


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ТКАЧЕНКО СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ



УДК 664.1.038: 620.3

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО СОКУ
З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРОКСИДУ АЛЮМІНІЮ
В НАНОРОЗМІРНОМУ СТАНІ

05.18.05 — технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2014

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,
член-кореспондент НААН України
Хомічак Любомир Михайлович,
Інститут продовольчих ресурсів
НААН України,
заступник директора з наукової роботи

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

кандидат технічних наук, доцент
Слива Юлія Володимирівна,
Національний університет біоресурсів і
природокористування Кабінету Міністрів України,
доцент кафедри стандартизації та сертифікації
сільськогосподарської продукції

Захист відбудеться « ____ » _____ 2014 р. о ____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601 м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія A-311.

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

Автореферат розісланий « ____ » _____ 2014 р.

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



Карпутіна М.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В останні десятиліття спостерігається суттєва зміна якості цукрових буряків, а саме кількісного та якісного складу нецукрів в них. Крім цього, буряки сучасних сортів та їх гібридів погано зберігаються, що також зумовлює різну зміну складу нецукрів під час їх зберігання. За таких умов традиційний реагент гідроксид кальцію вапняного молока не спроможний забезпечити високий ефект видалення нецукрів, а тому технологи-практики та технологи-науковці вже не перший рік удаються до пошуку додаткових реагентів для очищення дифузійного соку.

Саме пошуку та вивченню додаткових реагентів різного походження присвячені розробки вітчизняних та зарубіжних наукових шкіл професорів Бобрівника Л.Д., Ліпеца А.А., Реви Л.П., Даїшева М.І., Олянської С.П., Логвіна В.М., Сімахіної Г.О., Сидоренка Ю.І., Лосєвої В.О. та ін.

Сьогодні в зв'язку з розвитком нанотехнології з'явилися препарати, речовини в яких знаходяться в стані надвисокого подрібнення – від долей до десятків нанометрів. За рахунок високого подрібнення цим речовинам притаманні властивості, які не характерні їх хімічним сполукам, а саме – вони мають високорозвинену питому поверхню та характеризуються підвищеною хімічною активністю, завдяки чому їх витрата, як додаткових реагентів, значно менша порівняно із речовинами, що не перебувають в нанорозмірному стані. Тому дослідження ефективності дії наноматеріалів в технології очищення дифузійного соку є перспективним напрямком.

Спираючись на позитивний досвід застосування в технологічних процесах цукрового виробництва додаткових алюмінійвмісних реагентів, а саме, сульфату алюмінію та його похідних, в роботі для дослідження було обрано гідроксид алюмінію в нанорозмірному стані. Такий вибір, в силу його високої ефективності, буде сприяти одержанню на попередньому вапнуванні соку, який має більший локальний ефект очищення та осаду більш стійкого до пептизації за умов високої лужності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась згідно з планами державних науково-дослідних робіт Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій: «Дослідження фізико-хімічних і біологічних механізмів впливу наночастинок металів з метою корекції контамінації харчових продуктів» № 0108U011258, 2009 – 2011 рр. і «Теоретичне обґрунтування та розробка біологічних джерел енергії та цукру з відновлюваної вуглеводвмісної сировини» № 011U010379, 2012 – 2013 рр. та є складовою частиною науково-дослідної роботи Інституту продовольчих ресурсів НААН України «Створення наукових основ застосування нанореагентів для управління активністю мікробних біокаталізаторів харчових технологій» № 0114U001485, 2014 – 2018 рр.

Автор особисто брав участь у проведенні лабораторних і промислових досліджень, обробленні та аналізі отриманих результатів, оформленні наукових статей та патентів.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – розробити ефективний спосіб очищення дифузійного соку з використанням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані.

Відповідно до сформульованої мети були поставлені наступні завдання:

- вивчити фізико-хімічні властивості водної дисперсії гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані: ступінь подрібнення, питому поверхню твердої фази, реакцію середовища, електрокінетичний потенціал, провести ідентифікацію речовини, яка перебуває у водній дисперсії в наноформі;
- встановити ефективну дозу і раціональну зону введення гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані в процесі очищення дифузійного соку;
- дослідити за типовою технологічною схемою вплив гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на якість соків попереднього і основного вапнувань та соків I-ї і II-ї карбонізацій;
- провести порівняльні дослідження за типовою технологічною схемою впливу використання гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані та сульфату алюмінію на якість очищених соків;
- з'ясувати механізм фізико-хімічного впливу гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на представників основних груп нецукрів дифузійного соку шляхом вивчення його дії на модельних цукрових розчинах;
- розробити спосіб очищення дифузійних соків різної якості із застосуванням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані та можливістю відокремлення осаду нецукрів до основного вапнування;
- дослідити фізико-хімічні властивості згущених суспензій та хімічний склад осадів, які відокремлені до основного вапнування, з метою подальшого їх використання в народному господарстві;
- провести обґрунтований вибір апаратурного оформлення розробленого способу очищення з варіантом можливого відокремлення осаду і згущеної суспензії осаду до основного вапнування та виведення її для виробництва біоетанолу;
- провести промислові випробування запропонованих розробок для підтвердження їх адекватності лабораторним експериментам.

Об'єкт дослідження – удосконалення кальцій-карбонатного способу очищення дифузійного соку шляхом застосування гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані.

Предмет дослідження – водна дисперсія гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані, модельні цукрові розчини представників основних груп нецукрів дифузійного соку, дифузійний сік, соки попереднього і основного вапнувань, вапнокарбонізований сік, соки I-ї та II-ї карбонізацій, а також осад вапнокарбонізованого соку.

Методи досліджень – галузеві традиційні та спеціальні фізико-хімічні, аналітичні, з використанням сучасних приладів; методи оптимізації експериментальних даних з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше доведена доцільність використання нанопрепарату гідроксиду алюмінію під час попереднього

прогресивного вапнування, що дає змогу підвищити чистоту соку на 1,4 од. та загальний ефект очищення на 11,0% за рахунок зниження вмісту білкових речовин, аніонів кислот, кальцієвих солей, забарвленості.

Уперше вивчено фізико-хімічні властивості нанопрепарату гідроксиду алюмінію, отриманого методом об'ємного електроерозійного диспергування та встановлено, що він характеризується такими показниками: реакція середовища — лужна, pH_{20} 8,2; концентрація гідроксиду алюмінію складає — 100 мг/дм³; розмір частинок твердої фази — 317,0...320,0 нм; питома поверхня твердої фази — 774,0 м²/г; електрокінетичний потенціал — +41,5 мВ; вміст твердої фази гідроксиду алюмінію — 99,75%.

Встановлено взаємозв'язок ефективної кількості гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані (0,0002...0,0004% Al(OH)₃ до маси соку) із зоною рН його вводу на стадії попереднього прогресивного вапнування (pH_{20} 9,0...9,5).

