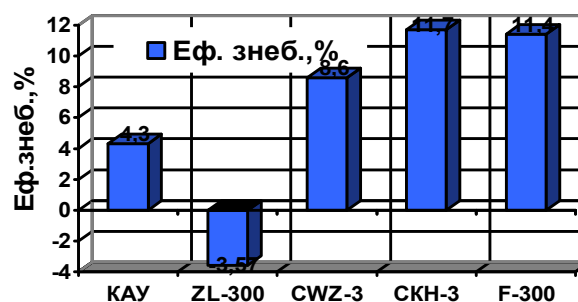


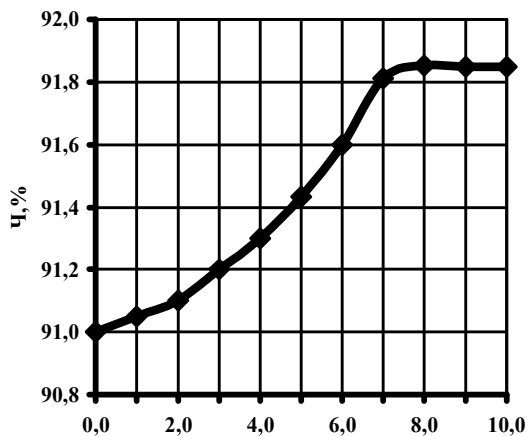
Рисунок 4 – Ефект знебарвлення сиропу різними марками активного вугілля

З отриманих даних видно, що за однакових витрат різних марок активного вугілля досягнуто ефекти зниження кольоровості сиропу близько 4...12%, причому активне вугілля марки ZL-300 виробництва Китай показало взагалі негативні результати. Ефективність очисної дії активного вугілля на клеровку складає 5...13%, що видно з таблиці 2. Вибране нами активне вугілля марки СКН-3, відрізняється більшою активною площею поверхні, а також сумарним об'ємом пор (особливо мікро- і мезопор), що позитивно відрізняє його від аналогів.

Таблиця 2 – Результат дії різних марок активного вугілля при очищенні клеровки

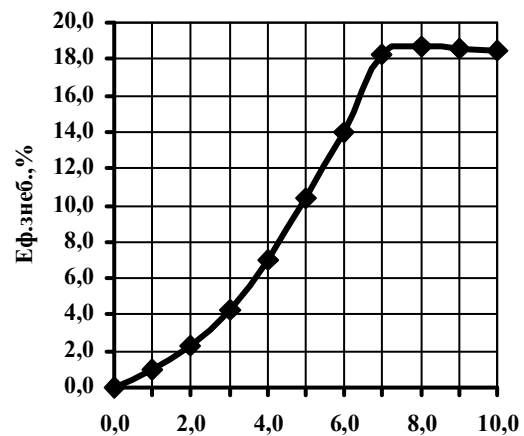
Марка активного вугілля	Ефект знебарвлення, %	Якісні показники клеровки до очищення			Якісні показники клеровки після очищення		
		Ч, %	pH	Кол., од ICUMSA, $\lambda=560$ нм	Ч, %	pH	Кол., од ICUMSA $\lambda=560$ нм
КАУ(НАНУ)	5,19	96,50	8,1	1556,82	96,78	7,80	1476,10
ZL-300(Китай)	- 2,54				95,30	7,70	1596,44
CWZ-3(Польща)	10,53				96,76	7,10	1392,80
СКН-3 НАНУ	13,12				96,90	6,97	1352,43
F-300 (Бельгія)	12,85				96,80	6,89	1356,71

При дослідженні зниження кольоровості сиропу з застосуванням реагента ПГМГХ отримані результати, які наведені на рис. 5 і 6, а клеровки в табл. 3.



Витрати реагента, $1 \cdot 10^{-3}$, % до маси сиропу

Рисунок 5 – Залежність чистоти очищеного сиропу від витрат ПГМГХ



Витрати реагента, $1 \cdot 10^{-3}$, % до маси сиропу

Рисунок 6 – Залежність ефекту знебарвлення очищеного сиропу від витрат ПГМГХ

При використанні ПГМГХ ефект знебарвлення при очищенні сиропу зростає до 18%, а при очищенні клеровки – до 19%, значно підвищується чистота, оскільки ПГМГХ у своєму складі має групи >C=NH_2^+ , що адсорбують барвні речовини, які мають від'ємний заряд за рахунок карбоксильних груп, тоді як групи $\text{>C=NH}_2\text{Cl}^-$ сприяють обміну аніонів високомолекулярних сполук. Групи -NH- , що входять до складу мономерної ланки цього поліелектроліту сприяють на перших стадіях адсорбційному приєднанню позитивно заряджених катіонів, утворюючи глобули (крупні частки), які мають велику молекулярну масу і випадають в осад, видаляючи при цьому адсорбовані барвні речовини.

ПГМГХ є катіонним поліелектролітом, що зумовлює його флокуляційні та коагуляційні властивості щодо високомолекулярних сполук, які містяться у густих напівпродуктах. Введення ПГМГХ сприяє флокуляції осаду нецукрів та

забезпеченню кращих його седиментаційно-фільтраційних властивостей. Наслідком є підвищення повноти осадження речовин колоїдної дисперсності та зменшення кольоровості.

Таблиця 3 – Результати очищення клеровки ПГМГХ

Кількість ПГМГХ, $\times 10^{-3}$, % до маси клеровки	Ефект знебарвлення, %	Показники якості клеровки до очищення (контроль)				Показники якості клеровки після очищення		
		СР, %	Ч, %	pH	Кольор., од. ICUMSA, $\lambda=560$ нм	Ч, %	pH	Кольор., од. ICUMSA $\lambda=560$ нм
2,0	3,34	63,0	95,0	8,6	1185,09	95,2	8,60	1145,40
3,0	8,78					95,3	8,58	1080,93
6,0	11,35					95,6	8,56	1050,54
7,5	19,17					95,7	8,50	957,84
10,0	15,65					95,9	8,40	999,65

В результаті проведених досліджень ефекту знебарвлення та зниження каламутності сиропу в результаті обробки реагентом ПГМГХ, а потім целюлозою різних марок встановлено, що бельгійська целюлоза марки Diacel-150 та вітчизняна целюлоза Армоцель мали найкращі результати, що видно з рисунка 7.

