

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ГУСЯТИНСЬКА НАТАЛІЯ АЛЬФРЕДІВНА

УДК 664.1.034

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ
МЕТОДІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВИЛУЧЕННЯ САХАРОЗИ З
ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

05.18.05 - Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Київ – 2008

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий консультант: доктор технічних наук, професор
Ліпець Антон Адамович,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри технології цукру та полісахаридів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Сидоренко Юрій Ілліч,
Московський державний університет харчових
виробництв, завідувач кафедри товарознавства та
основ харчових виробництв

доктор технічних наук, професор
Хоменко Микола Дмитрович,
Інститут післядипломної освіти Національного
університету харчових технологій, завідувач
кафедри виробництва цукру та сахаридів

доктор технічних наук, старший науковий
співробітник
Міщук Ромуальд Цезаревич,
ДНУ “Український науково-дослідний інститут
цукрової промисловості”, провідний науковий
співробітник

Захист відбудеться “ 28 ” травня 2008 р. о _____ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

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

Автореферат розісланий “ ” _____ 2008 р.

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

М.В. Карпутіна

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми. Пріоритетним завданням бурякоцукрової галузі України є забезпечення ринку цукру для потреб населення та харчової промисловості. У зв'язку зі вступом України до СОТ актуальним є розроблення та впровадження інноваційних технологій, що забезпечували б підвищення техніко-економічних показників бурякоцукрового виробництва, високу якість цукру-піску, в тому числі його відповідність вимогам ДСТУ щодо мікробіологічних показників.

Реалізація цих завдань потребує комплексного вирішення питання забезпечення високої технологічної якості цукрових буряків та підвищення ефективності технології їх перероблення, що ґрунтується на вдосконаленні основних технологічних процесів, розробленні методів та впровадженні прогресивних способів їх інтенсифікації.

Процес екстрагування сахарози з бурякової стружки та якість одержаного дифузійного соку в значній мірі визначають ефективність наступних технологічних стадій виробництва, впливають на вихід та якість цукру, витрати палива та вапна у виробництві. Вагомий внесок у розвиток теоретичних положень та розроблення способів удосконалення процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки зробили вітчизняні та зарубіжні вчені – Сілін П.М., Головін П.В., Лисянський В.М., Ліпєц А.А., Даїшев М.І., Купчик М.П., Пушанко М.М., Хоменко М.Д., Рева Л.П. та інші.

Наразі у зв'язку з потребою зменшення енергетичних витрат у виробництві цукру з буряків, забезпечення рентабельності виробництва існує необхідність подальшого пошуку нових технологічних і технічних рішень з використанням фізико-хімічних методів інтенсифікації процесу вилучення сахарози з бурякової сировини.

Крім того, виробництво цукру пов'язане зі значними витратами води, яка відповідно до Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища” належить до природних ресурсів. Основними шляхами зменшення витрат свіжої води у бурякоцукровому виробництві є впровадження новітніх технологій в основному виробництві та застосування оборотних систем водопостачання.

Отже, вирішення питання підвищення ефективності вилучення сахарози з цукрових буряків з одночасним очищенням дифузійного соку на основі застосування фізико-хімічних методів інтенсифікації процесу, теоретичне обґрунтування та розроблення способів удосконалення технології екстрагування сахарози з метою підвищення виходу цукру з одиниці сировини, зменшення витрат паливних та природних ресурсів є важливою та актуальною в науковому і практичному аспектах проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, результати яких викладено в дисертаційній роботі, виконувались відповідно до держбюджетної тематики науково-дослідних робіт кафедри технології цукристих речовин НУХТ на 2001-2005 рр. та 2006-2010 рр., планів госпрозрахункових робіт НУХТ: „Дослідження та розроблення рекомендацій

по використанню препарату „Біодез” в технології бурякоцукрового виробництва” з „Укрзооветпромпостач” (№ 56/04 від 1.10. 2004 р.), „Розробка технологічної документації по використанню дезінфекційного засобу „Жавель-Клейд” в технології цукрового виробництва” (№ 200, 2007 р.), „Розробка технологічної документації по використанню дезінфекційного засобу „Ді-Хлор” в технології цукрового виробництва” (№ 210, 2007 р.).

Автором особисто розроблено програми і методики проведення лабораторних та промислових досліджень, виконано ряд лабораторних та промислових випробувань розроблених способів, проведено математичне оброблення та узагальнення одержаних результатів експериментальних даних.

Мета і задачі досліджень. Мета роботи – на основі комплексних теоретичних та експериментальних досліджень впливу хімічних реагентів, теплового оброблення, механічної дії пресування та подрібнення бурякової сировини на інтенсифікацію процесу вилучення сахарози, покращення технологічної якості дифузійного соку обґрунтувати методи, розробити та удосконалити способи, що сприяють підвищенню виходу цукру та зниженню витрат паливно-енергетичних ресурсів у виробництві.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані такі завдання досліджень:

- за допомогою методів комп’ютерної хімії дослідити механізм взаємодії пектинових речовин з коагулянтom – основним сульфатом алюмінію (ОСА) та флокулянтom – полігексаметиленгуанідину гідрохлоридом (ПГМГХ);
- на основі узагальнення теоретичних положень та результатів проведених експериментальних досліджень розробити методи інтенсифікації технологічного процесу вилучення сахарози з бурякової стружки та одержання дифузійного соку із застосуванням комплексного фізико-хімічного впливу теплового оброблення, коагулянту та флокулянту, а також механічної дії пресування та подрібнення бурякової сировини;
- на основі визначення характеру впливу основних діючих факторів на технологічний процес вилучення сахарози розробити математичну модель та визначити основні технологічні параметри під час екстрагування сахарози із застосуванням хімічних реагентів для обробки живильної води та бурякової стружки;
- на основі експериментальних досліджень мікробіологічних процесів у промислових дифузійних апаратах та встановлення ефективності дії ряду нових антисептичних препаратів щодо контамінуючої мікрофлори сировини, продуктів виробництва і технологічних вод обґрунтувати методи зменшення втрат сахарози під час екстрагування з бурякової стружки та способи їх реалізації;
- на основі експериментальних та теоретичних досліджень обґрунтувати дифузійно-пресову технологію вилучення сахарози з бурякової стружки із застосуванням коагулянту основного сульфату алюмінію та розробити програму розрахунку, що забезпечувала б прогнозування кінцевого виходу цукру для заданих вихідних параметрів технологічної якості буряків та способу екстрагування;
- обґрунтувати теоретичними та експериментальними дослідженнями метод інтенсифікації вилучення сахарози з бурякової сировини за рахунок комплексного фізико-хімічного впливу теплового оброблення, дії коагулянту чи флокулянту

та механічного розкриття клітин бурякової тканини;

– провести апробацію розроблених методів та способів інтенсифікації технологічного процесу вилучення сахарози з бурякової стружки та одержання дифузійного соку у виробничих умовах і визначити їх економічну ефективність.

Об'єкт дослідження – технологія вилучення сахарози з цукрових буряків.

Предмет дослідження – технологічні властивості бурякової стружки, дифузійного та очищеного соків, жомопресової води у разі застосування фізико-хімічних методів впливу.

Методи дослідження – типові методики визначення технологічних показників продуктів та спеціальні фізико-хімічні, аналітичні, мікробіологічні методи контролю у бурякоцукровому виробництві, методи комп'ютерної хімії, планування експерименту, математичного моделювання, оптимізації та статистичного оброблення експериментальних даних, виконані з використанням сучасних приладів і комп'ютерних технологій.

Наукова новизна одержаних результатів. На основні системного підходу до основних принципів інтенсифікації технологічного процесу вилучення сахарози з буряків та одержання дифузійного соку теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено підвищення ефективності вилучення сахарози з цукрових буряків із застосуванням фізико-хімічних методів впливу, що сприяє забезпеченню високих техніко-економічних показників бурякоцукрового виробництва за рахунок зменшення втрат сахарози від розкладання, підвищення виходу цукру та покращення його якості, зменшення витрат палива і вапняку.

Розвинуто теоретичне підґрунтя застосування хімічних реагентів – коагулянту основного сульфату алюмінію і катіонного флокулянту полігексаметилегуанідину гідрохлориду для інтенсифікації процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки та покращення технологічної якості дифузійного соку.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що у разі застосування основного сульфату алюмінію та ПГМГХ відбувається більш швидкий плазмоліз клітин бурякової тканини, підвищується коефіцієнт дифузії сахарози на 10...20 %, забезпечується пружність бурякової стружки протягом всього процесу екстрагування завдяки збереженню структури клітинних стінок бурякової тканини.

На основі методів молекулярної механіки вперше обґрунтовано механізм взаємодії пектину з основним сульфатом алюмінію та ПГМГХ:

– встановлено, що внаслідок взаємодії пектинових речовин з аквагідроксокомплексами алюмінію, що утворюються при гідролізі основного сульфату алюмінію, відбувається зміна конформації макромолекул пектину з утворенням глобулярних міцел осаду;

– методом ІЧ-спектроскопії встановлено, що взаємодія макромолекул полімерної сполуки ПГМГХ з молекулами пектину відбувається через групи $\text{C}=\text{NH}_2^+$ з утворенням недисоціюючої полімерної сполуки. За допомогою

методів молекулярної механіки обґрунтовано механізм взаємодії пектинових речовин з ПГМГХ, що полягає в утворенні згорнутого ланцюгу комплексу пектин-ПГМГ.

Теоретичними та експериментальними дослідженнями поглиблено відомості щодо закономірностей переходу високомолекулярних сполук, в тому числі пектинових речовин, у дифузійний сік під час екстрагування сахарози залежно від тривалості процесу та pH_{20} живильної води при застосуванні основного сульфату алюмінію і ПГМГХ для обробки живильної води та бурякової стружки.

Вперше встановлено ефективність дії ряду нових дезінфікуючих засобів щодо контамінуючої мікрофлори сировини, продуктів виробництва та технологічних вод, зокрема мікроміцетів родів – *Rhizopus*, *Mucor*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Aspergillus*; бактерій – *Bacillus subtilis*, *B. megatherium*, *B. stearothermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, а також бактерій, виділених з коренеплодів цукрових буряків, уражених слизистим бактеріозом.

На основі експериментальних досліджень поглиблено відомості щодо закономірностей перебігу мікробіологічних процесів під час екстрагування сахарози з бурякової стружки та вперше визначено основні параметри застосування дезінфікуючих засобів на основі ПГМГХ та натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти. Встановлено, що оптимальні витрати дезінфікуючих засобів на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти становлять 0,0001...0,0002 % до маси буряків. У разі застосування коагулянту основного сульфату алюмінію для підготовки живильної води у кількості 0,025...0,03 %, або ПГМГХ у кількості 0,001...0,002 % до маси буряків ефект знезараження живильної води становить 85...92 %.

За розробленими вперше математичними моделями, що враховують основні фактори впливу на технологічну якість дифузійного соку, а саме ефект очищення соку та ефект видалення високомолекулярних сполук під час екстрагування, приріст вмісту редукувальних речовин, встановлено оптимальні значення pH_{20} живильної води і температури процесу екстрагування під час оброблення живильної води основним сульфатом алюмінію у разі перероблення буряків різних термінів зберігання.

На основі експериментальних досліджень та математичного оброблення даних вперше обґрунтовано ефективність застосування антисептику-флокулянту полігексаметиленгуанідину гідрохлориду для обробки бурякової стружки перед екстрагуванням у кількості 0,002...0,004 % до маси буряків.

Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено високу ефективність дифузійно-пресового способу із застосуванням ОСА для оброблення жомопресової води з метою інтенсифікації вилучення сахарози з бурякової стружки за рахунок скорочення тривалості процесу на 20...30 %; зменшення відкачки дифузійного соку на 20...25 %; покращення технологічної якості дифузійно-пресового соку. Визначено основні технологічні параметри очищення жомопресової води із застосуванням дефекозатраційного осаду.