Доведено, що використання гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані у порівнянні з хімічною сполукою сульфатом алюмінію для очищення дифузійного соку підвищує чистоту соку на 0,9% та загальний ефект очищення на 6,2% за рахунок зниження вмісту аніонів кислот на 19,0%, кальцієвих солей на 16,0%, забарвленості на 42,0%.

Уперше обґрунтовано механізм фізико-хімічного впливу гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на основні групи нецукрів дифузійного соку, який полягає в нейтралізаційній гетерокоагуляції високомолекулярних сполук (ВМС), за рахунок зниження абсолютної величини їх електрокінетичного потенціалу та високої поверхневої енергії нанореагенту.

Встановлено кореляційний взаємозв'язок між фільтраційним коефіцієнтом та швидкістю фільтрування і визначено їх нові граничні значення, що забезпечують реальну здатність суспензій сатураційних соків до фільтрування під тиском.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено параметри технологічного процесу попереднього прогресивного вапнування з використанням додаткового реагенту – гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані за типовою технологічною схемою (патент України на винахід № 104338).

Розроблено параметри та апаратурне оформлення способу очищення дифузійного соку з використанням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані за схемою з відокремленням осаду нецукрів до основного вапнування, що забезпечує підвищення чистоти очищеного соку на 1,0%, зниження в ньому вмісту солей кальцію на 45,9%, зниження забарвленості соку на 53,3%, зростання ефекту очищення на 9,1%.

Удосконалено пристрій для визначення швидкості фільтрування суспензій цукрового виробництва під тиском (патент на корисну модель України № 80659), що дозволяє одержувати реальні дані щодо можливості здійснення цього процесу на сучасному фільтрувальному обладнанні, а саме фільтр-пресах і фільтрах-згущувачах.

Особистий внесок здобувача полягає в організації і проведенні експериментів, удосконаленні лабораторної установки для проведення процесу очищення дифузійного соку в прецизійних умовах та лабораторного пристрою для

визначення швидкості фільтрування суспензій цукрового виробництва під тиском; узагальненні результатів досліджень в лабораторних і виробничих умовах, а також в підготовці до публікації результатів досліджень.

У співпраці з к.т.н., доцентом Національного університету біоресурсів і природокористування України Лопатько К.Г. одержано препарат гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані, з старшим науковим співробітником ПНДЛ НУХТ, к.т.н. Верченко Л.М. досліджено фізико-хімічні властивості препарату гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані та його вплив на процес очищення та якість одержаних соків. Обговорення результатів та узагальнення досліджень проведено із науковим керівником д.т.н., професором Хомічаком Л.М.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались і обговорювалися на 76-ій, 78-ій наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів (м. Київ, НУХТ 2010 р., 2012 р.); міжнародній науковій конференції (м. Яремче, ХНУ 2011 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Инновации и научные исследования, а также их применение на практике» (м. Варшава, 2012 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг» (м. Харків, ХДУХТ 2012 р.); міжнародній науково-технічній конференції цукровиків України «Шляхи диверсифікації виробництва продукції на цукрових заводах України» (м. Київ, НУХТ 2013 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 16 наукових праць, в тому числі 6 статей у фахових виданнях, 1 з яких у закордонному фаховому виданні, 2 патенти України на корисну модель, 1 патент України на винахід, 7 тез доповідей на міжнародних, студентських та науково-технічних конференціях.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу та 6-ти розділів, висновків, списку бібліографічних джерел, що включає 172 найменування вітчизняних і зарубіжних авторів та 10-ти додатків. Основний зміст роботи викладено на 139 сторінках друкованого тексту, містить 17 рисунків та 16 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, наведено зв'язок з науковими програмами, сформульовано мету і поставлено завдання досліджень, зазначено наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, особистий внесок автора та кількість поданих публікацій.

В першому розділі «Використання додаткових реагентів для очищення дифузійного соку в цукровій промисловості» показана необхідність застосування додаткових реагентів для очищення соку та внесення змін в типову технологічну схему. Проведене теоретичне узагальнення досліджень по використанню додаткових реагентів в очищенні дифузійного соку засвідчило високу ефективність алюмінійвмісних сполук, що дало підстави, при виборі реагенту в нанорозмірному стані, надати перевагу гідроксиду алюмінію.

Узагальнено світовий і вітчизняний науково-практичний досвід підвищення ефективності очищення дифузійного соку шляхом відокремлення осаду нецукрів до основної дефекації, на основі якого встановлено, що раціональний спосіб очищення дифузійного соку, в якому досягається високий ефект видалення нецукрів, повинен включати стадію відокремлення осаду, отриманого після попереднього вапнування. Для надання осаду властивостей, які дозволяють відокремити його седиментацією або фільтруванням необхідно застосовувати вапнокарбонізацію з невеликою кількістю вапна у вигляді вапняного молока.

Розглянуто перспективи застосування досягнень нанотехнології в цукровій промисловості та в технологічних процесах цукрового виробництва. Наведено загальну характеристику препаратів в нанорозмірному стані та проаналізовано основні способи їх одержання, серед яких найбільш ефективним виявився спосіб об'ємного електроерозійного диспергування. Теоретично обґрунтована доцільність використання гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані як додаткового реагенту для очищення дифузійного соку. Відповідно до проведеного огляду літературних джерел сформульовано основні завдання досліджень.

У другому розділі «Об'єкти та методи досліджень» наведено характеристику об'єкта, предмета, методів проведення досліджень.

Для діагностики водної дисперсії гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані застосовували сучасні методи визначення розмірів частинок та електрокінетичного потенціалу за допомогою аналізатора Zetasizer Nano-ZS, методи рентгеноструктурного аналізу на дифрактометрі ДРОН-4-07 та скануючої електронної мікроскопії з використанням мікроскопа CamScan 4.

Визначення технологічних показників соків проводили згідно загальноприйнятих методик відповідно до діючих стандартів.

У процесі досліджень для визначення електрокінетичного потенціалу міцел коагуляту в досліджуваних суспензіях соків та суспензіях модельних цукрових розчинів застосовано метод «Суспензійного ефекту», який дозволяє визначати електрокінетичний потенціал з використанням рН-мілівольтметра без додаткових приладів.

Для визначення швидкості фільтрування суспензій цукрового виробництва під тиском було вдосконалено лабораторний пристрій для визначення цього показника (рис. 1), що дозволило одержувати реальні дані про можливість використання сучасного фільтрувального обладнання, а саме фільтр-пресів і фільтрів-згущувачів. На вдосконалений пристрій одержано патент на корисну модель № 74359, розроблена інструкція по експлуатації та проведено виробничі випробування пристрою.

Для чіткого дотримання технологічних параметрів проведення процесу очищення дифузійного соку: рН₂₀, температури і прецизійного дозування гідроксиду кальцію вапняного молока та гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані, була зібрана спеціальна лабораторна установка для проведення процесу очищення соку із контролем показника рН.