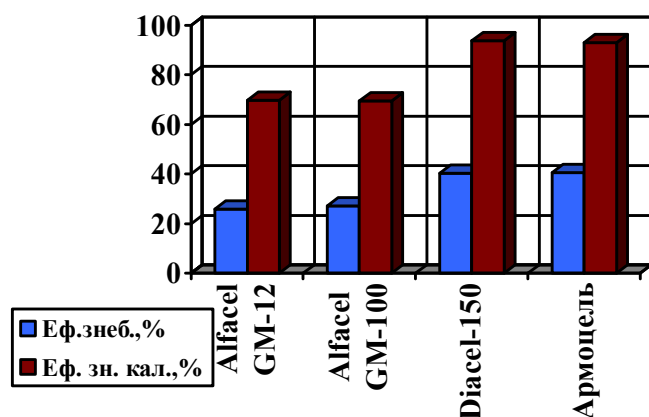


Рисунок 7 – Ефект знебарвлення та зниження каламутності при обробленні сиропу ПГМГХ та целюлозою різних марок.

Використання волокон Армоцель дозволяє значно поліпшити технологічні показники очищуваного сиропу, маючи збільшену поверхню адсорбції, що сприяє видаленню високомолекулярних, барвних та завислих речовин.

Результатами виконаних досліджень при очищенні клеровок встановлено, що бельгійська целюлоза марки Diacel-150 та вітчизняна целюлоза Армоцель має найкращі результати порівняно з іншими досліджуваними марками, при цьому вітчизняна целюлоза навіть мала кращі результати. З рисунка 7 та таблиці 4 видно, що зі збільшенням витрат целюлози від 0,5% до 1,5% збільшується ефект знебарвлення сиропу від 23 до 41%; клеровки – 25...44%.

Основною відмінністю волокон Армоцель від целюлозних волокон зарубіжного виробництва є їх доступна вартість і те, що вони мають у своєму складі певну кількість модифікованих добавок, приєднаних до волокна, зокрема, каолін в кількості 2...4%, які покращують диспергованість волокон і значно спрощують їх введення в розчини.

Каламутність досліджуваних напівпродуктів також зменшилась: сиропу на 62...93%; клеровки на 66...96%.

Таблиця 4 – Порівняльні результати досліджень ефективності комбінованої дії ПГМГХ та целюлози різних марок для очищення клеровки

№ поз.	Клеровка до очищення		Витрати ПГМГХ, % до маси клеровки, $\times 10^{-3}$	Витрати целюлози, % до маси СР клеровки	Клеровка після очищення		Ефект знебарвлення, %	Ефект зниження каламутності, %
	Кольоровість, ICUMSA	Каламутність, ICUMSA			Кольоровість, ICUMSA	Каламутність, ICUMSA		
Целюлоза марки Alphcel GM 12(Бельгія)								
1	1095,97	808,64	7,5	0,5	778,2	234,42	28,99	71,01
2				1,5	800,33	204,40	26,97	75,21
Целюлоза марки Alphcel GM 100(Бельгія)								
1	957,47	751,65	7,5	0,5	713,2	250,13	25,51	66,72
2	957,47	751,65	7,5	1,5	686,2	220,5	28,33	70,66
Целюлоза марки Diacel 150-1(Бельгія)								
1	973,52	791,87	7,5	0,5	600,89	101,6	38,28	87,16
2				1,5	553,92	45,4	43,09	95,33
Целюлоза марки Армоцель(Україна)								
1	987,32	673,5	7,5	0,5	605,40	83,3	38,68	87,63
2				1,5	550,30	26,9	44,26	96,01

Удосконалена технологія очищення сиропу із сумісним застосуванням ПГМГХ з активним вугіллям марки СКН-3 та ПГМГХ з целюлозою марки Diacel 150-1 захищені патентами України на корисну модель.

Дослідження проводили, очищаючи сироп після III корпусу випарної установки (чистотою 87,5...91,8% та вмістом сухих речовин $\sim 50\%$). Сироп обробляли ПГМГХ протягом 15 хв при перемішуванні за температури 80 °С з витратами ПГМГХ 0,002...0,01% до маси сиропу. Після відокремлення осаду у фільтраті визначали вміст сахарози, сухих речовин (СР), кольоровість в одиницях ICUMSA. Потім додавали активне вугілля марки СКН-3 ІСПЕ НАНУ у кількості 1,5...3% або целюлозу – 0,1...2,5% до маси СР сиропу. Після оброблення сиропу активним вугіллям або целюлозою протягом 25...30 хв при постійному перемішуванні, сироп фільтрували і визначали його чистоту (Ч) та кольоровість, од. ICUMSA.

При обробленні сиропу реагентом ПГМГХ забезпечується підвищення його чистоти на 0,8%. та знебарвлення на 18...29%. Необхідно відмітити, що ПГМГХ здійснює комплексний вплив на сироп: попередня коагуляційна і флокуляційна дія щодо високомолекулярних сполук сиропу забезпечує підви-

щення ефекту подальшого адсорбційного очищення сиропу активним вугіллям СКН-3 та покращання його фільтраційних властивостей.

Застосування в якості адсорбента целюлози марки Diacel 150-1 або Армоцель сприяє додатковому очищенню сиропу шляхом виведення дрібнодисперсного осаду за рахунок адсорбції на поверхні целюлози.

Проведені дослідження показали, що за цим способом очищення для досягнення найкращих якісних показників сиропу раціональні витрати ПГМГХ складають $3,0 \dots 7,5 \cdot 10^{-3}\%$ та $2,0 \dots 2,5\%$ активного вугілля марки СКН-3 до маси сухих речовин сиропу. Витрати целюлози – $0,5 \dots 1,5\%$ до маси сухих речовин сиропу. Експериментально доведено підвищення чистоти сиропу в середньому за двома способами на $0,9 \dots 1,8\%$, що зумовлено додатковим вилученням нецукрів, особливо високомолекулярних сполук, в тому числі барвних речовин. Загальний ефект знебарвлення сиропу склав $23 \dots 46\%$.