На основі узагальнення результатів теоретичних та експериментальних досліджень розроблено метод інтенсифікації вилучення сахарози із

застосуванням теплового оброблення та дії коагулянту на бурякову стружку перед пресуванням в технології екстрагування та пресування бурякової стружки у дві стадії.

Науково обґрунтовано та підтверджено експериментальними дослідженнями метод інтенсифікації вилучення сахарози з бурякової сировини за рахунок комплексного фізико-хімічного впливу теплового оброблення, дії коагулянту чи флокулянту та механічного розкриття клітин бурякової тканини. За експериментальними дослідженнями та розробленою математичною моделлю, що описує залежність кількості сахарози, яка екстрагується у прямотоку з екстрагентом, від тривалості процесу та розмірів часточок твердої фази, встановлено основні параметри процесу вилучення сахарози з подрібненої до мезги бурякової сировини.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечено використанням сучасних методів досліджень та засобів вимірювання фізико-хімічних характеристик, статистичних методів опрацювання експериментальних даних, засобів обчислювальної техніки та підтверджується адекватністю результатів, одержаних в лабораторних умовах і під час промислових випробувань розроблених способів удосконалення технології вилучення сахарози з бурякової стружки.

Наукове значення роботи. Одержані нові наукові положення щодо теорії екстрагування сахарози поглиблюють теоретичні основи технології виробництва цукру з буряків та обґрунтовують підвищення ефективності за рахунок зменшення втрат сахарози, зниження питомих витрат палива, підвищення виходу цукру з одиниці сировини.

Практичне значення одержаних результатів. Теоретичні узагальнення, експериментальні дослідження та аналітичні розрахунки стали науковою основою для удосконалення існуючих і розроблення нових способів інтенсифікації процесу вилучення сахарози з бурякової стружки, що пройшли промислові випробування, а також впроваджені на цукрових заводах України.

На основі експериментальних досліджень розроблено способи екстрагування (деклараційні патенти України № 70735 А, № 8854, патент України № 23547) із застосуванням антисептичних засобів на основі полігексаметиленгуанідину гідрохлориду (препарати „Біодез”, „Полідез”, „Аквадез”), натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти („Жавель-Клейд”, „Ді-Хлор”, „Санітарін”) та визначено періодичність їх введення до дифузійного апарата і оптимальні витрати.

Розроблено та затверджено галузеві інструкції щодо застосування антисептичних засобів „Біодез”, „Жавель-Клейд”, „Ді-Хлор” для дезінфекції сировини, технологічних вод, продуктів та обладнання бурякоцукрового виробництва. Способи дезінфекції апробовано в промислових умовах ряду цукрових заводів України. Застосування вищеназваних дезінфікуючих засобів сприяє зменшенню втрат сахарози від розкладання на 0,05...0,1 %, покращенню технологічних показників дифузійного соку, збільшенню виходу цукру.

Розроблено способи екстрагування сахарози із застосуванням полігексаметиленгуанідину гідрохлориду для обробки живильної води та

бурякової стружки (деклараційні патенти України № 8853, № 14757). Дослідно-промисловими випробуваннями розробленого способу екстрагування на Івано-Пільському цукровому заводі встановлено підвищення чистоти очищеного соку в середньому на 0,8...1,2 од., що сприяє збільшенню виходу цукру на 0,25...0,4 %. Очікуваний економічний ефект від впровадження способу складає 274500 грн.

Проведено промислові випробування дифузійно-пресового способу вилучення сахарози з бурякової стружки та апробовано програму розрахунку оптимального вмісту сахарози у буряковій стружці на виході з дифузійного апарата залежно від технологічних показників буряків, ступеня віджимання жому, способу підготовки жомопресової води. Очікуваний економічний ефект від застосування дифузійно-пресового способу вилучення сахарози із застосуванням основного сульфату алюмінію для підготовки живильної води на Слущкому цукрорафінадному комбінаті (Беларусь) становить 164000 дол. США на 100 тис. т. перероблених буряків.

Розроблено спосіб (деклараційні патенти України № 44540 А, № 52378 А) очищення жомопресової води дефекосатураційним осадом.

Розроблено спосіб (деклараційний патент України № 68229 А) та визначено основні технологічні параметри вилучення сахарози з бурякової сировини, подрібненої до мезги. Розроблено спосіб переробки хвостиків та бою цукрових буряків із застосуванням коагулянту для підготовки живильної води (деклараційний патент № 52119 А), що сприяє підвищенню чистоти дифузійного соку на 0,6 од., зменшенню вмісту браку у буряковій стружці та зниженню мікробіологічного забруднення сокостружкової суміші у дифузійному апараті. Очікуваний економічний ефект від впровадження на Набутівському цукровому заводі становить 187 тис. грн. на 70 тис. т. перероблених буряків.

Розроблено і випробувано на Линовицькому цукровому заводі спосіб знецукрення бурякової мезги, відділеної від дифузійного соку, який передбачає її промивання живильною водою з коагулянтом у кількості 0,02...0,05 % (деклараційний патент України № 63440 А), що сприяє зменшенню мікробіологічної забрудненості сокостружкової суміші у дифузійному апараті та підвищенню показників якості дифузійного соку.

На основі результатів експериментальних досліджень розроблено спосіб вилучення сахарози із застосуванням екстрагування та пресування бурякової стружки у дві стадії та попереднього термічного оброблення бурякової стружки соком, що містить коагулянт (деклараційний патент України № 45791 А).

Розроблено спосіб підготовки живильної води для екстрагування сахарози з бурякової стружки із застосуванням основного сульфату алюмінію, на який отримано Патент України на винахід № 58320. Дослідно-виробничі випробування розробленого способу на п'яти заводах України засвідчили підвищення ефекту очищення соку під час екстрагування до 22...26 %, збільшення чистоти очищеного соку на 1...1,5 %, зменшення забарвленості очищеного соку на 20...30 %, підвищення загального ефекту очищення на 8...10 %, зменшення втрат сахарози від розкладання на 0,05...0,1 %, що в цілому

сприяло підвищенню виходу цукру на 0,3...0,5 % до маси буряків. Економічний ефект від впровадження розробленого способу на цукрових заводах України становить 3,2 млн. грн.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто обґрунтовано теоретичні концепції методів інтенсифікації процесу вилучення сахарози з бурякової сировини, визначено напрями експериментальних досліджень, обрано методики досліджень та розроблено експериментальні установки для промислових випробувань, здійснено оброблення та узагальнення одержаних результатів, безпосередньо організовано і проведено дослідно-промислові випробування, розроблено технологічні інструкції та регламенти, підготовлено і опубліковано результати теоретичних та експериментальних досліджень.

Обговорення та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим консультантом д.т.н., проф. Ліпець А.А. та д.т.н., проф. Купчиком М.П. Комп'ютерне моделювання із застосуванням методів молекулярної механіки виконано у співавторстві з д.х.н., проф. Дегтярьовим Л.С. та к.т.н. Богдановим Є.С. Дослідження ІЧ-спектрів осаду ПГМГ-пектин проведено спільно з професором Національного університету ім. Т.Г. Шевченка д.х.н. Нижником В.В. Розроблення математичних моделей здійснено за участю к.т.н. Мірошника В.О. Ряд досліджень було проведено під час роботи над кафедральною держбюджетною темою та госпдоговірними темами спільно з аспірантами Паламарчук Н.І., Чорною Т.М. та Тетеріною С.М.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на міжнародній науково-технічній конференції “Розроблення та впровадження прогресивних ресурсощадних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість” (Київ, 2001), науково-практичній конференції «Перспективные направления развития пищевой промышленности» (Одеса, 2003), міжнародній науково-технічній конференції “Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини, культура харчування населення України” (Київ, 2003), IV-VII міжнародних науково-практичних конференціях „Сахар. Повышение эффективности работы свеклосахарного комплекса» (Москва, 2004-2007), міжнародній науково-практичній конференції „Стан і перспективи розвитку переробної галузі АПК” (Мелітопіль, 2005); міжнародній науково-практичній конференції (Калінінград, 2005); всеукраїнській науково-практичній конференції “Сучасний стан і перспективи розвитку харчової і переробної галузі”, (Луганськ, ЛНАУ, 2006); IV міжнародній науково-практичній конференції “Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія” (Харків, ХДУХТ, 2006); міжнародній науково-технічній конференції „Стан і перспективи розвитку сучасних технологій і обладнання переробних і харчових виробництв” (Вінниця, ВДАУ, 2006); всеукраїнській науково-практичній конференції “Нові ресурсо- та енергозберігаючі технології харчових виробництв” (Полтава, ПУСКУ, 2007), науково-практичних конференціях цукровиків України 2004-2007 рр., науково-практичній

конференції IV міжнародного Водного Форуму „Аква-Україна 2006” „Екологічні технології 2006” (Київ, 2006).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 64 друковані праці, у тому числі 27 статей у наукових фахових виданнях, перелік яких затверджено ВАК України, 17 патентів України на винахід, 20 тез доповідей на міжнародних науково-технічних конференціях.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, восьми розділів, висновків. Робота викладена на 306 сторінках основного тексту, містить 125 рисунків, 61 таблицю та 44 додатки. Список використаних літературних джерел включає 371 найменування.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету та задачі досліджень, охарактеризовано наукову та практичну цінність роботи.

У **першому розділі** „*Аналіз технологічного процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки та методів його інтенсифікації*” показано, що основними напрямками інтенсифікації процесу вилучення сахарози з бурякової стружки та одержання дифузійного соку є покращення якості бурякової стружки; досягнення швидкого і більш повного плазмолізу клітин бурякової стружки; підвищення пружності та термостійкості бурякової стружки; забезпечення оптимального температурного режиму; покращення гідродинамічного режиму в дифузійному апараті; підвищення ефекту очищення соку під час екстрагування сахарози, пригнічення мікробіологічних процесів; підвищення якості живильної води; застосування удосконалених способів екстрагування сахарози, зокрема за рахунок механічної дії на стружку.

На основі аналізу літературних джерел показано, що застосування хімічних реагентів в технології екстрагування сахарози є ефективним способом покращення технологічних показників дифузійного соку та інтенсифікації процесу.

Розглянуто способи вилучення сахарози із застосуванням механічної дії пресування бурякової стружки та подрібнення до мезги.

На підставі літературного огляду та аналізу проведення процесу вилучення сахарози з бурякової сировини, а також основних факторів, що впливають на технологічну якість одержаного соку, визначено основні напрямки досліджень в даній дисертаційній роботі.

У **другому розділі** „*Об’єкти та методи досліджень*” наведено характеристику об’єкта, предмета та методів досліджень, опис лабораторних установок та умов проведення досліджень.

Предметом досліджень були технологічні властивості цукрових буряків, бурякової стружки, дифузійного соку, жомопресової води, соку I та II сатурації у разі застосування фізико-хімічних методів впливу.

В ході досліджень технологічних показників сировини та соків бурякоцукрового виробництва використано як загальноприйняті, так і

удосконалені автором спеціальні фізичні та хімічні методи досліджень.

Дослідження мікробіологічних показників стружки, дифузійного соку та різних категорій вод проводили за загальноприйнятими методиками визначення вмісту мікроорганізмів шляхом висівання розведень проб на відповідних поживних середовищах.

Дослідження та фотографування мікроструктури клітин бурякової тканини та осаду пектинових речовин проводили за допомогою універсального біологічного мікроскопу марки „МБУ–15”. Для визначення механізму взаємодії пектинових речовин з ПГМГХ використовували спектрофотометричний метод досліджень із застосуванням приладу UR-20.