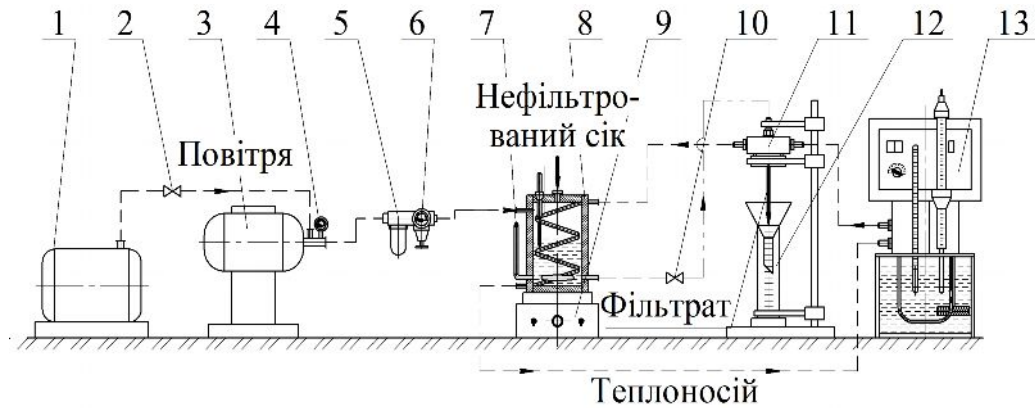


Рисунок 1 – Схема вдосконаленого лабораторного пристрою для визначення швидкості фільтрування суспензій цукрового виробництва під тиском: 1 – повітряний насос; 2,10 – запірні крани; 3 – ресивер; 4,6 – манометри; 5 – редуктор з фільтром; 7 – рівнемір; 8 – збірник суспензії; 9 – магнітна мішалка; 11 – фільтрувальна головка; 12 – мірний циліндр; 13 – термостат

Третій розділ «Вплив гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на якість соків цукрового виробництва» присвячено діагностиці та ефективності використання водної дисперсії гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані для очищення дифузійного соку.

Препарат гідроксиду алюмінію був одержаний на лабораторно-виробничій базі Національного університету біоресурсів та природокористування України методом об'ємного електроерозійного диспергування гранул чистого алюмінію. Проведена діагностика одержаного препарату засвідчила, що він є слаболужною водною стабільною дисперсною системою гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані: показник pH_{20} — 8,2; концентрація гідроксиду алюмінію складає — 100 мг/дм³; розмір частинок твердої фази — 317,0–320,0 нм; питома поверхня твердої фази — 774,0 м²/г; електрокінетичний потенціал — +41,5 мВ.

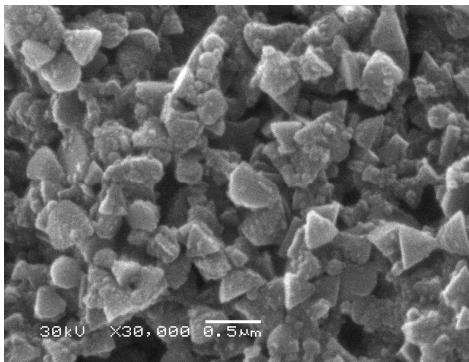


Рисунок 2 – Електронна мікрофотографія твердої фази $Al(OH)_3$

Ідентифікація наносистеми (НС) гідроксиду алюмінію шляхом електронної мікроскопії засвідчила, що тверда фаза представлена частинками пірамідальної форми (рис. 2), це характерно для моноклінної кристалічної системи гідраргіліту – гідроксиду алюмінію. Електронна мікроскопія також підтвердила розмір частинок твердої фази гідроксиду алюмінію.

Рентгеноструктурний аналіз хімічного складу твердої фази НС показав, що алюмінійвмісна сполука на 99,75% представлена саме гідроксидом алюмінію у формі гідраргіліту.

Встановлено, що ефективна кількість гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані для додаткового очищення дифузійного соку складає 0,0002... 0,0004% (в середньому 0,0003%) $Al(OH)_3$ до маси соку (рис. 3).

Саме за такої кількості сік попереднього вапнування має найвищі якісні

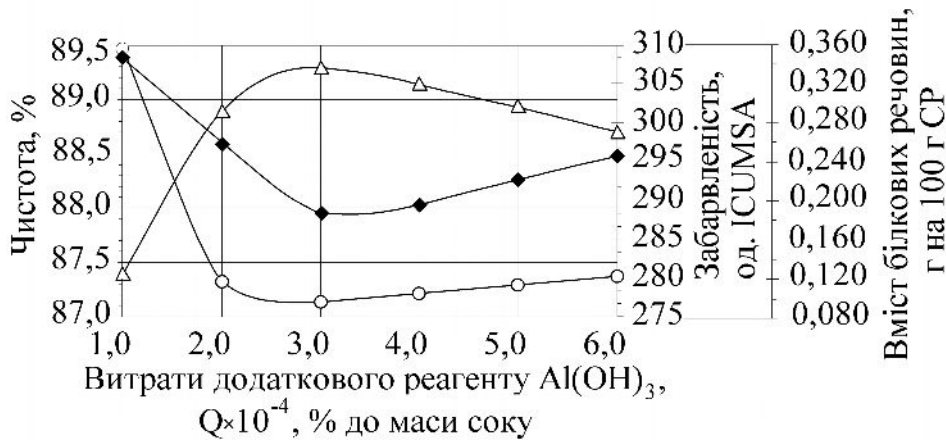


Рисунок 3 – Залежність якості соку, після попереднього прогресивного вапнування від кількості доданого реагенту Al(OH)₃ в нанорозмірному стані: —△— - чистота, %; —◆— - забарвленість, од. ICUMSA; —○— - вміст білкових речовин, г на 100 г СР

соку після попереднього вапнування від витрат додаткового реагенту та уточнено його ефективну кількість, яка становить 0,00035% Al(OH)₃ до маси соку:

$$Ч(x) = -107,114 + 1921 \cdot 10^3 \cdot x - 4953 \cdot 10^6 \cdot x^2 + 3490 \cdot 10^9 \cdot x^3, \quad (1)$$

$$Зб(x) = -372,139 + 6654 \cdot 10^3 \cdot x - 17530 \cdot 10^6 \cdot x^2 + 12730 \cdot 10^9 \cdot x^3, \quad (2)$$

$$Вк(x) = -0,428 + 6784 \cdot x - 20340 \cdot 10^3 \cdot x^2 + 17420 \cdot 10^6 \cdot x^3, \quad (3)$$

де Ч – чистота соку після попереднього вапнування, %; Зб – забарвленість соку після попереднього вапнування, од. ICUMSA; Вк – вміст білкових речовин у соку після попереднього вапнування, г на 100 г СР; x – витрата додаткового реагенту гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані, % до маси соку.