Переваги розробленого способу з використанням целюлози полягають в підвищенні якісних показників очищеного сиропу, який надходить на уварювання утфелю, що досягається завдяки додатковому вилученню нецукрів, в тому числі барвних речовин. У сиропі, доочищеному целюлозою відбувається зв'язування та осадження комплексів ВМС, продуктів лужно-термічного перетворення гексоз інвертного цукру та меланоїдинів, що сприяє зменшенню його кольоровості, каламутності та підвищенню чистоти сиропу.

На рисунку 8. наведено криві зростання ефекту знебарвлення та зниження каламутності від витрат реагенту ПГМГХ та целюлози.

Чистота сиропу при запропонованому способі очищення збільшується, що видно з рис. 9, при цьому покращуються якісні показники очищеного сиропу. Сироп виглядає прозорим, іскристим, краще фільтрується.

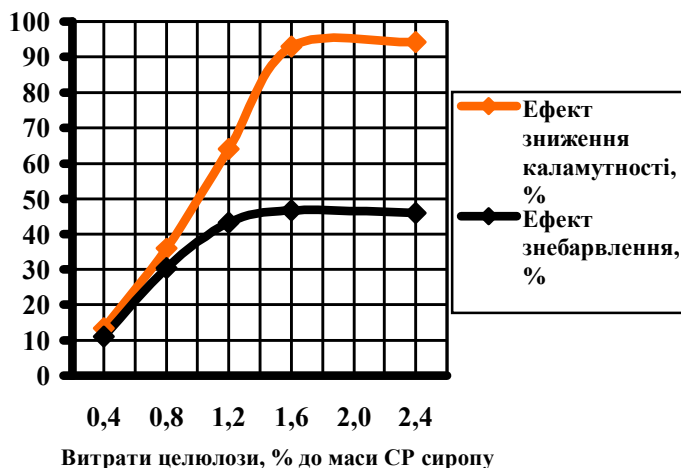


Рисунок 8 – Залежність ефекту знебарвлення та зниження каламутності від витрат целюлози при оптимальних витратах ПГМГХ ($7,5 \cdot 10^{-3}\%$ до маси сиропу)

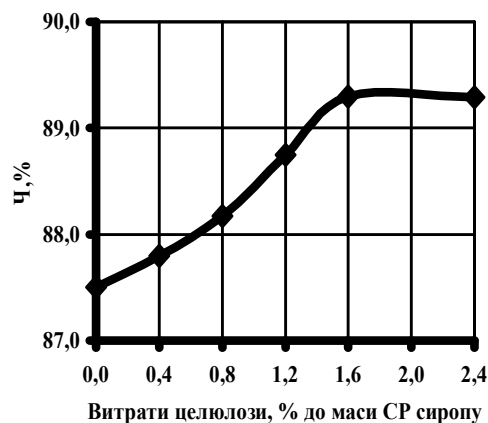


Рисунок 9 – Залежність чистоти очищеного сиропу від витрат целюлози при оптимальних витратах ПГМГХ ($7,5 \cdot 10^{-3}\%$ до маси сиропу)

З результатів досліджень, порівнюючи запропоновані способи очищення сиропу, видно, що дія целюлози в поєднанні з ПГМГХ найбільш ефективна, ніж дія активного вугілля в поєднанні з ПГМГХ, що видно з рисунка 10.

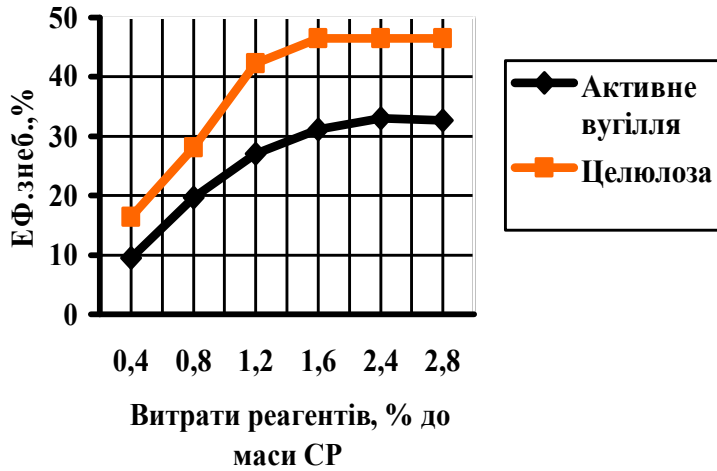


Рисунок 10 – Залежність ефекту знебарвлення від витрат активного вугілля марки СКН-3 та целюлози Армоцель при оптимальній кількості ПГМГХ ($7,5 \cdot 10^{-3}$ % до маси сиропу)

Визначення вмісту високомолекулярних речовин та солей Ca^{2+} до і після очищення сиропу за розробленими способами показало (табл. 5), що при використанні для очищення ПГМГХ та целюлози марки Diacel 150-1 або Армоцель результати кращі, ніж з використанням ПГМГХ та активного вугілля. З таблиці 5 видно, що вміст високомолекулярних речовин та солей Ca^{2+} значно зменшується після оброблення сиропу запропонованими реагентами

Таблиця 5 – Якісні показники сиропу до і після очищення за запропонованими способами

Очищення сиропу реагентами	Чистота, %		Вміст високомолекулярних речовин, % до маси СР сиропу		Вміст солей кальцію, % СаО до маси СР сиропу	
	До очищення	Після очищення	До очищення	Після очищення	До очищення	Після очищення
ПГМГХ та активне вугілля марки СКН-3	90,5	91,9	1,2	0,85	0,327	0,146
ПГМГХ та целюлоза		92,2		0,66		0,123

Математична обробка результатів досліджень була здійснена за допомогою пакету прикладних програм Mathcad Professional 2000, 2014. Розроблено математичну модель залежності підвищення ефекту знебарвлення, ефекту зниження каламутності та чистоти сиропу від витрат реагентів, яка включила розрахунок середньоквадратичної похибки, шляхом порівняння розрахункових значень з експериментальними.