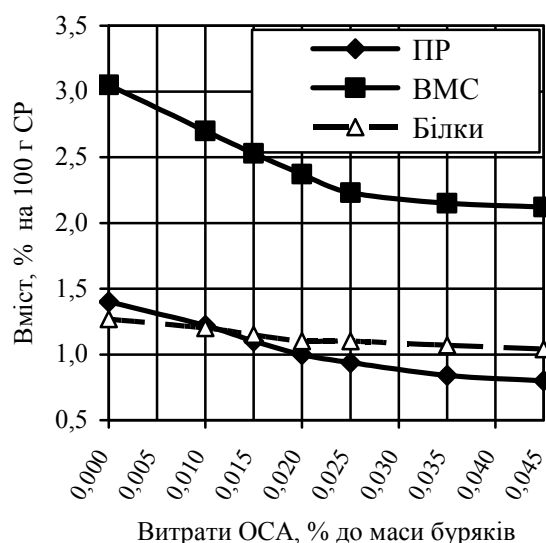
Планування експерименту, постановку та розв’язання задачі оптимізації проводили згідно сучасних методів. Статистичне оброблення результатів досліджень виконано з використанням програмного забезпечення Mathcad Professional. Розрахунок просторової моделі хімічних сполук здійснено із застосуванням програми HyperChem Professional.

Третій розділ „Наукове обґрунтування фізико-хімічного методу інтенсифікації процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки” присвячений дослідженню та теоретичному обґрунтуванню дії хімічних реагентів на технологічні показники бурякової стружки, зокрема ступінь плазмолізу клітин бурякової тканини, коефіцієнт дифузії сахарози, а також на перехід високомолекулярних сполук, в тому числі пектинових речовин, під час екстрагування сахарози у дифузійний сік. Оскільки пектинові речовини мають від’ємний заряд, то найбільшу ефективність щодо їх осадження слід очікувати від полікатионітів, зокрема коагулянту основного сульфату алюмінію та полігуанідинів. До останніх належить полігексаметиленгуанідину гідрохлорид.

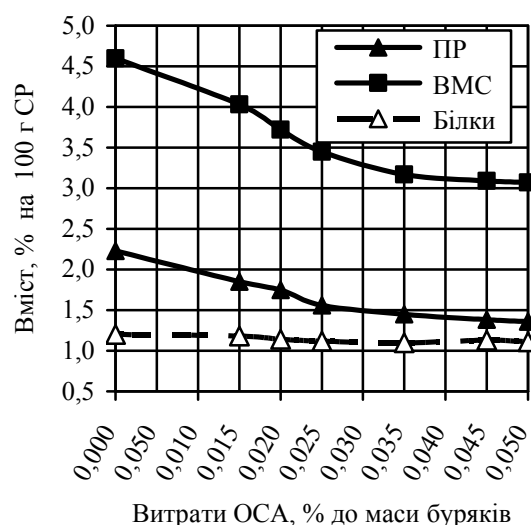
Встановлено, що застосування основного сульфату алюмінію та ПГМГХ сприяє інтенсифікації процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки за рахунок збільшення вмісту плазмолізованих клітин на 8...12 % за період 5...10 хв. теплового оброблення при температурі 70...75 °С та підвищенню коефіцієнта дифузії сахарози на 10...20 % порівняно до типового способу підготовки живильної води.

Під час теплового оброблення бурякової тканини спостерігається зміна структури клітинної стінки. Аналіз мікроструктури бурякової тканини після оброблення сульфатованою барометричною водою за температури 70 °С протягом 10 хв. підтверджує явище набухання целюлози на першому етапі теплового оброблення, що призводить до розшарування структури клітинної стінки. Зі збільшенням тривалості процесу екстрагування спостерігається подальше набухання целюлози та протопектину клітинної оболонки, що призводить до гідролізу протопектину та зменшення пружності бурякової тканини. У разі застосування для обробки живильної води коагулянту основного сульфату алюмінію, навіть за температури 75 °С проведення процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки спостерігається утворення каверн у клітинних стінках бурякової тканини протягом всього періоду екстрагування та зберігається структура клітинних стінок бурякової тканини, що забезпечує її пружність.

Введення до живильної води додаткових хімічних сполук, які переводять пектинові речовини буряків в нерозчинний стан, сприяє зменшенню їх переходу у дифузійний сік (рис. 1 а, б).



а



б

Рис. 1. Залежність вмісту ВМС, в т. ч. білків та пектинових речовин, у дифузійному соку від витрати ОСА для підготовки живильної води у разі перероблення: а) кондиційних коренеплодів нетривалого зберігання; б) коренеплодів тривалого зберігання.

За результатами досліджень встановлено, що у разі оброблення живильної води основним сульфатом алюмінію у кількості 0,025...0,04 % до маси буряків при переробленні коренеплодів різної кондиційності, вміст

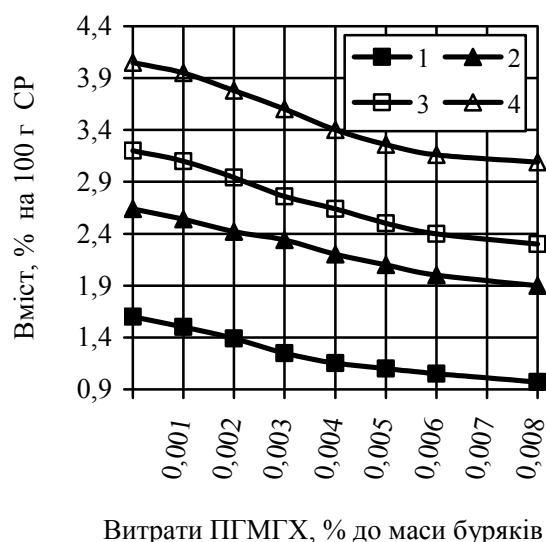


Рис. 2. Залежність вмісту ВМС, в т.ч. пектинових речовин, у дифузійному соку від витрат препарату ПГМГХ: 1 – пектинові речовини; 3 – ВМС (у разі перероблення кондиційних буряків); 2 – пектинові речовини; 4 – ВМС (у разі перероблення буряків тривалого зберігання).

високомолекулярних сполук (ВМС) у дифузійному соку зменшився на 20...30 %, а пектинових речовин – на 30...35 % порівняно до контрольного дифузійного соку. Визначено, що у разі використання коагулянту основного сульфату алюмінію для підготовки живильної води, при збільшенні температурного режиму процесу екстрагування від 70 до 75 °С вміст ВМС в одержаних дифузійних соках збільшується незначно, що є актуальним при локальних перегрівках бурякової стружки у дифузійному апараті.

Встановлено, що введення полімерного катіонного флокулянту ПГМГХ у кількості 0,002...0,006 % до живильної води (рис. 2) сприяє зменшенню вмісту ВМС у.

дифузійному соку на 10...30 % при переробленні буряків різних термінів зберігання

За допомогою мікроструктурних досліджень визначено вплив ОСА та ПГМГХ на пектинові речовини цукрових буряків (рис. 3-5). Під час екстрагування сахарози з бурякової стружки відбувається гідролітичне розкладання протопектину, що призводить до часткової деструкції основного ланцюгу полімеру та зменшення його молекулярної маси. При осадженні пектинових речовин контрольного дифузійного соку у вигляді солей кальцію утворюється желеподібний осад (рис. 3). Внаслідок взаємодії пектинових речовин з аквагідроксокомплексами алюмінію, що утворилися при гідролізі основного сульфату алюмінію, спостерігається утворення міцел осаду пектинових речовин (рис. 4). Аналіз мікрофотографії (рис. 5 а) свідчить, що пектинові речовини, зв'язані з аквагідроксокомплексами алюмінію, при взаємодії з катіоном кальцію утворюють конгломерати осаду більш щільної структури, що сприяє їх швидкому осадженню.

Рис. 3. Мікроструктура осаду пектинових речовин при термостатуванні модельного розчину протягом 90 хв. за $t = 72\text{ }^{\circ}\text{C}$ (з H_2SO_4) при їх осадженні іоном кальцію.

а

Рис. 4. Мікроструктура пектинових речовин при термостатуванні модельного розчину протягом 90 хв. за $t = 72\text{ }^{\circ}\text{C}$ (з основним сульфатом алюмінію) при осадженні спиртом.

б

Рис. 5. Мікроструктура кальцієвого осаду пектинових речовин після термостатування модельного розчину, обробленого: а) основним сульфатом алюмінію; б) ПГМГХ протягом 90 хв. за $t = 72\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH}_{20} = 6,0$.

При введенні полімерного катіонного флокулянту ПГМГХ (рис. 5 б) до розчину пектину внаслідок їх взаємодії утворюються міцели агрегатованого осаду розгалуженої структури з більш крупними часточками. Сік, який містить крупні, щільні частинки осаду, утворює добре проникний фільтраційний шар та швидко відстоюється, що і спостерігається при обробленні модельних розчинів пектинових речовин розчином ПГМГХ.

З метою визначення механізму взаємодії полімерної сполуки полігексаметиленгуанідину з макромолекулами бурякового пектину проведено дослідження методом ІЧ-спектроскопії за допомогою приладу UR-20 в інтервалі частот від 500 до 4000 см^{-1} . Макромолекули ПГМГХ містять іоногенні групи $\text{>C=NH}_2^+\text{Cl}^-$, що здатні до аніонного обміну та утворення полімер-полімерних зв'язків при взаємодії з макромолекулами пектинових речовин.

Співставлення спектрів осаду пектин-ПГМГ та полімеру ПГМГХ (рис. 6) показує, що смуга 1653 см^{-1} , яка відповідає валентним коливанням групи >C=N- , присутня у спектрі пектин-ПГМГ. Змінюється смуга поглинання деформаційних коливань 1500 см^{-1} спектру пектин-ПГМГ порівняно до спектру пектину, що свідчить про наявність групи =NH_2^+ . Таким чином, проведені дослідження підтверджують зв'язування пектину з макромолекулами ПГМГХ через групи >C=NH_2^+ з утворенням недисоціюючої полімерної сполуки.

Рис. 6. ІЧ-спектрограма пектин-ПГМГ, ПГМГХ.

За допомогою методів молекулярної механіки (із застосуванням комп'ютерної програми HyperChem Professional) проведено моделювання механізму взаємодії пектинових речовин з ОСА та ПГМГХ.

Коагуляційні властивості основного сульфату алюмінію зумовлені його здатністю при гідролізі утворювати полімерні аквагідроксокомплекси

алюмінію. На основі оптимізації молекулярно-механічної моделі системи макромолекул пектину та аквагідроксокомплексів алюмінію (із зарядом +4) встановлено зміну конформації з утворенням глобул макромолекул пектину.

При введенні до системи макромолекул пектину полікатиону ПГМГ (рис. 7) відбувається їх взаємодія з утворенням розпушених „зшитих” макроклубків, що підтверджується одержаними мікрофотографіями (рис. 5 б).

Молекулярно-механічне моделювання показало, що іони кальцію за рахунок більшої рухливості витісняють катіонні залишки ПГМГХ, внаслідок чого в полімерній макромолекулі ПГМГХ залишаються вільні катіонні групи, які взаємодіють з різними макромолекулами пектинових речовин, утворюючи між ними „містки”. При цьому зв’язування макромолекул пектинових речовин в осаді відбувається через полімерні макромолекули ПГМГХ.

Рис. 7. Просторова будова комплексу пектин – ПГМГ – кальцій.

Отже, при введенні солей алюмінію, зокрема основного сульфату алюмінію, у живильну воду відбувається складна коагуляція та гетерокоагуляція високомолекулярних сполук клітинного соку буряків, зумовлена в більшому ступені нейтралізаційним механізмом. При введенні полімерних сполук, а саме ПГМГХ, до дисперсних систем макромолекули полікатионного типу можуть адсорбуватися різними своїми частинами одночасно на декількох часточках дисперсної фази, утворюючи між ними “містки”, завдяки чому утворюється осад, що добре фільтрується та відстоюється.