Раціональною зоною рН вводу гідроксиду алюмінію на попереднє прогресивне вапнування є зона з рН₂₀ 9,0...9,5 (табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність фізико-хімічних показників соку попереднього вапнування від зони рН вводу додаткового реагенту гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані

Назва показників	Зона рН вводу додаткового реагенту на попереднє прогресивне вапнування					
	7,5... 7,9	8,0... 8,7	9,0... 9,5	9,8... 10,2	10,8... 11,0	11,2... 11,4
Чистота, %	86,9	87,6	89,0	89,8	90,6	90,9
Вміст білкових речовин, г на 100 г СР	0,380	0,340	0,180	0,165	0,153	0,123
Питома електропровідність, См·м ⁻¹	0,321	0,313	0,270	0,268	0,265	0,262
Електрокінетичний потенціал, мВ	-12,8	-10,8	-6,69	-6,62	-6,60	-6,56
Вміст аніонів кислот, %СаО на 100 г СР	0,69	0,58	0,41	0,38	0,35	0,33

показники. Шляхом математичного аналізу та оптимізації діапазону ефективної кількості за допомогою пакету прикладних програм Mathcad Professional 2007. V.14 отримано залежності якісних показників (чистоти, забарвленості та вмісту білкових речовин)

Цей інтервал виявився саме тим порогом, з якого в сокові попереднього прогресивного вапнування починається суттєве підвищення чистоти (Ч), зниження вмісту білкових речовин, зниження питомої електропровідності, абсолютного значення електрокінетичного потенціалу, вмісту аніонів кислот.

Порівняльні дослідження впливу гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на якість соків попереднього та основного вапнування, які очищені за типовою технологічною схемою (табл. 2) засвідчили, що оброблення соку під час попереднього прогресивного вапнування сприяє підвищенню – на 1,5% чистоти, зниженню забарвленості на 28%, вмісту білкових речовин на 49,2%, вмісту аніонів кислот на 29%, це підтверджується зниженням питомої електропровідності на 30% та сприяє підвищенню локального ефекту очищення соку попереднього вапнування на 11,2%.

Таблиця 2 – Порівняльні дані впливу гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на якість соків після попереднього та основного вапнування

Назва показників	Сік після попереднього вапнування		Сік після основного вапнування	
	Без оброблення додатковим реагентом	з $Al(OH)_3$	Без оброблення додатковим реагентом	з $Al(OH)_3$
Чистота, %	88,2	89,7	85,9	89,2
Забарвленість, од. ICUMSA	423	305	501	310
Вміст аніонів кислот, %СаО на 100 г СР	0,192	0,137	0,449	0,398
Питома електропровідність, $См \cdot м^{-1}$	0,152	0,106	0,356	0,316
Вміст білкових речовин, г на 100 г СР	0,250	0,127	0,402	0,269
Локальний ефект очищення відносно дифузійного соку, %	21,1	32,3	3,2	28,6
Локальний ефект очищення відносно соку попереднього вапнування, %	-	-	-23,0	-5,0

Крім цього виявлено менше зниження якості соку основного вапнування за умов додавання на попередньому прогресивному вапнуванні гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані порівняно із соком, що не оброблявся додатковим реагентом, а саме: падіння локального ефекту очищення обробленого соку основного вапнування в 4,6 разів менше ніж необробленого, що є свідченням більшої стійкості одержаного осаду до пептизації за умов високої лужності.

Встановлено, що додавання гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на попереднє прогресивне вапнування сприяє підвищенню показників якості очищеного соку в порівнянні із соком, очищеним за типовим способом, а саме: чистота його вища на 1,4%, вдвічі нижчі показники вмісту білкових речовин, аніонів кислот, кальцієвих солей, забарвленості, показник ефект очищення більший на 11%. При цьому седиментаційно-фільтраційні властивості суспензії

соку I-ї карбонізації мають прийнятні показники навіть без додаткових флокулянтів (табл. 3).

На спосіб очищення дифузійного соку за типовою технологічною схемою із введенням на попереднє прогресивне вапнування у зону з pH_{20} 9,0...9,5 гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані в кількості 0,0002...0,0004% $Al(OH)_3$ до маси соку одержано патент України на винахід № 104338.

Таблиця 3 – Седиментаційно-фільтраційні показники суспензії соку I-ї карбонізації та якісні показники соку II-ї карбонізації, які очищені з використанням додаткового реагенту гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані та без нього

Спосіб очищення дифузійного соку	Седиментаційно-фільтраційні показники суспензії соку I-ї карбонізації			Якісні показники соку II-ї карбонізації					
	S_5 , см/хв	V_{25} , %	$F_{K,2}$, с/см ²	η , %	Вміст білкових речовин, г на 100 г СР	Вміст аніонів кислот, % CaO на 100 г СР	Вміст солей Ca^{2+} , г на 100 г СР	Забарвленість, од. ICUMSA	Ефект очищення, %
Без додавання $Al(OH)_3$	1,5-1,7	21,0	6,8	90,1	0,230	0,273	0,292	230	29,0
З додаванням $Al(OH)_3$	1,7-2,0	23,0	5,5	91,5	0,118	0,127	0,140	116	40,0

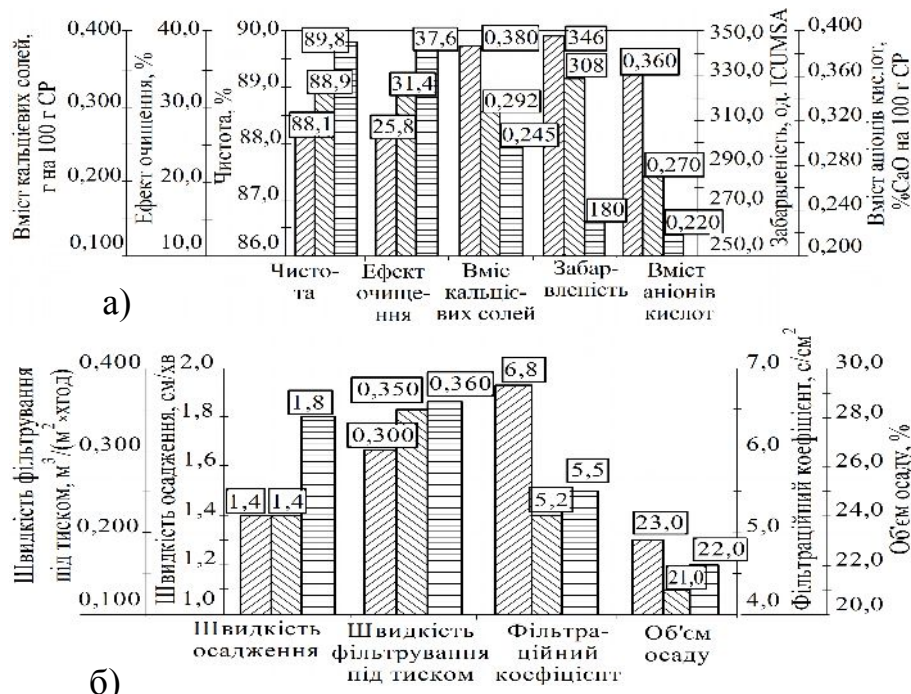


Рисунок 4 – Порівняльні дані якісних показників соків (а) та седиментаційно-фільтраційних властивостей суспензій соків I-ї карбонізації (б), які були очищені за різними способами: ▨ – типовим; ▩ – з додаванням $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$; ■ – з додаванням водної дисперсії $Al(OH)_3$ в нанорозмірному стані