Для вирішення задачі оптимізації процесу очищення сиропу після III корпусу випарної установки при застосуванні даних реагентів був обраний узагальнений критерій оптимізації, який дозволяє єдиним кількісним показником узагальнити обрані локальні критерії оптимальності.

$$F = \prod_{i=1}^n f_i'(x)^{l_i} \rightarrow \max,$$

де $f_i'(x)$ – локальні критерії оптимальності в безрозмірній формі;

l_i – вагові коефіцієнти.

В результаті були одержані наступні рівняння локальних критеріїв оптимізації (в натуральних значеннях факторів).

Спосіб 1 з використанням ПГМГХ та активного вугілля:

Залежність чистоти сиропу від витрат реагентів:

$$f1(x_1, x_2) = 0,163 \cdot x_1 x_2 - 0,136 x_1^2 + 1,399 \cdot x_1 - 0,732 \cdot x_2^2 + 2,144 \cdot x_2 + 86,699$$

Залежність ефекту знебарвлення від витрат реагентів:

$$f2(x_1, x_2) = 3,025 x_1 x_2 - 0,03075 x_1^2 - 4,36 \cdot x_1 + 23,236 x_2^2 - 108,386 \cdot x_2 + 134,294$$

Спосіб 2 з використанням ПГМГХ та целюлози:

Залежність ефекту знебарвлення сиропу від витрат реагентів:

$$f1(x_1, x_2) = 9,319 x_1 - 4,75 \cdot x_1 x_2 - 0,1705 \cdot x_1^2 + 25,11875 x_2^2 - 13,8825 \cdot x_2 + 4,41875$$

Залежність чистоти сиропу від витрат реагентів:

$$f2(x_1, x_2) = 0,125 x_1 x_2 - 0,0805 x_1^2 + 0,913 \cdot x_1 - 0,63125 x_2^2 + 1,2425 \cdot x_2 + 84,98175$$

Залежність ефекту зниження каламутності від витрат реагентів:

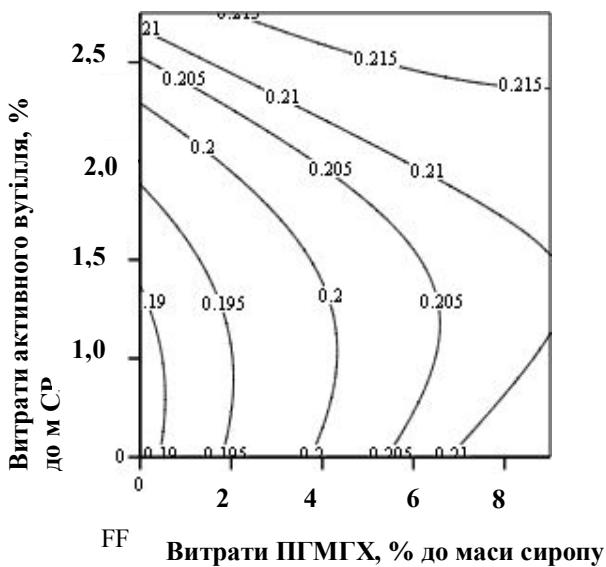
$$f3(x_1, x_2) = 13,097 x_1 - 3,3125 x_1 x_2 - 0,55625 x_1^2 + 33,50625 x_2^2 - 33,368 x_2 + 38,564$$

де: x_1 – кількість у % ПГМГХ ($\cdot 10^{-3}$), яка використовується для очищення сиропу; x_2 – загальні витрати активного вугілля, % (за способом 1) та загальні витрати целюлози, % (за способом 2).

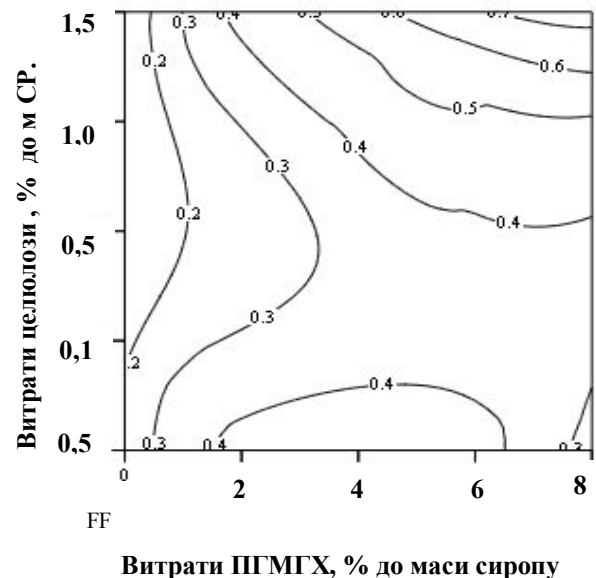
Відносна похибка отриманих рівнянь знаходиться в межах допустимих значень.

На рисунку 11 зображені лінії рівня узагальненого критерія оптимізації, за якими видно області оптимальних витрат реагентів: за способом 1 – (а), і за способом 2 – (б).

Таким чином, в результаті вирішення оптимізаційної задачі встановлено оптимальне співвідношення витрат реагенту ПГМГХ і активного вугілля (спосіб 1) та ПГМГХ і целюлози (спосіб 2) при очищенні сиропу після III к випарної установки. Так, витрати ПГМГХ становлять $7,5 \dots 7,7 \cdot 10^{-3}$ % до маси сиропу, активного вугілля 2,48%, а целюлози 1,4% до маси СР сиропу.