Таким чином, на основі експериментальних досліджень науково обґрунтовано ефективність фізико-хімічного методу інтенсифікації процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки за рахунок застосування коагулянту основного сульфату алюмінію та катіонного флокулянту ПГМГХ, що сприяє підвищенню коефіцієнта дифузії сахарози з клітин бурякової

тканини та зменшенню вмісту високомолекулярних нецукрів, в тому числі пектинових речовин, у дифузійному соку.

У четвертому розділі „Розроблення способів дезінфекції для зменшення втрат сахарози внаслідок метаболізму мікроорганізмів” проведено аналіз та викладено узагальнені результати експериментальних досліджень щодо мікробіологічних процесів та накопичення продуктів метаболізму мікроорганізмів у дифузійному соку у разі застосування різних антисептиків.

На основі мікробіологічних досліджень дифузійного соку в промислових дифузійних апаратах визначено, що вміст кислотоутворювальних мікроорганізмів змінюється в межах 40...80 % по відношенню до загального вмісту бактерій, тому аналіз розвитку мікробіологічних процесів тільки за показником вмісту кислот, в тому числі молочної, не є достатнім. Встановлено середні показники вмісту молочної кислоти та нітритів у дифузійному соку під час перероблення буряків різної технологічної якості. Визначено, що перебіг мікробіологічних процесів та розкладання сахарози в значному ступені залежить від кількості мікроорганізмів, внесених у середовище сокоотружкової суміші. Тобто при переробленні буряків, частково уражених кагатною гниллю, інтенсивність розкладання сахарози вища у 1,5-2,5 рази порівняно до перероблення кондиційних коренеплодів.

Визначено ефективність дії біоцидних препаратів на основі ПГМГ – „Біодез”, „Гембар”, „Полідез”, „Аквадез” та натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти (табл. 1-2) – „Жавель-Клейд”, „Ді-Хлор”, „Санітарін” щодо мезофільних та термофільних бактерій (*Bacillus subtilis*, *B. megatherium*, *B. stearothermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*), мікроміцетів (родів *Rhizopus*, *Mucor*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Aspergillus*, *Penicillium*), а також контамінуючої мікрофлори сировини, живильної води та дифузійного соку.

Встановлено, що дезінфекційні засоби на основі активного хлору мають високий фунгіцидний та фунгістатичний ефект, що дозволяє рекомендувати їх для оброблення цукрових буряків перед закладанням у кагати. Витрати робочого розчину з концентрацією 0,04...0,06 % становлять 3...3,5 дм³ на 1 т буряків (витрати засобу на 100 тис. т. буряків – 120...200 кг). Встановлено, що досліджувані препарати на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти є високоефективними щодо бактеріальної мікрофлори буряків та живильної води, тому застосування їх на ділянках підготовки живильної води, ополіскування коренеплодів цукрових буряків, дезінфекції сокоотружкової суміші у дифузійному апараті пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів при витратах засобу 0,0001...0,0002 % до маси буряків.

Особливі труднощі виникають у разі розвитку у дифузійному соку слизоутворювальних бактерій, зокрема роду *Leuconostoc*. Особливістю слизоутворювальних бактерій є створення слизової капсули навколо клітин, що дозволяє їм витримувати високу температуру та захищає від дії хімічних реагентів. За результатами експериментальних досліджень (табл. 3) встановлено високу ефективність засобів на основі активного хлору щодо слизоутворювальних мікроорганізмів виду *Leuc. mesenteroides*.

Таблиця 1

Ступінь чутливості мікроміцетів до дезінфікуючих засобів

Засіб	Витрати (за масою діючої речовини), г			
	0,0002	0,0005	0,0008	0,001
	Діаметр зони дії антимікробного засобу при t=25 °C, мм			
Вид Botrytis cinerea				
„Жавель-Клейд”	8	22	36	відсутній ріст
„Санітарін”	10	24	38	відсутній ріст
„Біодез”	4	12	18	24
Вид Rhizopus nigricans				
„Жавель-Клейд”	24	32	38	відсутній ріст
„Санітарін”	27	36	відсутній ріст	
„Біодез”	суцільн. ріст	12	19	25
Вид Fuzarium culmorum				
„Жавель-Клейд”	37	відсутній ріст		
„Санітарін”	39	відсутній ріст		
„Біодез”	не визн.	10	18	26
Вид Aspergillus niger				
„Жавель-Клейд”	суцільн. ріст	5	8	12
„Санітарін”	4	13	17	20
„Біодез”	суцільн. ріст		4	8

Таблиця 2

Ступінь чутливості бактерій до дезінфікуючих засобів

Засіб	Діаметр зони дії антимікробного засобу, мм			
	Витрати (за масою діючої речовини), г			
	0,001	0,002	0,004	0,006
Мезофільні спороутворювальні бактерії <i>Bacillus subtilis</i> , <i>B. megatherium</i>				
„Жавель-Клейд”	32	відсутній ріст		
„Ді-Хлор”	29	30	відсутній ріст	
„Санітарін”	33	відсутній ріст		
ОСА	12	20	24	27
„Біодез”	18	26	30	34
„Аквадез”	16	25	31	відсутній ріст
Формалін	10	14	20	24
термофільні бактерії				
„Жавель-Клейд”	30	відсутній ріст		
„Ді-Хлор”	28	32	відсутній ріст	
„Санітарін”	31	відсутній ріст		
ОСА	12	18	21	25
„Біодез”	14	24	28	відсутній ріст
„Аквадез”	17	26	30	
Формалін	11	16	22	25

Ступінь чутливості слизоутворювальних бактерій *Leuconostoc mesenteroides* до дезінфікуючих засобів

Засіб	Діаметр зони дії антимікробного засобу, мм			
	Витрати (за масою діючої речовини), г			
	0,001	0,002	0,004	0,006
„Жавель-Клейд”	29	34	відсутній ріст	
„Ді-Хлор”	27	30	32	відсутній ріст
„Санітарін”	30	36	відсутній ріст	
ОСА	10	15	20	24
„Біодез”	16	24	28	31
Формалін	9	12	16	18

Встановлено, що ефект знезараження дифузійного соку при застосуванні препаратів на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти становить 80...95 % по групі мезофільних спороутворювальних мікроорганізмів та 75...90 % по групі слизоутворювальних мікроорганізмів при витратах 0,0001...0,0005 % до маси буряків. Визначено, що вищу ефективність знезараження мають препарати „Жавель-Клейд” та „Санітарін”. Порівняльні дослідження дезінфекційних засобів показали, що ефект знезараження дифузійного соку 86...90 % досягається при витратах препаратів на основі: натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти – 0,0002...0,0003 % до маси буряків; ПГМГХ – 0,001...0,0025 % до маси буряків.

Експериментальними дослідженнями визначено ефективність застосування коагулянту основного сульфату алюмінію у кількості 0,01...0,05 % до маси буряків для очищення транспортерно-мийної води (деклараційний патент № 46485 А), що забезпечує досягнення ефекту її знезараження за групою мезофільних мікроорганізмів 75...85 %. Встановлено, що використання коагулянтів для підготовки живильної води, зокрема основного сульфату алюмінію, у кількості 0,03 % до маси буряків, сприяє зменшенню мікробіологічної забрудненості дифузійного соку в 7...8 разів.

На основі експериментальних досліджень розроблено способи та затверджено галузеві технологічні інструкції на застосування дезінфікуючих засобів „Біодез”, „Жавель-Клейд”, „Ді-хлор” в цукровій промисловості. Розроблено методику визначення ефективності дії антисептиків та оптимальної концентрації їх введення на основі приросту вмісту продуктів розкладання сахарози при термостатуванні проб дифузійного соку, до яких вводиться антисептик. Уточнено методику розрахунку втрат сахарози від розкладання внаслідок метаболізму мікроорганізмів на основі приросту вмісту молочної кислоти та редукувальних речовин у дифузійному соку відносно клітинного соку буряків.

У виробничі сезони 2005-2007 рр. проведено випробування ефективності застосування антисептиків „Біодез” (20 %-ний р-н ПГМГХ) та „Жавель-Клейд” для дезінфекції живильної води та сокостружкової суміші. Промисловими

дослідженнями на Івано-Пільському цукровому заводі у 2005 р. встановлено, що застосування дезінфікуючого засобу „Біодез” у кількості 0,004-0,01 % до маси буряків є ефективним щодо пригнічення розвитку мікробіологічних процесів у дифузійному апараті.

На ряді цукрових заводів України проведено виробничі випробування застосування дезінфікуючого засобу „Жавель-Клейд” (рис. 8-9). У сезон 2007 року засіб „Жавель-Клейд” використовували більше 30 цукрових заводів. Аналіз технологічних показників дифузійного соку при застосуванні „Жавель-Клейду” у кількості 0,0001 % до маси буряків (1кг на 1000 т буряків) протягом 7 год. свідчить про незначний вміст мікроорганізмів, оскільки приріст молочної кислоти (рис. 8) відносно клітинного соку буряків не перевищував 2...3 мг/100 см³, що відповідає втратам сахарози від розкладання 0,05...0,07 % до маси буряків.

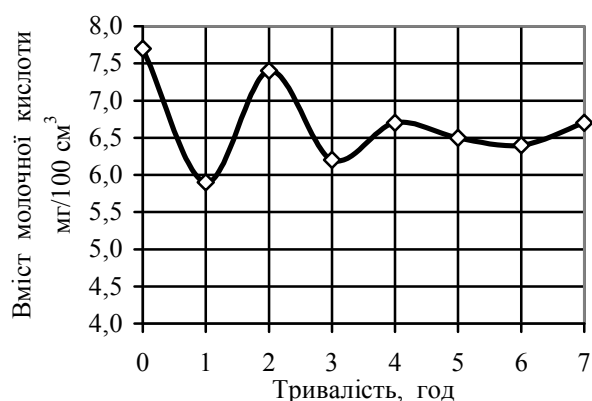


Рис. 8. Вміст молочної кислоти у дифузійному соку протягом 7 год. роботи дифузійної установки (внесення дезінфектантів: 0 - формалін; 2, 4, 6 – „Жавель-Клейд”)



Рис. 9. Вміст нітритів у дифузійному соку протягом 7 год. роботи дифузійної установки (внесення дезінфектантів: 0 - формалін; 2, 4, 6 – „Жавель-Клейд”)

Аналіз вмісту нітритів у дифузійному соку (рис. 9) свідчить, про їх значне накопичення у разі застосування формаліну. При застосуванні дезінфекційного засобу „Жавель-Клейд” приросту вмісту нітритів у дифузійному соку відносно бурякового соку практично не спостерігалось.

Таким чином, за експериментальними дослідженнями обґрунтовано та розроблено способи застосування ряду хімічних сполук нового покоління для дезінфекції коренеплодів цукрових буряків, сокостружкової суміші у дифузійному апараті, очищення живильної та транспортерно-мийної води, що сприяють покращенню якості дифузійного та очищеного соків, збільшенню виходу та покращенню якості цукру.

У п'ятому розділі „Удосконалення технології екстрагування сахарози із застосуванням хімічних реагентів” наведено обґрунтування оптимальних технологічних параметрів та розроблення способів екстрагування сахарози із застосуванням основного сульфату алюмінію та ПГМГХ для підготовки живильної води та обробки бурякової стружки.