На основі проведених порівняльних досліджень впливу гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані та сульфату алюмінію (рис. 4), який додавали на попередньому прогресивному вапнуванні в зону з pH_{20} 8,2...9,5 у кількості 0,06% до маси соку (А.с. №1240785), на якісні показники соку, очищеного за типовим способом, та седиментаційно-фільтраційні властивості суспензії соку I-ї карбонізації,

підтверджено ефективність впливу сульфату алюмінію на якість очищеного соку, але дія додаткового реагенту гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані виявилася більш ефективною, а саме: чистота очищеного соку підвищилась на 0,9%, вміст кальцієвих солей знизився на 16%, забарвленість знизилась на 42,0%, вміст аніонів кислот знизився на 19,0%, ефект очищення зріс на 6,2%. Седиментаційно-фільтраційні властивості суспензії соку I-ї карбонізації, очищеної за способом з додаванням $\text{Al}(\text{OH})_3$ в нанорозмірному стані, майже ідентичні у порівнянні із способом очищення з додаванням сульфату алюмінію та мають кращі показники порівняно з типовим способом очищення. Для гарантування можливості відокремлення осаду нецукрів від такої суспензії необхідним є застосування додаткових технологічних операцій, а саме проведення вапнокарбонізації.

В четвертому розділі «Взаємодія гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані з представниками основних груп нецукрів дифузійного соку» представлено результати фізико-хімічного впливу гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані в умовах попереднього прогресивного вапнування на представників основних груп нецукрів дифузійного соку: білкові речовини, вплив на які вивчали на дифузійному соку, а також буряковий пектин, сапонін, декстран, глютамінову кислоту, вплив на які вивчали на 13% модельних цукрових розчинах. Також представлено результати порівняння цього впливу з впливом алюмінійвмісного реагенту, речовина якого не перебуває в нанорозмірному стані – сульфатом алюмінію.

Встановлено, що додатковий реагент – гідроксид алюмінію в нанорозмірному стані, сприяє більш повному видаленню білкових речовин із дифузійного соку і нецукрів із модельних цукрових розчинів бурякового пектину, сапоніну, декстрану в порівнянні з розчинами, обробленими гідроксидом кальцію вапняного молока та сульфатом алюмінію. Щодо глютамінової кислоти, то гідроксид алюмінію не сприяє видаленню її із модельного розчину.

З'ясовано механізм фізико-хімічної дії гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані у кількості 0,00035% $\text{Al}(\text{OH})_3$ до маси соку на представників основних груп нецукрів дифузійного соку, що полягає в нейтралізаційній гетерокоагуляції, складовою частиною якої є зниження абсолютної величини електрокінетичного потенціалу ВМС, а також зниження високої поверхневої енергії нанореагенту, котра притаманна особливо тонким дисперсіям, шляхом агрегації та флокуляції колоїдних речовин, що в кінцевому рахунку призводить до дестабілізації, а саме додаткової коагуляції та осадження частинок суспензії соку на стадії попереднього прогресивного вапнування.

У п'ятому розділі «Розроблення апаратурно-технологічної схеми способу очищення дифузійного соку з використанням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані та відокремлення осаду нецукрів до основного вапнування» теоретично обґрунтована та експериментально підтверджена доцільність та практична можливість відокремлення осаду нецукрів до

основного вапнування з використанням на стадії попереднього прогресивного вапнування додаткового реагенту – гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані та запропоновано простий спосіб підвищення седиментаційно-фільтраційних властивостей суспензій цих осадів шляхом проведення вапнокарбонізації при рН 10,8.

Проведено уточнення раціональної витрати вапна для проведення вапнокарбонізації за умов оброблення соку на попередньому вапнуванні нанореагентом $Al(OH)_3$ в разі очищення дифузійних соків різної якості: 0,7% CaO до маси соку для соків погіршеної якості та 0,5% CaO до маси соку для більш якісних соків.

На основі порівняння даних по швидкості фільтрування під тиском і фільтраційного коефіцієнту суспензій вапнокарбонізованих соків встановлено (табл. 4), що фільтраційний коефіцієнт не завжди відображає реальну здатність суспензій сатураційних соків до фільтрування під тиском, а відповідні йому дані по швидкості фільтрування свідчать про можливість застосування для фільтрування цих суспензій фільтрів-згущувачів або фільтр-пресів.

Таблиця 4 – Залежність седиментаційно-фільтраційних властивостей суспензії вапнокарбонізованого соку від витрат вапна

Показник чистоти дифузійного соку, %	Витрата вапна, % CaO до маси соку	Швидкість осадження середня за 5 хв, S_5 , см/хв	Об'єм осаду V_{25}	Фільтраційний коефіцієнт F_k , с/см ²	Швидкість фільтрування під тиском W , м ³ /м ² ·год
83,4	0,2	1,4	19,0	9,8	0,590
	0,3	1,5	19,5	9,4	0,590
	0,4	1,6	20,0	8,7	0,588
	0,5	1,8	21,0	8,0	0,586
	0,6	2,0	21,5	7,4	0,583
	0,7	2,4	22,0	6,2	0,575
	0,8	2,8	23,0	5,9	0,569
	0,9	2,9	24,0	5,7	0,565
87,0	0,2	2,2	18,0	7,7	0,620
	0,3	2,3	18,0	6,8	0,610
	0,4	2,4	18,5	6,3	0,600
	0,5	2,8	19,0	5,0	0,585
	0,6	3,2	19,5	4,9	0,579
	0,7	3,3	20,0	4,8	0,577
	0,8	3,4	21,0	4,7	0,575
	0,9	3,4	21,0	4,7	0,575

Проведено порівняльні дослідження якості соку, очищеного за сучасним типовим способом та за запропонованим способом із відокремленням осаду нецукрів до основного вапнування з додаванням (табл. 5, Спосіб 2) та без додавання (табл. 5, Спосіб 1) гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на попереднє прогресивне вапнування.

Проведені дослідження засвідчили ефективність запропонованого способу, а саме порівняно із таким же самим способом, але без оброблення

нанореагентом (табл. 5, Спосіб 1) підвищення чистоти для соків погіршеної якості складає 0,7%, кількість солей кальцію та вміст аніонів кислот знижується на 24,0% та 28,0% відповідно, забарвленість знижується на 59,8%, ефект очищення зростає на 4,8%. У випадку очищення більш якісних дифузійних соків встановлено підвищення чистоти очищеного соку на 0,5%, зниження кількості солей кальцію та вмісту аніонів кислот на 22,4% та 26,0% відповідно, зниження забарвленості на 33,3%, зростання ефекту очищення на 4,1%. Соки, очищені за запропонованим способом, мають високу прозорість та іскристість.