а)



б)

Рисунок 11(а,б) – Лінії рівня узагальненого критерію оптимізації від витрат ПГМГХ та целюлози або активного вугілля при очищенні сиропу

За удосконаленою технологією очищення пропонується відбирати сироп з III корпусу випарної установки, очищувати за запропонованим способом з використанням ПГМГХ та целюлози або активного вугілля вітчизняного виробництва, після відокремлення осаду направляти в IV корпус випарної установки для подальшого згущення, далі на фільтрування і уварювання утфелю першої кристалізації. У разі, якщо ринок не має потреби в цукрі, то відтоки утфелю II і III кристалізації слід направляти на виробництво біоетанолу, що наразі є актуальним питанням з точки зору енергозбереження і отримання високоякісного товарного білого цукру.

Осад пропонується направляти в збірник нефільтрованого соку після II сатурації з наступним виведенням за традиційною схемою після I сатурації.

Удосконалена технологічна схема очищення сиропу цукрового виробництва представлена на рисунку 12.

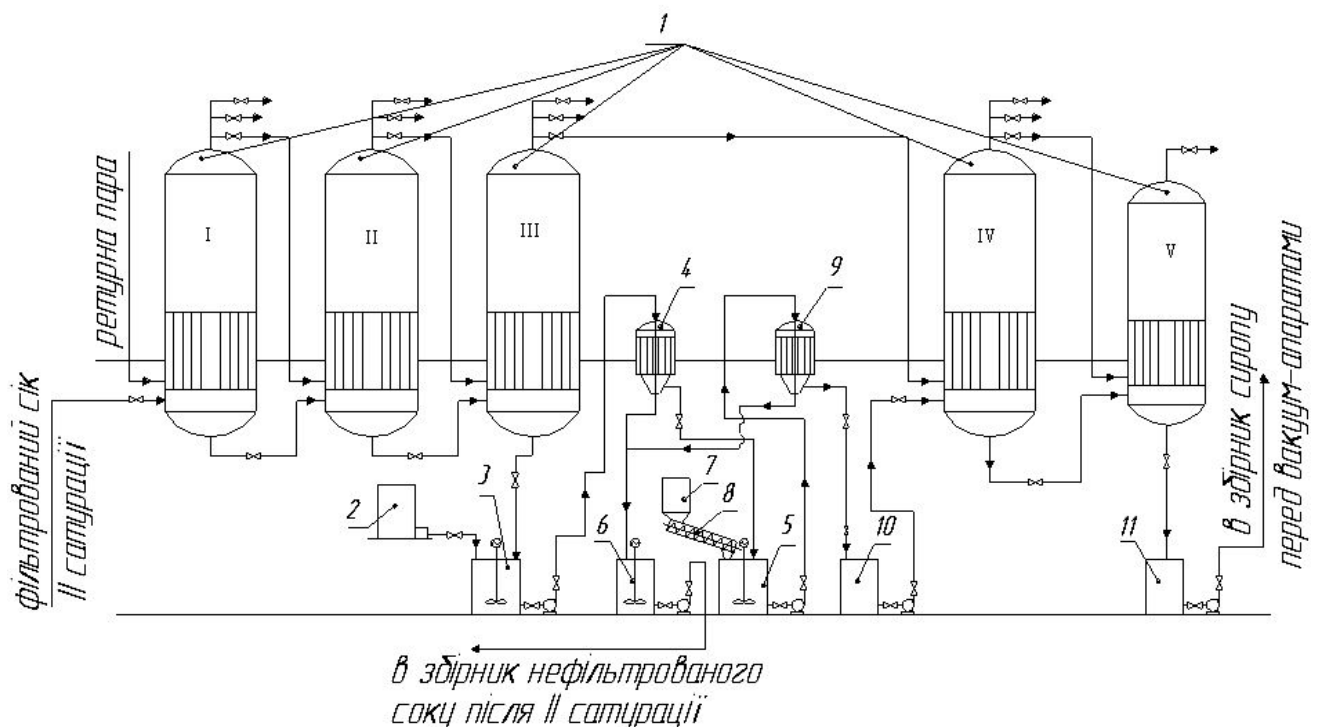


Рисунок 12 – Удосконалена схема очищення сиропу бурякоцукрового виробництва. Де: 1 – випарна установка; 2 – збірник розчину ПГМГХ; 3 – збірник-мішалка з розчином ПГМГХ; 4 – патронні фільтри; 5 – збірник фільтрованого сиропу; 6 – збірник відділеного осаду; 7 – бункер для активного вугілля або целюлози; 8 – шнек-дозатор; 9 – фільтри контрольної фільтрації; 10 – збірник очищеного сиропу; 11 – збірник сиропу після випарної установки.

У четвертому розділі “Розроблення та застосування нетоксичного освітлювача для поляриметричного визначення вмісту сахарози у її розчинах” представлені результати досліджень використання комплексного реагенту для освітлення розчинів густих напівпродуктів при визначеннях масової частки сахарози. Метою досліджень було удосконалення способу освітлення проб для поляриметричних аналізів за рахунок використання комплексного реагенту, який складається з розчину основного сульфату алюмінію (ОСА) та полігексаметиленгуанідин гідрохлориду (ПГМГХ).

Експериментально встановлено оптимальне співвідношення масових кількостей реагентів ОСА до ПГМГХ у складі комплексного реагенту – нетоксичного освітлювача: основного сульфату алюмінію – 7,5...10,0%; полігексаметиленгуанідину гідрохлориду – 1,5...2,0%.

В таблиці 6 наведені результати порівняльних поляриметричних досліджень визначення вмісту сахарози в густих напівпродуктах із застосуванням комплексного реагенту і ацетату свинцю, із яких видно, що максимальна абсолютна різниця результатів визначення склала не більше 0,1%.