Експериментально визначено, що оптимальний технологічний режим процесу екстрагування сахарози залежить від селекції та якості буряків, що

переробляються. Встановлено, що у разі перероблення кондиційних буряків української селекції найвищі показники ефекту очищення соку під час екстрагування сахарози з бурякової стружки у разі застосування живильної води, обробленої ОСА, досягалися в діапазоні температури 65...75 °С та рН₂₀ 5,8...6,3 (рис. 10). В середньому ефект очищення соку під час екстрагування сахарози з бурякової стружки складав 22...26 %. Аналіз залежностей (рис. 11), одержаних у разі застосування ОСА під час перероблення кондиційних буряків, показує, що найменший перехід пектинових речовин знаходиться у широкому діапазоні рН₂₀ 5,2...6,2 при температурі процесу 65...75 °С.

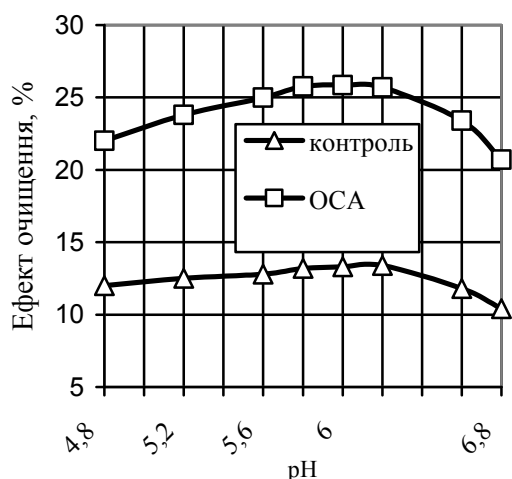


Рис. 10. Залежність ефекту очищення дифузійного соку під час екстрагування від рН₂₀ екстрагента у разі застосування ОСА та сірчаної кислоти (контроль).

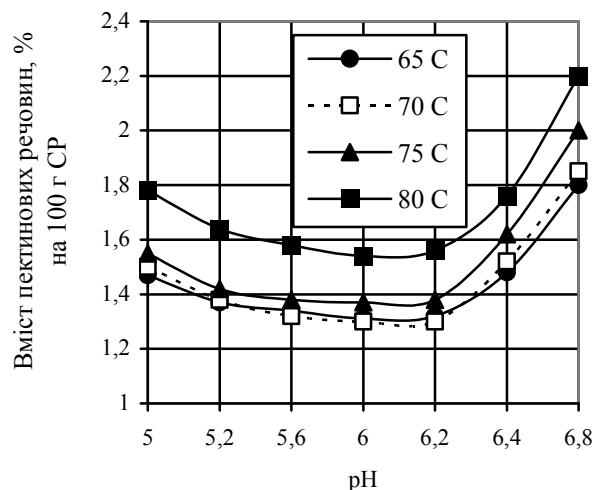


Рис. 11. Залежність вмісту пектинових речовин у дифузійному соку від рН₂₀ живильної води при застосуванні ОСА в інтервалі температур 65...80 °С.

Для уточнення оптимальних значень температури процесу екстрагування та рН₂₀ живильної води у разі застосування ОСА під час перероблення буряків різної технологічної якості здійснено математичне оброблення експериментальних даних із застосуванням методу найменших квадратів. Одержано наступні адекватні рівняння параметрів відгуку, які в подальших розрахунках були використані як локальні критерії оптимізації:

– залежність приросту вмісту редукувальних речовин (у % до початкового вмісту редукувальних речовин) в процесі екстрагування сахарози з бурякової стружки від температури (Т), тривалості (τ) та рН₂₀ процесу:

$$DD = -0,106 \cdot \tilde{d} \cdot y - 0,098 \cdot x \cdot z + 0,014 y \cdot z - 0,014 \cdot x^2,$$

де РР – приріст вмісту редукувальних речовин, % до початкового; x – величина рН₂₀; y – тривалість, хв.; z – температура, °С.

У разі перероблення кондиційних буряків української селекції коротких термінів зберігання (до 30 діб):

– ефект очищення під час екстрагування, %:

$$\dot{L}_{\text{тн}}(T, pH) = 5,7 \cdot \tilde{N} + 28,5 \cdot \dot{d} \dot{I} + 0,03 \cdot \tilde{N} \cdot \dot{d} \dot{I} - 2,6 \cdot \dot{d} \dot{I}^2 - 0,04 \cdot \tilde{N}^2 - 261,6;$$

– ефект видалення високомолекулярних сполук, %:

$$\hat{L}a\check{e}\acute{n}(T, pH) = 24,2 \cdot \check{N} + 14,1 \cdot \acute{d}\acute{I} - 0,15 \cdot \check{N} \cdot \acute{d}\acute{I} - 0,56 \cdot \acute{d}\acute{I}^2 - 0,17 \cdot \check{N}^2 - 773,8.$$

За допомогою узагальненого критерію оптимізації з урахуванням вагових коефіцієнтів для розроблених локальних критеріїв визначено наступні оптимальні значення температури сокостружкової суміші у дифузійному апараті та рН₂₀ живильної води у разі застосування ОСА для її підготовки: під час перероблення кондиційних буряків української селекції рН₂₀=5,7...6,3; Т=67...73 °С; некондиційних буряків української селекції – рН₂₀=5,9...6,3; Т=64...70 °С; кондиційних буряків іноземної селекції – рН₂₀=5,4...6,0; Т=64...71 °С; буряків іноземної селекції тривалого зберігання – рН₂₀=5,6...6,1; Т=62...69 °С.

Розроблено спосіб оброблення живильної води та бурякової стружки полімерним флокулянт-антисептиком ПГМГХ у кількості 0,003...0,004 % до маси буряків. Встановлено, що більш ефективним, з точки зору покращення технологічної якості дифузійного соку, є введення препарату за комбінованим способом: шляхом обробки бурякової стружки перед екстрагуванням 0,1-0,2 %-ним розчином ПГМГХ та живильної води (табл. 4). Оптимальні параметри процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки із застосуванням ПГМГХ визначено із застосуванням методу планування експерименту другого порядку, що дозволило досягти високої точності в розрахунках коефіцієнтів математичної моделі.

Таблиця 4

Технологічні показники якості дифузійних соків, одержаних при введенні препарату ПГМГХ комбінованим способом

Показники	Дифузійний сік, одержаний при застосуванні ПГМГХ у кількості, % до маси буряків		
	0,000 (контроль)	0,002	0,004
Чистота, %	86,9	88,5	88,8
Ефект очищення соку, %	8,9	21,5	24,3
Вміст ВМС, % на 100 г СР	2,5	1,6	1,4
Вміст пектинових речовин, % на 100 г СР	1,6	1,13	1,05
Вміст молочної кислоти, мг/100 см ³	9,5	4,5	4,0

На основі математичної обробки експериментальних даних одержано залежності ефекту очищення дифузійного соку та ефекту видалення високомолекулярних сполук від співвідношення витрат ПГМГХ, що використовуються для обробки стружки та живильної води; температури процесу екстрагування та значення рН₂₀ живильної води.

За допомогою узагальненого критерію оптимізації визначено, що у разі перероблення кондиційних буряків витрати ПГМГХ для обробки стружки становлять 80 %, а для живильної води – 20 % від загальної кількості витрат препарату, температура процесу екстрагування – 67...71 °С; рН₂₀ живильної

води – 5,6...6,2. Встановлено, що більш ефективним є спільне використання ПГМГХ та основного сульфату алюмінію, що сприяє покращенню показників технологічної якості отримуваних дифузійних соків.

Промисловими дослідженнями способу застосування антисептика-флокулянта на основі полігексаметиленгуанідину гідрохлориду для обробки живильної води та бурякової стружки на Івано-Пільському цукровому заводі (2005 р.) встановлено збільшення ефекту очищення під час екстрагування до 20...22 %, підвищення чистоти очищеного соку на 0,8...1,2 од., завдяки чому вихід цукру підвищується на 0,25...0,4 % до маси буряків. Економічний ефект при застосуванні антисептику-флокулянту складає 274500 грн. на 100 тис. т. перероблених буряків.

Отже, на основі фізико-хімічного методу інтенсифікації процесу із застосуванням коагулянту та флокулянту розроблено способи удосконалення технології екстрагування сахарози з бурякової стружки та визначено основні технологічні параметри у разі перероблення буряків різної якості.

У шостому розділі *„Інтенсифікація процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки із застосуванням комбінованого методу – пресування та дії коагулянту”* представлено теоретичне обґрунтування експериментальних досліджень способу інтенсифікації вилучення сахарози з бурякової стружки із застосуванням механічної дії пресування та коагулянтів для підвищення чистоти соку, збільшення виходу цукру з одиниці сировини, зменшення витрат палива за рахунок зниження відкачки соку.

Встановлено емпіричну залежність ефекту очищення соку (%) під час екстрагування від масової частки сахарози в жомі (χ) на виході з дифузійного апарата для різних режимів підготовки живильної води та роботи дифузійного апарата:

– із застосуванням сульфатованої барометричної води:

$$\dot{L} \cdot \hat{I} = 23,98 \cdot e^{\frac{-0,31}{x}};$$

– із застосування барометричної води, обробленої основним сульфатом

$$\text{алюмінію: } \dot{L} \cdot \hat{I} = 31,32 \cdot e^{\frac{-0,12}{x}};$$

– з поверненням механічно-очищеної жомопресової води:

$$\dot{L} \cdot \hat{I} = 22,25 \cdot e^{\frac{-0,53}{x}};$$

– з поверненням жомопресової води, обробленої основним сульфатом

$$\text{алюмінію: } \dot{L} \cdot \hat{I} = 28,65 \cdot e^{\frac{-0,19}{x}}.$$

На основі вищевказаних емпіричних залежностей ефекту очищення соку під час екстрагування розроблено методику розрахунку очікуваного виходу цукру з урахуванням способу очищення жомопресової води, технологічної якості цукрових буряків та ступеня пресування жому. Згідно графічних залежностей, одержаних за розробленою програмою розрахунку (рис. 12), доведено, що застосування для підготовки жомопресової води основного

сульфату алюмінію дозволяє підвищити вихід цукру на 0,4...0,5 % до маси буряків при проведенні процесу екстрагування до оптимального значення вмісту сахарози у жомі 1...2 % на виході з дифузійного апарата залежно від ступеня його пресування в межах 18...28 % сухих речовин.

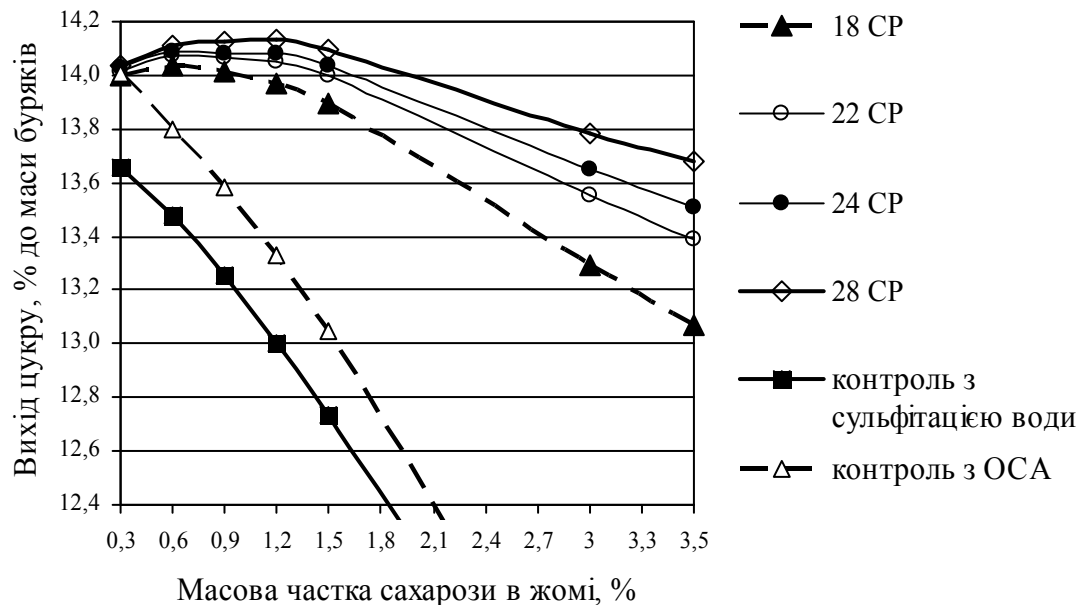


Рис. 12. Залежність очікуваного виходу цукру від залишкового вмісту сахарози у жомі на виході з дифузійної установки за умов повернення хімічно-очищеної (із застосуванням ОСА) жомопресової води після пресування до вмісту сухих речовин (CP) в жомі 14...28 % та без повернення (контроль) жомопресової води із застосуванням для підготовки живильної води сульфатації і обробки ОСА.