Таблиця 5 – Порівняльні дані якості соків, очищених за типовим способом та запропонованим способом із відокремленням осаду нецукрів до основного вапнування з додатковим обробленням нанореагентом (Спосіб 2) та без нього (Спосіб 1)

Показник чистоти диф. соку, %	Спосіб очищення	Вміст солей Ca^{2+} , г на 100 г СР	Вміст аніонів кислот, %CaO на 100 г СР	Забарвленість од. ICUMSA	Ч, %	Ефект очищення, %
84,8	Сучасний типовий	0,243	0,223	447	88,8	29,6
	Спосіб 1	0,163	0,143	328	89,5	34,6
	Спосіб 2	0,124	0,103	132	90,2	39,4
87,4	Сучасний типовий	0,220	0,199	279	91,3	33,9
	Спосіб 1	0,152	0,132	162	91,7	37,2
	Спосіб 2	0,118	0,098	108	92,2	41,3

Седиментаційно-фільтраційні властивості суспензії соку І-ї карбонізації (табл. 6), одержаної при використанні способу очищення дифузійного соку з додаванням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані і відокремленням осаду нецукрів до основного вапнування із застосуванням вапнокарбонізації (Спосіб 2), мають покращені показники в порівнянні з типовим способом очищення та способом очищення з вапнокарбонізацією з відокремленням осаду нецукрів до основного вапнування без додавання гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані (Спосіб 1).

Таблиця 6 – Седиментаційно-фільтраційні властивості суспензій соків І-ї карбонізації за різних способів очищення дифузійного соку

Показник чистоти диф. соку, %	Спосіб очищення дифузійного соку	S_5 , см/хв	V_{25} , %	$F_{k,2}$, с/см ²	Швидкість фільтрування під тиском, W м ³ /м ² ·год
84,8	Сучасний типовий	1,7	23,0	5,8	0,480
	Спосіб 1	5,0	14,3	4,3	0,667
	Спосіб 2	5,5	12,8	3,4	0,705
87,4	Сучасний типовий	1,9	21,0	5,5	0,502
	Спосіб 1	5,2	13,2	4,1	0,680
	Спосіб 2	5,8	12,0	3,3	0,712

подається до напірного збірника 3 та через насос-дозатор 4 надходить в апарат прогресивного теплового попереднього вапнування 1 у зону з pH_{20} 9,0...9,5, що відповідає 4-й секції шестисекційного апарата, та 5-й секції восьмисекційного апарата попереднього вапнування.

За розробленою схемою дифузійний сік після теплового попереднього прогресивного вапнування з додаванням $Al(OH)_3$ в нанорозмірному стані надходить у теплообмінник 5, де нагрівається до температури 70...75°C, для запобігання пінування, після чого подається в карбонізатор соку 6, де відбувається його карбонізація при pH_{20} 10,8 з одночасним додаванням 0,5% або 0,7% CaO до маси соку в залежності від якості дифузійного соку. Через збірник 7, вапно-карбонізований сік направляється на камерний фільтр-прес 9 за варіантом I або через байпас 8 на листові фільтри-згущувачі 10 за варіантом II. Згущена суспензія соку з листових фільтрів подається на зброджування для одержання біоетанолу. Фільтрований вапнокарбонізований сік після фільтр-пресів та фільтрів-згущувачів через збірник 11 прямує на комбіноване тепло-гаряче вапнування за сучасною типовою технологічною схемою.

У шостому розділі «Результати виробничих випробувань виконаних розробок» представлено результати випробувань у промислових умовах вдосконаленого пристрою для визначення швидкості фільтрування під тиском та розробленого способу очищення дифузійного соку з використанням додаткового реагенту – гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані, відокремлення осадку нецукрів до основного вапнування із застосуванням вапнокарбонізації на ПуАТ «Саливонківський цукровий завод» під час виробничого сезону 2013 р. (табл. 7), які підтвердили адекватність одержаних результатів даним лабораторних досліджень.

Таблиця 7 – Якісні показники соків, очищених за типовою технологічною схемою, схемою заводу та за розробленим способом очищення

Дата	Спосіб очищення дифузійного соку	Чистота диф. соку, %	Вміст солей Ca^{2+} , % CaO на 100 г СР	Забарвленість, од. ICUMSA	Ч, %	Ефект очищення, %
20-22.09	Сучасна типова технологічна схема	88,8	0,231	240	91,6	26,3
	Технологічна схема заводу		0,214	236	91,8	29,2
	Розроблений спосіб		0,115	110	92,8	38,5
12-14.10	Сучасна типова технологічна схема	88,2	0,235	250	91,4	29,7
	Технологічна схема заводу		0,215	245	91,6	31,5
	Розроблений спосіб		0,117	115	92,6	40,3

У разі впровадження розробленого способу у виробництво будуть мати місце в середньому підвищення чистоти очищеного соку на 1,0%, зниження в ньому вмісту солей кальцію на 45,9%, зниження забарвленості соку на 53,3%, підвищення ефекту очищення на 9,1%, що в порівнянні із заводською технологічною схемою очищення дифузійного соку забезпечить підвищення виходу цукру на 0,07% до маси буряків, зменшення загальної витрати вапна на 0,55% CaO до маси буряків, що дозволить отримати прогнозований додатковий річний прибуток в розмірі 575,2 тис. грн (в цінах 2012 року).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Наведені у дисертації результати теоретичних узагальнень та експериментальні дані щодо практичного вирішення проблеми підвищення ефективності очищення дифузійного соку з використанням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані дозволяють зробити такі висновки.

1. Розроблено ефективний спосіб очищення дифузійного соку з використанням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані.

2. Експериментально встановлено, що введення гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані у кількості 0,0002...0,0004% $Al(OH)_3$ до маси соку в зону з pH_{20} 9,0...9,5 на стадії попереднього прогресивного вапнування сприяє підвищенню стійкості одержаного при цьому осаду до пептизації, більш повному видаленню білкових та пектинових речовини, сапоніну і декстрану та підвищенню якості очищеного соку.

3. Ефективність впливу гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані обумовлена його фізико-хімічними властивостями, зокрема високим позитивним електрокінетичним потенціалом та розвинутою питомою поверхнею частинок нанореагенту.

4. Переваги гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані у порівнянні із дією сульфату алюмінію полягають у підвищенні якісних показників очищеного соку при майже ідентичних седиментаційно-фільтраційних властивостях суспензії соку I-ї карбонізації.

5. Використання гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані під час попереднього прогресивного вапнування з наступною вапнокарбонізацією за pH 10,8 підвищує седиментаційно-фільтраційні властивості суспензії соку, та дає можливість використовувати для фільтрування фільтри-згущувачі або фільтр-преси до основного вапнування.