Таблиця 6 – Результати порівняльних досліджень дії ацетату свинцю та комплексного реагенту на освітлення густих напівпродуктів цукрового виробництва

Назва продукту	Ацетат свинцю (контроль)		Комплексний реагент		Абсолютна різниця визначення вмісту сахарози, %
	Масова частка сахарози, %	Опт. густ. розчину, D; $\lambda=560$ нм	Масова частка сахарози, %	Опт. густ. розчину, D; $\lambda=560$ нм	
Сироп	38,00	0,043	38,05	0,037	0,05
Клеровка	62,20	0,567	62,25	0,295	0,05
Утфель I продукту	81,96	0,586	81,98	0,281	0,02
Зелена патока	60,04	0,888	60,00	0,444	- 0,04
Утфель II продукту	76,40	1,156	76,44	0,499	-0,04
Біла патока	68,00	0,523	68,02	0,307	0,02
Утфель III продукту	72,00	1,999	72,00	1,144	0,00
Меяса	48,10	1,070	48,00	0,694	-0,10

З метою з'ясування можливості розкладання сахарози комплексним реагентом і можливої похибки визначення масової частки сахарози проводили контрольне визначення вмісту сахарози методом прямої та інверсійної поляризації. Значення масової частки сахарози, визначене з комплексним реагентом відрізнялося від значення, одержаного з типовим реагентом на 0,05 °S, що знаходиться в межах допустимої похибки шкали поляриметра.

Проведені дослідження дозволили удосконалити методику поляриметричного визначення масової частки сахарози в густих напівпродуктах цукрового виробництва з застосуванням комплексного реагенту.

П'ятий розділ “Випробування розроблених способів у виробничих умовах Миронівського цукрового заводу” присвячено випробуванням удосконаленої технології очищення сиропу III корпусу випарної станції з використанням ПГМГХ і активного вугілля та ПГМГХ і целюлози.

Проведені дослідження технології очищення сиропу в умовах Миронівського цукрового заводу показали її ефективність: для сиропу,

очищеного ПГМГХ у поєднанні з активним вугіллям, підвищення чистоти якого відповідно на 0,3...0,8% із ефектом знебарвлення до 34%. Очищення сиропу ПГМГХ і целюлозою дає змогу додатково видалити ВМС, аніони кислот, барвні та завислі речовини, забезпечуючи підвищення чистоти на 0,4...1,2%, ефекту знебарвлення сиропу до 40%. Прогнозоване підвищення виходу білого цукру становить 0,37% до маси буряків.

В лабораторії заводу були проведені успішні порівняльні дослідження визначення масової частки сахарози в густих напівпродуктах цукрового виробництва із застосуванням розробленого нетоксичного освітлювача – комплексного реагенту і ацетату свинцю (контроль).

На основі отриманих результатів запропонований освітлювач рекомендований для впровадження у хіміко-технологічний контроль цукрового виробництва.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження по удосконаленню технології очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з метою підвищення чистоти, зменшення вмісту ВМС і солей кальцію, зниження кольоровості та каламутності їх розчинів із застосуванням нетоксичних реагентів – ПГМГХ, активного вугілля та целюлози дозволяють зробити наступні висновки:

1. Доведена відносно висока ефективність очищення густих напівпродуктів з послідовним використанням $7,5 \cdot 10^{-3}\%$ ПГМГХ та 2,5% до маси сухих речовин активного вугілля марки СКН-3. При цьому чистота сиропу і клеровки підвищується на 0,9...1,8%, знижується вміст ВМС сиропу на 29...30%, аніонів кислот на 55% при загальному ефекті знебарвлення сиропу 23...33%, загальний ефект знебарвлення клеровки складає 24...34%.

2. Встановлено, що застосування целюлози марки Diacel-150 або вітчизняної целюлози марки Армоцель для очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва в комплексі з ПГМГХ при очищенні сиропу забезпечує зменшення вмісту ВМС на 45%, аніонів кислот на 62%, підвищення чистоти сиропу на 0,9...1,8%, із збільшенням ефекту знебарвлення до 41% та зменшенням каламутності на 62...93%, а при очищенні клеровки: чистота підвищується до 2,0%, ефект знебарвлення до 44%, а каламутність зменшується на 66...96%.

3. Експериментально доведена недостатня ефективність застосування для очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва полістирольних адсорбентів типу MN-502, а також активного вугілля марок Filtrasorb-300 (виробництва Бельгії), антрацит CWZ-3 (виробництво Польщі), КАУ (ІСПЕ НАНУ) та ZL-300 (виробництво Китай).

4. Запропоновано безпечний нетоксичний освітлювач для поляриметричного визначення вмісту сахарози в густих напівпродуктах, який не має негативної дії на навколишнє середовище.

5. Випробування у виробничих умовах Миронівського цукрового заводу розроблених способів для додаткового очищення сиропу з застосуванням ПГМГХ і активного вугілля, ПГМГХ і целюлози показали їх ефективність з

точки зору покращення його якісних показників. Встановлено, що чистота сиропу підвищується на 1,2%, а ефект знебарвлення до 40%.

6. Розроблений спосіб освітлення цукрових розчинів для поляриметричного визначення вмісту сахарози в густих напівпродуктах із застосуванням комплексного реагенту – нетоксичного освітлювача успішно випробуваний у виробничих умовах Миронівського цукрового заводу.

7. Розроблений спосіб додаткового очищення сиропу забезпечує підвищення його чистоти, що сприяє підвищенню виходу білого цукру до 0,4%. Прогнозований економічний ефект від впровадження запропонованого способу (у цінах 2012 року на 144 617 т перероблених буряків) складає 335 310 грн з терміном окупності до 2 років.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Молодницькая Е.Н. Эффективность сульфитации полупродуктов сахарного производства / Е.Н. Молодницькая, Р.Ц. Мищук, В.О. Штангеев // М.: Сахар. – 2010. – № 11. – С. 44–46.

2. Розроблення методик поляриметричного аналізу із застосуванням комплексного реагенту / Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпець, І.М. Касян, В.О. Штангеев, О.М. Молодницька // Цукор України. – 2011. – № 2. – С. 45–48.

3. Очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з застосуванням нетоксичних реагентів / В.О. Штангеев, О.М. Молодницька, Н.А. Гусятинська, Л.С. Клименко, Л.А. Купчик // Цукор України. – 2011. – № 3. – С. 30–33.