Розроблено технологію очищення жомопресової води із застосуванням дефекосатураційного осаду. Визначено, що оптимальні витрати дефекосатураційного осаду для очищення жомопресової води становлять 8...16 % (при вологості 50 %) до маси води за тривалості обробки 2...4 хв.

Промисловими випробуваннями на Службовому цукрорафінадному комбінаті встановлено, що впровадження дифузійно-пресового способу вилучення сахарози із застосуванням коагулянту ОСА сприяє підвищенню чистоти дифузійного соку на 1...2 од., зменшенню відкачки соку до 95...105 % до маси буряків, збільшенню виробничої потужності дифузійного апарата на 20...30 % та покращенню техніко-економічних показників виробництва.

На основі узагальнення теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію вилучення сахарози з бурякової стружки із застосуванням екстрагування та пресування у дві стадії. Доведено, що застосування попереднього термічного оброблення бурякової стружки дифузійно-пресовим соком, що містить 0,02...0,04 % коагулянту, в технології екстрагування та пресування стружки у дві стадії для вилучення сахарози дозволяє підвищити чистоту дифузійно-пресового соку на 1,5...2,5 од. порівняно до контрольного дифузійного соку.

За експериментальними дослідженнями визначено функцію залежності ступеня плазмолізу клітин від температури та тривалості оброблення бурякової

стружки та оптимальні параметри попереднього термічного оброблення бурякової стружки перед пресуванням, що відповідають температурному інтервалу 75...80 °С за тривалості 6...8 хв.:

$$D(T, \tau) = 181,57 - 0,91 \cdot T - 37,09 \cdot \tau + 0,52 \cdot T \cdot \tau - 0,01 \cdot T^2 - 0,01 \cdot \tau^2,$$

де Т-температура, °С, τ- тривалість, хв.

Розроблено спосіб вилучення сахарози з бурякової стружки із застосуванням екстрагування та пресування у дві стадії (деклараційний патент на винахід № 45791 А), що передбачає проведення термічного оброблення бурякової стружки пресовим соком, що містить коагулянт сульфат алюмінію у кількості 0,04...0,06 % або основний сульфат алюмінію – 0,025...0,04 %. При цьому чистота дифузійно-пресового соку підвищується на 0,8 % порівняно до дифузійного соку, одержаного із застосуванням відповідного коагулянту. Крім того, підвищується чистота очищеного соку II сатурації на 0,4...0,6 од та зменшується забарвленість соку на 15...20 %.

Отже, на основі узагальнення результатів експериментальних досліджень та математичного моделювання обґрунтовано спосіб інтенсифікації вилучення сахарози з бурякової стружки із застосуванням механічної дії пресування та коагулянту для обробки бурякової стружки.

У сьомому розділі „Розроблення технології вилучення сахарози із застосуванням механічного розкриття клітин бурякової тканини” теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено ефективність застосування механічного розкриття клітин бурякової тканини для інтенсифікації процесу вилучення сахарози з бурякової сировини. Дослідження проводили за двома напрямками: 1 – розроблення технології переробки хвостиків та бою цукрових буряків; 2 – розроблення технології переробки коренеплодів цукрових буряків.

Експериментальними дослідженнями визначено, що хвостики та бій буряків є сировиною погіршеної технологічної якості, внаслідок меншого вмісту сахарози та вищого – нецукрів. Так, вміст оптично-активних речовин у хвостиках та уламках кондиційних коренеплодів становить 0,1...0,9 % та до 5...7 % – у загнилих коренеплодів; вміст α-амінного азоту, відповідно, 4...9 ммоль/100 г у кондиційних буряках та до 12,5 ммоль/100 г – у буряках з 10 % загнилої маси. Тому для одержання екстракту задовільної чистоти необхідно застосовувати додаткові хімічні реагенти, зокрема коагулянти – сульфат або основний сульфат алюмінію, флокулянт ПГМГХ для оброблення живильної води. Так, при витратах сульфату алюмінію 0,06 %, ОСА – 0,03 %, ПГМГХ – 0,004 % до маси сировини ефект очищення соку, відповідно, становить 18...22 %, 25...27 % та 20...24 %. Оптимальне значення рН₂₀ живильної води для вилучення сахарози з бурякової мезги знаходиться в межах 5,2...6,3.

На основі результатів експериментальних досліджень розроблено математичну модель, яка описує залежність кількості сахарози, що екстрагується з подрібненої бурякової сировини у прямоточному режимі з екстрагентом, від тривалості процесу та розмірів часточок твердої фази:

$$W(t, x) = Dg \cdot \left(1 - e^{\frac{-t}{72.5}} \right) \cdot \left(\frac{A}{1 + A} \right) \cdot \left(e^{\frac{-2105 \cdot x}{t}} \right),$$

де W – кількість сахарози, що екстрагується з бурякової сировини; Dg – масова частка сахарози у сировині, %; A – відношення витрат живильної води до сировини; x – середній лінійний розмір подрібнених часточок буряків, м; t – тривалість процесу, с.

Згідно одержаної математичної моделі, визначено, що оптимальна тривалість екстрагування сахарози з бурякової сировини з розмірами 0,1...0,2 см (мезга) становить 5 хв.

На підставі експериментальних досліджень розроблено спосіб перероблення хвостиків та бою буряків (деклараційний патент на винахід № 52119 А), що сприяє зменшенню втрат сахарози із сировиною, підвищенню ефекту очищення соку, зменшенню вмісту мезги у дифузійному соку. Очікуваний економічний ефект від впровадження на Набутівському цукровому заводі становить 187 тис. грн. на 70 тис. т. перероблених буряків.

Розроблено спосіб знецукрення мезги, відділеної з дифузійного соку на мезгоуловлювачах (деклараційний патент на винахід 63440 А), та підтверджено його ефективність під час промислових випробувань на Линовицькому цукровому заводі.

Встановлено ефективність застосування механічного розкриття клітин для інтенсифікації вилучення сахарози з цукрових буряків. Визначено оптимальні параметри попереднього теплового оброблення бурякової стружки перед подрібненням до мезги: температура 80...85 °С за тривалості 6...8 хв.

Таким чином, на основі експериментальних досліджень та математичного моделювання розроблено технологію вилучення сахарози з бурякової сировини із застосуванням фізико-хімічного методу інтенсифікації процесу за рахунок механічного розкриття клітин бурякової тканини та хімічного впливу коагулянту або катіонного флокулянту на високомолекулярні сполуки бурякового соку з метою їх осадження. Розроблена технологія може бути використана як експрес-спосіб екстрагування сахарози в сучасних технологіях одержання цукру, а також як спосіб для перероблення хвостиків та бою цукрових буряків.

У восьмому розділі *„Впровадження технології екстрагування сахарози з бурякової стружки із застосуванням ОСА для підготовки живильної води”* наведено аналіз результатів промислових випробувань способу підготовки живильної води різного складу із застосуванням коагулянту основного сульфату алюмінію.

Промислові впровадження розробленого способу підготовки живильної води із застосуванням коагулянту основного сульфату алюмінію (Патент на винахід № 58320 А України) проведено на цукрових заводах України – ВАТ „Пальмірський цукровий завод”, ВАТ «Цукор-інвест» (Оріхівський цукровий завод), ЗАТ „Линовицький цукрокомбінат „Красний”, ВАТ „Саливонківський

цукровий завод”, ТОВ „Бучач-цукор” та ОАО „Слуцкий сахарорафинадный комбинат” (Беларусь).



Рис. 13. Залежність ефектів очищення від способу підготовки живильної води, де 1 – спосіб підготовки живильної води із застосуванням сульфитації барометричної води до рН₂₀ 5,8-6,3; 2 – спосіб підготовки живильної води із застосуванням ОСА.

Промисловими дослідженнями підтверджено ефективність застосування коагулянту основного сульфату алюмінію для підготовки живильної води, що використовується в процесі екстрагування сахарози з бурякової стружки. Необхідно зазначити, що у разі застосування основного сульфату алюмінію для підготовки живильної води підвищилась пружність бурякової стружки, зменшилось „пробкування” стружки у дифузійному апараті, покращилися технологічні показники дифузійного соку, зокрема зменшився вміст молочної кислоти та нітритів, ефект очищення під час екстрагування підвищився до 22...26 % (рис. 13). Також промисловими випробуваннями підтверджено підвищення чистоти очищеного соку на 1...1,5 од., зменшення забарвленості очищеного соку на 10...30 %, покращення фільтраційно-седиментаційних властивостей осаду соку I сатурації, що сприяє збільшенню виходу цукру на 0,3...0,5 % до маси буряків та покращенню його якості. Висока ефективність застосування ОСА спостерігається у разі погіршення технологічних показників цукрових буряків, що надходять у перероблення внаслідок їх в’янення, розвитку кагатної гнилі.

Розроблено різні варіанти технологічних схем залежно від складу живильної води, що застосовується для вилучення сахарози з бурякової стружки. Визначено, що у разі використання для екстрагування сахарози з бурякової стружки суміші конденсатів вторинних сокових парів та барометричної води необхідно проводити їх попередню сульфитацію до значень рН₂₀ 7,0...7,5 з наступним обробленням коагулянтом ОСА у кількості 0,025...0,04 % до маси буряків.

На рис. 14 наведено схему із застосуванням в якості екстрагента суміші жомопресової води, конденсатів вторинних сокових парів та барометричної води.

Рис. 14. Принципова технологічна схема підготовки живильної води для екстрагування сахарози на Слущкому цукрорафінадному комбінаті: 1 – дифузійний апарат; 2 – шнек для жому; 3 – жомовий прес; 4 – мезгоуловлювач жонопредсовної води; 5 – збірник живильної води; 6 – збірник для розчинення коагулянту; 7 – збірник-дозатор розчину коагулянту; 8 – змішувач живильної води з розчином сірчаної кислоти та коагулянту.

Економічний ефект від впровадження технології екстрагування сахарози з бурякової стружки із застосуванням ОСА для підготовки живильної води на цукрових заводах України складає 3,2 млн. грн.

ВИСНОВКИ

На основі узагальнення результатів теоретичних та експериментальних досліджень, встановлення механізму взаємодії хімічних реагентів з пектиновими речовинами, закономірностей мікробіологічних процесів і способів їх інактивації, оптимізації технологічних параметрів процесу екстрагування, аналізу промислових випробувань науково обґрунтовано та розроблено методи інтенсифікації технологічного процесу вилучення сахарози, що передбачають застосування способів фізико-хімічного впливу на бурякову стружку. Комплексна реалізація запропонованих заходів забезпечує збільшення виходу цукру, зниження втрат сахарози, зменшення витрат палива і вапна, що сприяє підвищенню ефективності виробництва.