6. Уточнено раціональну витрату вапна для проведення вапнокарбонізації за оброблення соку на попередньому вапнуванні нанореагентом $Al(OH)_3$: 0,7% CaO до маси соків погіршеної якості та 0,5% CaO до маси більш якісних соків.

7. Здатність суспензій сатураційних соків до фільтрування на фільтр-пресах та фільтрах-згущувачах слід характеризувати не величиною фільтраційного коефіцієнту, а саме швидкістю фільтрування під тиском.

8. Випробування у промислових умовах на ПуАТ «Саливонківський цукровий завод» розробленого способу очищення дифузійного соку і вдосконаленого пристрою для визначення швидкості фільтрування суспензій

цукрового виробництва під тиском підтвердили результати лабораторних досліджень та ефективність використання гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на стадії попереднього прогресивного вапнування. Впровадження розробленого способу у виробництво дозволить отримати прогнозований додатковий прибуток за період сокодобування 60 діб в розмірі 575,2 тис. грн. (в цінах 2012 року) за рахунок підвищення виходу цукру на 0,07% та зменшення загальної витрати вапна на 0,55% СаО до маси буряків.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Новації в підході до очищення дифузійного соку в цукровому виробництві / В.В. Олішевський, Л.М. Верченко, А.І. Маринін, О.В. Ардинський, С.В. Ткаченко // Наукові праці НУХТ. – 2012. – №43 – С. 78 – 79.
2. Перший досвід застосування реагенту в нанорозмірному стані для додаткового очищення дифузійного соку в бурякоцукровому виробництві / Л.М. Верченко, С.В. Ткаченко, А.І. Маринін, К.Г. Лопатько // Цукор України. – 2012. – №12(84). – С. 15 – 20.
3. Нанотехнології в цукровій промисловості / К.Г. Лопатько, С.В. Ткаченко, В.В. Олішевський, Л.М. Верченко, А.І. Маринін, О.В. Ардинський // Науковий вісник НУБіПУ. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2012. – Вип. 170, Ч.1. – С. 361–366.
4. Вапняне молоко в цукровому виробництві: уявне та дійсне / Л.М. Верченко, Л.М. Хомічак, С.В. Ткаченко, Н.В. Сидоренко // Цукор України. – 2013. – №2(86). – С. 18 – 22.
5. Додаткові реагенти для очищення дифузійного соку: минуле, сьогодення, перспективи / Л.М. Верченко, С.В. Ткаченко, Л.М. Хомічак, Н.В. Сидоренко // Цукор України. – 2013. – №4(88). – С. 19 – 23.
6. Верченко Л.М. Влияние гидроксида алюминия в наноформе на несахара диффузионного сока / Л.М. Верченко, С.В. Ткаченко, Л.М. Хомічак, // Сахар. – 2013. – №9. – С. 44 – 47.
7. Патент на винахід 104338 U Україна МПК13 С13В 20/00. Спосіб очищення дифузійного соку / Олішевський В.В., Верченко Л.М., Маринін А.І., Ткаченко С.В., Ардинський О.В., Лопатько К.Г.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій – № 201204314; заявл. 06.04.2012; опубл. 27.01.2014, Бюл. №2.
8. Патент на корисну модель 74359 U Україна МПК11 С13В 20/02. Спосіб очищення дифузійного соку / Олішевський В.В., Верченко Л.М., Маринін А.І., Ткаченко С.В., Ардинський О.В., Лопатько К.Г.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій – № 201204330; заявл. 06.04.2012; опубл. 25.10.2012, Бюл. №20.
9. Патент на корисну модель 80659 U Україна МПК13 С13В 10/00. Лабораторний пристрій для визначення швидкості фільтрування / Ткаченко С.В., Верченко Л.М., Хомічак Л.М., Ткаченко В.І.; заявник і патентовласник Національний університет харчових технологій – № 201213595; заявл. 27.11.2012; опубл. 10.06.2013, Бюл. №11.

10. Застосування нанотехнологій в процесах харчових виробництв / С.В. Ткаченко, А.І. Українець, В.В. Олішевський, А.І. Маринін // 76-а наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів, 12 – 13 квітня 2010 р., Київ, НУХТ: тези доп. – К., 2010. – Ч.2 – С. 127.

11. Marinin A. Nanotechnologies development in food industry / A. Marinin, V. Olishevsky, S. Tkachenko // IV Українсько-Польські наукові Діалоги, 11-14 жовтня 2011 р., м. Яремче, Хмельницький національний університет: тези наукових праць міжнародної наукової конференції. – Хмельницький-Яремче, 2011. – С. 48 – 49.

12. Застосування наночастинок гідроксиду алюмінію для очищення дифузійного соку на стадіях попереднього та основного вапнування / С.В. Ткаченко, Л.М. Верченко, А.І. Маринін, О.В. Ардинський, Т.В. Никитюк // 78-міжнародна наукова конференція молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті», 2-3 квітня 2012 р., Київ, НУХТ: тези доп. – К.: НУХТ, 2012. – Ч. 2. – С. 71 – 72.

13. Очищення дифузійного соку з використанням препарату наночастинок гідроксиду алюмінію / С.В. Ткаченко, В.В. Олішевський, Л.М. Верченко, А.І. Маринін, О.В. Ардинський // Міжнародна науково-практична конференція «Удосконалення процесів і обладнання-запорука інноваційного розвитку харчової промисловості», 10-11 квітня 2012 р., Київ, НУХТ: тези доп. – К.: НУХТ, 2012. – С. 31 – 32.

14. Досвід застосування нанопрепаратів для очищення дифузійного соку в бурякоцукровому виробництві / С.В. Ткаченко, В.В. Олішевський, Л.М. Верченко, А.І. Маринін, О.В. Ардинський // Международная научно-практическая конференция «Инновации и научные исследования, а также их применение на практике», 29-31 мая 2012 г., Варшава: материалы док. – Варшава, 2012. – С. 45 – 47.

15. Комплексне очищення дифузійного соку / С.В. Ткаченко, В.В. Олішевський, Л.М. Верченко, А.І. Маринін, О.В. Ардинський // Міжнародна науково-практична конференція присвячена 45-річчю ХДУХТ «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, готельного, ресторанного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг», 18 жовтня 2012 р., Харків: тези доп. – Х., 2012. – Ч.1. – С. 381 – 382.

16. Ткаченко С.В. Додаткові реагенти для очищення дифузійного соку: минуле, сьогодення, перспективи / С.В. Ткаченко, Л.М. Верченко, Л.М. Хомічак // Міжнародна науково-технічна конференція цукровиків України «Шляхи диверсифікації виробництва продукції на цукрових заводах України» 26-27 березня 2013 р., Київ: тези доп. – К., 2013. – С. 171 – 172.

Особистий внесок : брав участь у пошуку і аналізі літературних джерел [1-6], патентному пошуку, у висуненні та обговоренні ідей [7-9], експериментальних дослідженнях за темою публікацій [1-6, 10-16], обробленні

та узагальненні результатів, підготовці та оформленні матеріалів до публікації [1-16].