4. Использование комплексного реагента при поляриметрическом анализе продуктов сахарного производства / Н.А. Гусятинская, Т.Н. Чорна, И.Н. Касян, В.О. Штангеев, Е.Н. Молодницькая // М.: Сахар. – 2011. – № 10. – С. 50–53.

5. Очищення сиропу бурякоцукрового виробництва з застосуванням катіонного поліелектроліту та целюлози / Н.І. Штангеева, О.М. Молодницька, А.Н. Савич, Л.С. Клименко, Н.А. Гусятинська // Цукор України. – 2011. – № 8. – С. 21–24.

6. Молодницька О.М. Удосконалення очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва з застосуванням вітчизняної целюлози / О.М. Молодницька, Л.С. Клименко, Н.І. Штангеева // Наукові праці НУХТ. – 2013. – № 48. – С. 119 – 126.

7. Пат. України № 55205. UA, МПК (2009) C13B 3/00. Комплексний реагент для очищення цукровмісних продуктів / Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпець, В.О. Штангеев, Т.М. Чорна, І.О. Касян, О.М. Молодницька; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201005998; заявл. 18.05.2010; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.

8. Пат. України № 55119. UA, МПК (2009) C13D 3/00 C13F 1/00. Спосіб очищення сиропу бурякоцукрового виробництва / В.О. Штангеев, Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпець, Л.А. Купчик, Л.С. Клименко, О.М. Молодницька; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201005251; заявл. 29.04.2010; опубл. 10.12.2010, Бюл. № 23.

9. Пат. України № 65439. UA, МПК (2011.01) C13B 25/00. Спосіб очищення сиропу бурякоцукрового виробництва / В.О. Штангеев, О.М. Молодницька, Н.А. Гусятинська, Н.І. Штангеева, Л.С. Клименко, А.Н. Савич; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201104874; заявл. 19.04.2011; опубл. 12.12.2011, Бюл. № 23.

10. Молодницька О.М. Дослідження якості меляси з метою додаткового вилучення цукрози / О.М. Молодницька, В.О. Штангеев, Л.С. Клименко // Матеріали 75-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів, студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. – К.: НУХТ. – 2009. – С.185.

11. Штангеев В.О. Основні завдання нормативно-технічного забезпечення цукрової галузі в умовах національного та світового ринку (робота ТК-56 «Цукор і крохмалепатокові продукти» по розробці стандартів на готову продукцію цукрової промисловості) / В.О. Штангеев, С.П. Вичерова, О.М. Молодницька // Науково-технічна конференція цукровиків України «Цукровий бізнес в умовах національного та світового ринку». – К.: Цукор України. – 2010.– С. 181–184.

12. Молодницька О.М. Дослідження знебарвлення густих напівпродуктів за допомогою нових адсорбентів / О.М. Молодницька, В.О.Штангеев // Матеріали 76-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів, студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. – К.: НУХТ. – 2010. – Ч. II. – С. 65.

13. Новий нетоксичний реагент для освітлення поляриметричних розчинів цукрового виробництва / І.М. Касян, О.М. Молодницька, Н.А. Гусятинська, В.О. Штангеев // Науково-технічна конференція цукровиків України «Цукровий бізнес в умовах національного та світового ринку». – К.: Цукор України. – 2011. – С. 219–220.

14. Молодницька О.М. Розроблення методик визначення масової частки сахарози із застосуванням комплексного реагенту / О.М. Молодницька, І.М. Касян // Матеріали 77-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів, студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. – К.: НУХТ. – 2011. – Ч. I. – С. 106–107.

15. Нова методика поляриметричного визначення сахарози / Н.А. Гусятинська, Т.М. Чорна, І.М. Касян, В.О. Штангеев, О.М. Молодницька // Міжнародна науково-практична конференція «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг». – Харків: ХДУХТ. – 2011. – Ч. II. – С. 77–78.

16. Молодницька О.М. Застосування нетоксичного освітлювача у методах лабораторного аналізу цукровмісних продуктів / О.М. Молодницька, І.М. Касян // Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Стан БЖД, ОП та ЦЗ в сучасних умовах соціально-економічного розвитку України». – м. Ірпінь: НУДПСУ. – 2011. – Сек. 1. – С. 15–16.

17. Молодницька О.М. Очищення сиропу бурякоцукрового виробництва із застосуванням додаткових хімічних реагентів / О.М. Молодницька, В.О. Штангеев // Матеріали 78-ї наукової конференції молодих вчених, аспірантів, студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. – К.: НУХТ. – 2012. – Ч. I. – С. 173–174.

Особистий внесок: брала участь у підборі і теоретичному аналізі літературних та інформаційних джерел [1–6, 10–17], патентному пошуці [7–9], постановці та проведенні експериментальних досліджень за темою публікації [1–17], обробленні та узагальненні результатів, підготовці та оформленні матеріалів до публікації [1–17].

Основні результати дисертації повністю відображені в наведених публікаціях.

АНОТАЦІЯ

Молодницька О.М. Удосконалення технології очищення густих напівпродуктів цукрового виробництва. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2013.

Проведені дослідження по підвищенню очищення густих напівпродуктів, в результаті яких обрані нетоксичні реагенти: ПГМГХ, активне вугілля марки СКН-3 та целюлоза марок Diacel-150 та Армоцель.

Розроблено новий спосіб очищення сиропу з використання ПГМГХ і активного вугілля або ПГМГХ і целюлози, який дозволяє одержати високий ефект очищення сиропу, збільшити ефект знебарвлення і зменшити каламутність. Встановлено значне покращення технологічних показників очищеного сиропу за умов застосування зазначених реагентів: за витрат ПГМГХ $7,5 \cdot 10^{-3}\%$ до маси сиропу в сукупності з додаванням активного вугілля марки СКН-3 у кількості 2,5% або целюлози у кількості 1,5% до маси СР сиропу. Використання удосконаленої технології очищення сиропу після III корпусу випарної станції надає можливість отримати сироп з високими якісними показниками: збільшити ефект знебарвлення на 46%, зменшити каламутність на 62...93% і збільшити чистоту на 0,9...1,8%, що сприятиме збільшенню виходу білого цукру на 0,37% .