1. На основі теоретичних, експериментальних досліджень та розроблених вперше молекулярно-механічних моделей взаємодії пектинових речовин цукрових буряків з основним сульфатом алюмінію і полігексаметиленгуанідину гідрохлоридом обґрунтовано метод інтенсифікації екстрагування сахарози з бурякової сировини із застосуванням даних реагентів для оброблення

живильної води та бурякової стружки. Експериментальними дослідженнями встановлено, що у разі застосування основного сульфату алюмінію та ПГМГХ відбувається більш швидкий плазмоліз клітин бурякової тканини, підвищується коефіцієнт дифузії сахарози на 10...20 %, забезпечується пружність бурякової стружки протягом всього процесу екстрагування завдяки збереженню структури клітинних стінок бурякової тканини.

2. За допомогою методу ІЧ-спектроскопії вперше встановлено, що взаємодія макромолекул полімеру ПГМГХ з молекулами пектину відбувається через групи >C=NH_2^+ з утворенням недисоціюючої полімерної сполуки. На основі методів молекулярної механіки обґрунтовано механізм взаємодії пектинових речовин з ПГМГХ, що полягає в утворенні згорнутого ланцюгу комплексу пектин-ПГМГ.

Встановлено, що внаслідок взаємодії пектинових речовин з аквагідроксокомплексами алюмінію, що утворюються при гідролізі основного сульфату алюмінію, спостерігається зміна конформації макромолекул пектину з утворенням глобулярних міцел осаду.

3. Встановлено вплив ряду чинників, а саме температури та тривалості процесу, pH_{20} живильної води, технологічної якості цукрових буряків на перехід високомолекулярних сполук, в тому числі пектинових речовин, у дифузійний сік під час екстрагування сахарози з бурякової стружки у разі застосування ОСА та ПГМГХ для обробки живильної води. Так, у разі оброблення живильної води основним сульфатом алюмінію у кількості 0,025...0,04 % до маси буряків вміст високомолекулярних сполук у дифузійному соку зменшується на 20...30 %, а пектинових речовин – на 30...35 % порівняно до контрольного дифузійного соку при переробленні цукрових буряків різної кондиційності. Визначено, що оптимальні витрати ОСА складають 0,025...0,04 %, ПГМГХ – 0,002...0,004 % до маси буряків.

4. На основі розробленої математичної моделі технологічного процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки із застосуванням основного сульфату алюмінію встановлено оптимальні параметри процесу при переробленні буряків різної технологічної якості та селекції. Визначено, що оптимальний технологічний режим вилучення сахарози з бурякової стружки залежить від стану коренеплодів, а також їх сортових особливостей. Так, у разі застосування ОСА для підготовки живильної води доцільно дотримуватися наступних значень pH_{20} живильної води та температури сокустружкової суміші у дифузійному апараті: під час перероблення кондиційних буряків української селекції $\text{pH}_{20}=5,7...6,3$; $T=67...73^\circ\text{C}$; некондиційних буряків української селекції – $\text{pH}_{20}=5,9...6,3$; $T=64...70^\circ\text{C}$; кондиційних буряків іноземної селекції – $\text{pH}_{20}=5,4...6,0$; $T=64...71^\circ\text{C}$; буряків іноземної селекції тривалого зберігання – $\text{pH}_{20}=5,6...6,1$; $T=62...69^\circ\text{C}$.

5. На основі результатів експериментальних досліджень та методів математичного моделювання визначено технологічні параметри при застосуванні ПГМГХ та розроблено спосіб оброблення бурякової стружки 0,1-0,2 %-ним розчином ПГМГХ у кількості 0,002...0,004 % до маси буряків перед процесом екстрагування. Застосування попереднього хімічного

оброблення бурякової стружки сприяє зменшенню втрат сахарози внаслідок розвитку мікробіологічних процесів, підвищенню ефекту очищення соку до 24 % за рахунок зменшення вмісту ВМС, в тому числі пектинових речовин, у дифузійному соку на 30-35 %.

6. Вперше встановлено ефективність дії ряду нових дезінфікуючих засобів щодо контамінуючої мікрофлори цукрового виробництва, зокрема мікроміцетів родів – *Rhizopus*, *Mucor*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Aspergillus*; бактерій – *Bacillus subtilis*, *B. megatherium*, *B. stearothermophilus*, *Leuconostoc mesenteroides*, а також бактерій, виділених з коренеплодів цукрових буряків, уражених слизистим бактеріозом. Встановлено, що дезінфекційні засоби на основі активного хлору мають високий фунгіцидний та бактерицидний ефект, що дозволяє рекомендувати їх для оброблення цукрових буряків перед закладанням у кагати, для дезінфекції сокустружкової суміші у дифузійному апараті, а також на інших стадіях виробничого процесу.

Експериментально встановлено ефективність дії ряду антисептичних засобів на основі ПГМГХ, натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти щодо мікрофлори живильної та транспортерно-мийної води, коренеплодів цукрових буряків та дифузійного соку. Визначено, що оптимальні витрати дезінфікуючих засобів на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти становлять 0,0001...0,0002 % до маси буряків. У разі застосування коагулянту основного сульфату алюмінію для підготовки живильної води у кількості 0,025...0,03 %, або ПГМГХ у кількості 0,001...0,002 % до маси буряків ефект знезараження живильної води становить 85...92 %.

Розроблено способи дезінфекції, на які отримано 3 деклараційні патенти України. Розроблено та затверджено галузеві технологічні інструкції щодо застосування дезінфікуючих засобів „Біодез”, „Жавель-Клейд”, „Ді-хлор” на підприємствах цукрової галузі. Промисловими дослідженнями на Саливонківському цукровому заводі підтверджено високу ефективність застосування дезінфікуючого засобу „Жавель-Клейд” для дезінфекції під час вилучення сахарози з бурякової стружки.

7. За розробленою програмою розрахунку очікуваного виходу цукру залежно від технологічних показників цукрових буряків та режиму роботи дифузійної установки визначено, що у разі застосування дифузійно-пресового способу вилучення сахарози з бурякової стружки з пресуванням жому до вмісту 24...28 % сухих речовин та обробленням жомопресової води ОСА дотримання вмісту сахарози до 2 % у жомі на виході з дифузійного апарата сприяє підвищенню виходу цукру на 0,4...0,5 % до маси буряків за рахунок покращення якості дифузійного соку та зменшення втрат сахарози з мелясою.

За результатами промислових досліджень дифузійно-пресового способу вилучення сахарози із застосуванням ОСА для підготовки жомопресової води на Слущкому цукрорафінадному комбінаті встановлено підвищення чистоти дифузійного соку на 1,0...2,0 од., зменшення відкачки дифузійного соку до 95...105 % до маси буряків, збільшення на 20...30 % потужності дифузійної установки, що сприяє підвищенню виробничої потужності заводу та покращенню його техніко-економічних показників. Очікуваний економічний

ефект від застосування дифузійно-пресового способу вилучення сахарози становить 164000 дол. США на 100 тис. т перероблених буряків.

8. На основі узагальнення теоретичних та експериментальних досліджень дифузійно-пресового способу інтенсифікації вилучення сахарози з бурякової стружки удосконалено технологію із застосуванням екстрагування та пресування у дві стадії. Доведено, що застосування термічного оброблення бурякової стружки дифузійно-пресовим соком, що містить 0,025...0,04 % коагулянту ОСА, в технології екстрагування та пресування стружки у дві стадії дозволяє підвищити чистоту дифузійно-пресового соку на 1,5...2,5 % порівняно до контрольного дифузійного соку.

9. На основі теоретичного обґрунтування та математичної обробки результатів експериментальних досліджень розроблено метод інтенсифікації процесу вилучення сахарози за рахунок механічного розкриття клітин бурякової тканини. Згідно математичної моделі, визначено, що оптимальна тривалість екстрагування сахарози з бурякової сировини з розмірами 0,1...0,2 см (мезга) становить 5 хв. за температури живильної води для промивання мезги 70...75 °С. Розроблено технологію вилучення сахарози з коренеплодів цукрових буряків із застосуванням механічного розкриття клітин, що передбачає інтенсивне теплове оброблення бурякової стружки за температури 80...85 °С та тривалості 6...8 хв. соком, що містить коагулянт, подрібнення стружки до мезги, промивання одержаної мезги живильною водою та пресування мезги.

Розроблено технологію перероблення хвостиків та бою цукрових буряків.

Встановлено вплив мезги, що повертається до дифузійного апарата, на чистоту дифузійного соку та визначено основні параметри знецукрення мезги без повернення до дифузійного апарата. Запропонований спосіб апробовано на Линовицькому цукровому заводі.

10. Під час промислових досліджень способу застосування антисептику-флокулянту „Біодез” (на основі ПГМГХ) для обробки бурякової стружки та живильної води на Івано-Пільському цукровому заводі у 2005 р. підтверджено, що за витрат ПГМГХ 0,002...0,004 % до маси буряків ефект очищення соку під час екстрагування становить 20...22 %, чистота соку II сатурації підвищується на 0,8...1,2 од., вихід цукру збільшується на 0,2...0,4 % до маси буряків. Очікуваний економічний ефект при застосуванні антисептику-флокулянту складає 274500 тис. грн. на 100 тис. т. перероблених буряків.

11. Промисловими дослідженнями способу підготовки живильної води із застосуванням основного сульфату алюмінію підтверджено високу ефективність коагулянту щодо підвищення пружності бурякової стружки, покращення технологічних показників дифузійного та очищеного соків, пригнічення мікробіологічних процесів та зменшення втрат сахарози від розкладання. Ефект очищення соку під час екстрагування становить 22...26 %, що сприяє підвищенню виходу цукру на 0,3...0,5 % до маси буряків. Висока ефективність застосування ОСА спостерігається при зниженні технологічних показників цукрових буряків. Спосіб підготовки живильної води з одночасним очищенням дифузійного соку впроваджено на 5 цукрових заводах України із загальним економічним ефектом 3,2 млн. грн.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях:

1. Вплив антисептиків на мікрофлору дифузійного соку з буряків, уражених слизистим бактеріозом /Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпець, Л.Р. Решетняк, І.С. Решетняк // Харчова промисловість. – 2001. – №1 (46). – С. 85-86.

Особистий внесок: проведення досліджень, оброблення результатів експерименту та оформлення статті.

2. Вплив антимікробної дії основних солей алюмінію на втрати цукрози на дифузії / О.М. Салавор, Н.І. Штангеева, А.А. Ліпець, Н.А. Гусятинська, Л.С. Клименко // Цукор України. – 2001. – № 5. – С. 11-12.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, теоретичний аналіз результатів та підготовка матеріалів до публікації.

3. Ліпець А.А., Гусятинська Н.А., Паламарчук Н.І. Технологічна схема переробки хвостиків і бою цукрових буряків // Цукор України. – 2002. – № 6 (30). – С. 8-9.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, аналіз результатів та підготовка матеріалів до публікації.

4. Ліпець А.А., Гусятинська Н.А., Паламарчук Н.І. Якісні показники соків при вилученні цукрози із бурякової мезги // Харчова промисловість. – 2003. – №2. – С. 4-5.

Особистий внесок: участь у експериментальних дослідженнях, аналіз експериментальних даних, написання статті.

5. Вплив коагулянтів на мікробіологічні процеси у дифузійному апараті / Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпець, М.В. Гусятинський, С.М. Коровко // Цукор України. – 2003. – № 6. – С. 15-17.

Особистий внесок: організація та проведення досліджень, узагальнення результатів експерименту, написання статті.

6. Ліпець А.А., Гусятинська Н.А., Паламарчук Н.І. Експрес-спосіб вилучення цукру // Цукор України. – 2004. – № 1-2. – С. 11-13.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, математичному обробленні результатів експерименту та оформленні статті.

7. Гусятинська Н.А., Ліпець А.А., Коровко С.М. Вплив основного сульфату алюмінію на перехід високомолекулярних сполук в процесі екстрагування цукрози з бурякової стружки // Харчова промисловість. – 2004. – №3. – С. 5-7.