АНОТАЦІЯ

Ткаченко С.В. Підвищення ефективності очищення дифузійного соку з використанням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані. – 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, 2014.

В дисертаційній роботі теоретично обґрунтована та експериментально підтверджена доцільність та ефективність використання гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані як додаткового реагенту для очищення дифузійного соку.

Проведено детальне вивчення фізико-хімічних властивостей препарату гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані.

Визначено, що ефективна кількість препарату гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані для додаткового очищення дифузійного соку складає 0,0002...0,0004% $Al(OH)_3$ до маси соку, яку раціонально вводити на стадії попереднього прогресивного вапнування в зону з pH_{20} 9,0...9,5.

Експериментально встановлено ефективність впливу гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на якість соків попереднього вапнування, основного вапнування, очищеного соку та підвищену стійкість одержаного на попередньому вапнуванні осаду до умов високої лужності основного вапнування.

Встановлено більш ефективну дію гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані на якість очищених соків в порівнянні з дією сульфату алюмінію.

З'ясовано механізм фізико-хімічної дії гідроксиду алюмінію в наноформі на представників основних груп нецукрів дифузійного соку.

Розроблено спосіб очищення дифузійного соку з використанням гідроксиду алюмінію в нанорозмірному стані та відокремлення осаду нецукрів до основного вапнування із застосуванням вапнокарбонізації.

Ключові слова: дифузійний сік, очищення, нанореагент, нецукри, дисперсність, осадження, коагуляція.

АННОТАЦИЯ

Ткаченко С.В. Повышение эффективности очистки диффузионного сока с использованием гидроксида алюминия в наноразмерном состоянии. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – технология сахаристых веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2014.

В диссертационной работе теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность и эффективность использования гидроксида алюминия в наноразмерном состоянии в качестве дополнительного реагента для очистки диффузионного сока.

Детально изучено физико-химические свойства препарата гидроксида алюминия в наноразмерном состоянии.

Определено, что эффективное количество гидроксида алюминия в наноразмерном состоянии, для дополнительной очистки диффузионного сока составляет 0,0002...0,0004% $\text{Al}(\text{OH})_3$ к массе сока, которое рационально вводить на стадии предварительной прогрессивной дефекации в зону с pH_{20} 9,0...9,5.

Экспериментально установлено эффективность влияния гидроксида алюминия в наноразмерном состоянии на качественные показатели соков предварительной дефекации, основной дефекации, очищенного сока, а также повышенную устойчивость полученного на предварительной дефекации осадка к условиям высокой щёлочности основной дефекации.

Установлено более эффективное действие гидроксида алюминия в наноразмерном состоянии на качество очищенных соков по сравнению с действием сульфата алюминия.

Изучен механизм физико-химического действия гидроксида алюминия в наноформе на представителей основных групп нес сахаров диффузионного сока.

Разработан способ очистки диффузионного сока с использованием гидроксида алюминия в наноразмерном состоянии и отделением осадка нес сахаров до основной дефекации с применением одновременного известкования и карбонизации.

Ключевые слова: диффузионный сок, очистка, нанореагент, нес сахара, дисперсность, осаждение, коагуляция.

ANNOTATION

Тkachenko S. The development of increasing method of diffusion juice purification effect using aluminum hydroxide in the nanodimensional state. - The article is published on a handwriting basis.

Candidate's thesis in Technical Science, speciality 05.18.05 – Technology of Sugary Substances and Fermentation Products. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2014.

In the thesis was theoretically proved and experimentally confirmed the expedience and efficiency of using aluminum hydroxide in the nanodimensional state as additional reagent for diffusion juice purification. A detailed study of the physicochemical characteristics of aluminum hydroxide preparation in the nanodimensional state was conducted, namely the reaction medium, the concentration of aluminum hydroxide in the preparation, the particle size of the solid phase, specific surface area of the solid phase, electrokinetic potential were defined and the chemical structure identification of the solid phase by nanosystems was conducted.

Experimentally is find out that adding additional reagent in an amount from 0,0002% to 0,0004% $\text{Al}(\text{OH})_3$ on the previous progressive liming in the area from pH_{20} 9,0...9,5 leads to increasing of qualitative indices of previous juices, main liming, purified juices and it also facilitates in obtaining sediment on the previous liming which is more stable to high alkalinity conditions of main liming.

Based on the investigation results of physicochemical effect of aluminum hydroxide in the nanodimensional state in conditions of progressive pre - liming on the main representatives of specific groups of nonsugar of diffusion juice, it was found out the physicochemical mechanism of aluminum hydroxide action in the nanostate on the main representatives of specific groups of nonsugar of diffusion juice: protein and pectin, saponin, dextran and was proposed the theoretical justification of the aluminum hydroxide action in the nanodimensional state on the macromolecular substances and the substances of colloidal dispersion during pre - liming.

Physico-chemical action mechanism of aluminum hydroxide in nanoscale condition is the neutralization heterocoagulation, part of which is reducing the absolute value of electrokinetic potential macromolecular compounds, and reducing the energy nanoreagents high surface, which characterized especially fine dispersion by aggregation and flocculation of colloidal substances in ultimately leads to destabilization, namely additional coagulation and deposition of particles in suspension juice under the previous progressive liming.

Theoretically was proved the necessity of separation of the pre-liming precipitations in case of using the additional reagent - aluminum hydroxide in nanostate and it was used a simple method for increasing sedimental - filtered suspensions characteristics of these precipitations through liming - carbonation to *pH* 10,8, which allows using the thickener - filters or filter for pressing for their separation. Purification of juice for this method enhances the purity of the purified juice by 1.0%, decrease calcium content by 45.9%, decrease juice coloration by 53.3%, increase purification effect by 9.1%.

The appropriateness of reasonable consumption of lime for liming - carbonation was proved in case of diffusion juices cleaning of different quality: 0,7% CaO to the juice amount for juices of worsened quality and 0,5% CaO to the juice amount for better juices.

For factory and laboratory practice was improved the device for speed determining of filtration under pressure and set on the basis of facts due to speed filtration under pressure liming - carbonation juices that filtration coefficient does not reflect the real suspensions ability of carbonation juices before filtration under pressure.

The method of diffusion juice purification was developed with using aluminum hydroxide in nanostate in the previous progressive liming and cleaning method with using aluminum hydroxide in the nanostate and separation secretion before the main liming with using liming - carbonation.

Based on the summing up of the experimental facts was set up that additional effective reagent for diffusion juice purification must meet three basic conditions: to have a polyvalent cation, to create alkaline and if it is a dispersed system, obligatory will have a positive electrokinetic potential.

Keywords: diffusion juice, purification, nanoreagent, nonsugar, dispersion, precipitation, coagulation.

Підп. до друку 03.09.2014 р. Наклад 130 пр. Зам. № .

НУХТ, 01601 Київ, вул. Володимирська, 68

Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.