Розроблено комплексний реагент для освітлення цукровмісних розчинів при поляриметричному визначенні вмісту сахарози у густих напівпродуктах цукрового виробництва. Встановлено, що комплексний реагент не розкладає сахарозу при поляриметричних визначеннях. Удосконалена методика визначення масової частки сахарози із застосуванням комплексного реагенту відзначаються зручністю використання в ході проведення лабораторних аналізів та нескладністю приготування комплексного реагенту.

Ключові слова: очищення сиропу, активне вугілля, поліелектроліт, целюлоза, адсорбент, знебарвлення.

АННОТАЦИЯ

Молодницкая Е.Н. Усовершенствование технологии очистки густых полупродуктов в сахарном производстве. На правах рукописи.

Диссертация на получение учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – Технология сахаристых веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2013.

Работа посвящена повышению эффективности очистки густых полупродуктов свеклосахарного производства путем использования современных нетоксичных реагентов, таких как ПГМГХ, активный уголь марки СКН-3 и целлюлоза марок Diacel-150 и Армоцель.

Впервые научно обосновано и доказано экспериментальными исследованиями эффективность применения катионного полиэлектролита ПГМГХ в сочетании с активным углем марки СКН-3 или целлюлозы для очистки густых полупродуктов для производства белого сахара высокого качества.

Установлено, что улучшение качества густых полупродуктов сахарного производства в случае совместного применения ПГМГХ и целлюлозы обуславливается комплексным действием реагента ПГМГХ – как флокулянта и коагулянта; применение целлюлозы улучшает адсорбционные и фильтрационные характеристики густых полупродуктов в результате высокой степени ее дренажности и адсорбционной активности.

Разработан новый способ очистки сиропа с использованием ПГМГХ и активного угля или ПГМГХ и целлюлозы, который позволяет получить высокий эффект очистки сиропа, увеличить эффект обесцвечивания и эффективность удаления веществ, формирующих мутность сиропа. Установлено значительное улучшение технологических показателей очищенного сиропа при применении выбранных реагентов при расходах: ПГМГХ $7,5 \cdot 10^{-3}\%$ к массе сиропа в совокупности с активным углем марки СКН-3 в количестве 2,5% или целлюлозы в количестве 1,5% к массе СВ сиропа (декларационные патенты Украины на полезную модель № 55119 – 2010 г. и № 65439 – 2011 г.)

Использование усовершенствованной технологии очистки сиропа после III корпуса выпарной станции с использованием в качестве дополнительной очистки ПГМГХ и целлюлозы позволит получить сироп с высокими качественными показателями: наблюдается увеличение эффекта обесцвечивания на 46%, снижение мутности на 62...93%, увеличение чистоты на 0,9...1,8%, снижение содержания высокомолекулярных веществ на 45%, анионов кислот на 62%. Прогнозируемое увеличение выхода белого сахара составит 0,37%.

Разработан комплексный реагент для осветления сахаросодержащих растворов и соответственно усовершенствованы методики определения содержания сахарозы в густых полупродуктах свеклосахарного производства (декларационный патент Украины на полезную модель № 55205 – 2010 г.).

Установлено, что использование нетоксичного комплексного реагента при определении содержания сахарозы в густых полупродуктах позволит получить компактный осадок с хорошими фильтрационными свойствами в исследуемых сахаросодержащих растворах.

Установлено, что комплексный реагент не разлагает сахарозу при поляриметрических определениях. Усовершенствованные методики определения содержания сахарозы с применением комплексного реагента отличаются простотой проведения лабораторных анализов и несложностью приготовления комплексного реагента.

Разработанные способы дополнительной очистки сиропа с использованием ПГМГХ и активного угля, ПГМГХ и целлюлозы, а также предложенный способ осветления сахаросодержащих растворов для поляриметрического определения содержания сахарозы в густых полупродуктах с использованием комплексного реагента – нетоксичного осветлителя успешно прошли испытания в промышленных условиях Мироновского сахарного завода.

Прогнозируемый экономический эффект от внедрения предложенного способа (в ценах 2012 года на 144 617 т переработанной свеклы) составит 335 310 грн с периодом окупаемости до 2 лет.

Ключевые слова: очистка сиропа, активный уголь, полиэлектrolит, целлюлоза, адсорбент, обесцвечивание.

ANOTATION

Molodnickaya E.N. Improvement of technology cleaning of thick produkts in the of sugar production. – Manuscript.

Thesis for Candidate of Technical Sciences Degree, Speciality 05.18.05 – Technology of Sugary Substances and Fermentation Products – National University of Food Technologies, Kyiv, 2013.

The work is devoted the increase of efficiency of cleaning of thick produkts in the sugar production by the use of modern un toxic reagents, such as PGMGH active coal of brand of SKN-3 and cellulose of brands of Diacel-150 and Armocel.

The new method of cleaning of syrup is developed from the use of PGMGH and active coal or PGMGH and cellulose, what allows to get the high effect of cleaning of syrup and increase the effect of discolouring and effect of decline of turbidity. Use of the improved technology of cleaning of syrup after third frame of the evaporation station gives possibility of receipt of syrup with high-quality indexes, increase of effect of discolouring on 46%, to the effect decline of turbidity on 62...93%, increase of cleanness on 0,9...1,8%, that can prognostication in the increase of output of white sugar on 0,37% .

A complex reagent is developed for provide high quality of clarification of solutions and accordingly the developed methods of determination mass part of saccharose of thick produkts in the sugar production.

It is set that using of un toxic complex reagent for determination of mass part of saccharose in thick produkts will allow to get compact not hydrophilic sediment of filtrate with good filtration properties. It is tested as a result of researches, that a complex reagent does not decompose a saccharose at determinations in analysable solutions.

Keywords: cleaning of syrup, active coal, solutions, cellulose, adsorbent, discolouring.