Особистий внесок: організація досліджень, узагальнення результатів експерименту та написання статті.

8. Липец А.А., Гусятинская Н.А., Паламарчук Н.И. Новый способ извлечения сахара из свекловичной стружки // Сахар. – 2004. – №6. – С. 34-36.

Особистий внесок: участь у підборі і теоретичному аналізі літературних джерел, плануванні і проведенні досліджень, підготовці матеріалів до друку.

9. Ліпець А.А., Гусятинська Н.А., Гусятинський М.В. Роль пресування при вилученні цукру з бурякової стружки // Цукор України. – 2005. – № 1-2. – С. 26-29.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, математичному обробленні даних експерименту, узагальненні результатів та написанні статті.

10. Досвід використання коагулянтів в процесі екстрагування цукрози на Пальмірському цукровому заводі /А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, С.М. Тетеріна, М.С. Козло, Ю.П. Савісько // Цукор України. – 2005. – № 3. – С. 13-14.

Особистий внесок: організація промислових випробувань, участь в експериментальних дослідженнях, обробленні результатів експерименту та оформленні статті.

11. Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Гусятинський М.В. Очищення жомопресової води дефекосатураційним осадом // Цукор України. – 2005. – № 4. – С. 23-24.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, аналіз результатів експерименту та підготовка матеріалів до публікації.

12. Гусятинская Н.А., Липец А.А. Использование коагулянтов для повышения качества диффузионного сока // Сахар. – 2005. – № 5. – С. 37-40.

Особистий внесок: організація і проведення досліджень, оброблення результатів експерименту та оформлення статті.

13. Ліпец А.А., Гусятинська Н.А. Основні напрямки удосконалення технології вилучення цукрози з бурякової стружки // Цукор України. – 2005. – № 5. – С. 17-19.

Особистий внесок: участь у теоретичному аналізі літературних джерел, планування та проведення досліджень, підготовка матеріалів до друку.

14. Сучасні способи інтенсифікації процесу екстрагування цукрози з використанням хімічних реагентів /Н.А. Гусятинська, М.П. Купчик, А.А. Ліпец, С.М. Тетеріна, Т.М. Чорна // Наукові праці НУХТ. – 2005. – №16. – С. 71-73.

Особистий внесок: участь в проведенні досліджень, узагальненні результатів експерименту та написанні статті.

15. Зменшення втрат цукрози від мікробіологічного розкладання в процесі перероблення цукрових буряків / Н.А. Гусятинська, С.М. Тетеріна, Т.М. Чорна, А.А. Ліпец, М.П. Купчик // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Наук. фахове видання. – 2005. – Вип. 34. – С. 83-89.

Особистий внесок: керівництво і участь у плануванні та проведенні досліджень, підготовці матеріалів до друку.

16. Ліпец А.А., Гусятинська Н.А., Паламарчук Н.І. Вплив фізико-хімічних факторів на плазмоліз клітин бурякової тканини та перехід ВМС у дифузійний сік // Науковий вісник Полтавського університету споживчої кооперації України. Серія технічні науки. – 2005. – № 3 (16). – С. 51-54.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, обробленні та узагальненні експериментальних досліджень, підготовці матеріалів до публікації.

17. Використання препарату „Біодез” в процесі екстрагування цукрози з бурякової стружки / Н.А. Гусятинська, М.П. Купчик, А.А. Ліпец, Т.М. Чорна // Цукор України. – 2006. – № 1-2. – С. 31-34.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні результатів, підготовці матеріалів до друку.

18. Вплив хімічної обробки бурякової стружки на технологічну якість дифузійного соку / Н.А. Гусятинська, Т.М. Чорна, А.А. Ліпєц, М.П. Купчик // Наукові праці НУХТ. – 2006. – № 18. – С. 38-40.

Особистий внесок: участь у аналізі літературних джерел, проведенні досліджень, узагальненні результатів, оформленні статті.

19. Липец А.А., Гусятинская Н.А., Гусятинский Н.В. Удаление мезги из диффузионного сока // Сахар. – 2006. – №4. – С. 44-46.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні результатів, оформленні статті.

20. Использование антисептика-флокулянта при извлечении сахарозы из свекловичной стружки / Н.А. Гусятинская, М.П. Купчик, А.А. Липец, Т.Н. Чорна, С.Н. Тетерина // Сахар. – 2006. – №8. – С. 36-39.

Особистий внесок: участь у підборі і теоретичному аналізі літературних джерел, проведенні досліджень, узагальненні результатів, оформленні статті.

21. Визначення оптимального технологічного режиму процесу екстрагування сахарози з бурякової стружки при переробленні буряків погіршеної якості / Н.А. Гусятинська, С.М. Тетеріна, А.А. Ліпєц, В.О. Мірошник // Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Вінниця, 2006. – Вип. 1. – С. 41-44.

Особистий внесок: участь у плануванні і проведенні досліджень, узагальненні результатів досліджень, підготовка матеріалів до друку.

22. Гусятинська Н.А., Чорна Т.М., Ліпєц А.А. Удосконалення технології екстрагування сахарози із застосуванням сучасних способів фізико-хімічної дії на бурякову стружку // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: ЛНАУ, 2006. – №64 (87). – С. 117-121.

Особистий внесок: керування та участь у проведенні досліджень, підготовці матеріалів до друку.

23. Ліпєц А.А., Гусятинська Н.А., Гусятинський М.В. Переробка мезги дифузійного соку // Цукор України. – 2006. – № 3. – С. 12-14.

Особистий внесок: участь в організації та проведенні досліджень, узагальненні результатів, підготовці матеріалів до друку.

24. Гусятинская Н.А. Повышение эффекта очистки сока при экстрагировании сахарозы из свекловичной стружки // Сахар. – 2006. – №10. – С. 30-31.

Особистий внесок: теоретичний аналіз літературних джерел, проведення досліджень, узагальнення експериментальних даних, підготовка статті до друку.

25. Гусятинська Н.А. Питання мікробіологічного контролю та вибору антисептика при екстрагуванні цукрози // Цукор України. – 2006. – №6. – С. 12-15.

Особистий внесок: теоретичний аналіз літературних джерел, проведення досліджень, узагальнення експериментальних даних, підготовка статті до друку.

26. Результати лабораторних досліджень антисептичного засобу „Жавель-Клейд” у виробництві цукру / Н.А. Гусятинська, Т.М. Чорна, С.М. Тетеріна, М.П. Купчик, А.А. Ліпец // Вісник Харківського НТУСГ ім. П. Василенка. – 2007. – Вип. 58. – С. 201-207.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні результатів, підготовці матеріалів до друку.

27. Вплив хімічних реагентів на плазмоліз клітин бурякової стружки під час екстрагування сахарози / М.В. Гусятинський, А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, Є.С. Богданов, С.М. Тетеріна, Т.М. Чорна // Цукор України. – 2007. – № 5-6 (54). – С. 9-11.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні результатів, підготовці матеріалів до друку.

Патенти:

28. Деклараційний патент на винахід 44540 А України, МПК⁷ C13D3/00. Спосіб очищення жомопресової води / А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, Ю.Б. Навроцький, М.В. Гусятинський, О.В. Вержбицький – 2001053348; Заявл.18.05.2001; Опубл. 15.02.2002, Бюл. №2.

Особистий внесок: проведення патентного пошуку, участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці та написанні заявки.

29. Деклараційний патент на винахід 45791 А України, МПК⁷ C13D1/10. Спосіб вилучення цукру з бурякової стружки / А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, М.В. Гусятинський – 2001074713; Заявл.06.07.2001; Опубл. 15.04.2002, Бюл. №4.

Особистий внесок: патентний пошук, участь у експериментальних дослідженнях, підготовці та написанні заявки.

30. Деклараційний патент на винахід 46485 А України, МПК⁷ C13D3/00, C02F1/66. Спосіб очищення транспортерно-мийної води бурякоцукрового виробництва / О.М. Салавор, М.В. Гусятинський, Л.С. Клименко, Н.А. Гусятинська, Н.І. Штангеева, А.А. Ліпец, А.І. Сорокін – 2001075307; Заявл.25.07.2001; Опубл. 15.05.2002, Бюл. №5.

Особистий внесок: участь у експериментальних дослідженнях, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент України.

31. Деклараційний патент на винахід 46398 А України, МПК⁷ C13C 1/00. Спосіб очищення дифузійного соку / А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, Ю.Б. Навроцький, А.О. Чагайда – 2001074772; Заявл.09.07.2001; Опубл. 15.05.2002, Бюл. №5.

Особистий внесок: керівництво та участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, написанні заявки на патент.

32. Деклараційний патент на винахід 52119 А України, МПК⁷ C13D1/00. Спосіб переробки хвостиків і бою буряків / А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, Н.І. Паламарчук, В.А. Пісковець – 2002021537; Заявл. 25.02.2002; Опубл. 16.12.2002, Бюл. №12.

Особистий внесок: патентний пошук, участь у експериментальних дослідженнях, підготовці матеріалів та написанні заявки.

33. Деклараційний патент на винахід 52378 А України, МПК⁷ C13C1/00. Спосіб приготування сухого активованого адсорбенту з відходів буряко-цукрового виробництва / А.А. Ліпець, Н.А. Гусятинська, М.В. Гусятинський, А.О. Чагайда, Д.В. Бібік – 2002043150; Заявл.17.04.2002; Опубл. 16.12.2002, Бюл. №12.

Особистий внесок: проведення патентного пошуку, участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент.

34. Деклараційний патент на винахід 62458 А України, МПК⁷ C12D1/10. Спосіб вилучення цукрози з бурякової сировини / А.А. Ліпець, Г.О. Сімахіна, Н.А. Гусятинська, О.А. Штанько, Н.І. Паламарчук – 2003032648; Заявл. 27.03.2003; Опубл. 15.12.2003, Бюл. №12.

Особистий внесок: участь в організації та проведенні експериментальних досліджень, обробленні одержаних даних та написанні заявки на патент України.

35. Деклараційний патент на винахід 63440 А України, МПК⁷ C13D1/00. Спосіб екстрагування цукрози з бурякової стружки / А.А. Ліпець, Н.А. Гусятинська, М.В. Гусятинський, С.М. Коровко – 2003043527; Заявл.18.04.2003; Опубл. 15.01.2004, Бюл. №1.

Особистий внесок: патентний пошук, участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні результатів, підготовка матеріалів та написання заявки.

36. Деклараційний патент на винахід 68229 А України, МПК⁷ C13D1/10. Спосіб вилучення цукрози з бурякової сировини / А.А. Ліпець, Н.А.Гусятинська, Н.І. Паламарчук, О.В. Грабовська – 20031110588; Заявл. 24.11.2003; Опубл. 15.07.2004, Бюл. №7.

Особистий внесок: патентний пошук, участь в організації та проведенні експериментальних досліджень, узагальненні одержаних даних та написанні заявки на патент.

37. Деклараційний патент на винахід 70735 А України, МПК⁷ C13D1/00. Спосіб одержання дифузійного соку / А.А. Ліпець, Н.А. Гусятинська, Л.Р. Решетняк, І.С. Решетняк, С.М. Коровко – 20031212462; Заявл. 25.12.2003; Опубл. 15.10.2004, Бюл. №10.

Особистий внесок: проведення патентного пошуку, участь в організації та проведенні експериментальних досліджень, обробленні одержаних даних та написанні заявки.

38. Деклараційний патент на винахід 8853 України, МПК⁷ C13D1/10. Спосіб підготовки живильної води для екстрагування сахарози із бурякової сировини / М.П. Купчик, В.Т. Лісовенко, А.А. Ліпець, В.В. Вознюк, Н.А. Гусятинська, С.М. Тетеріна, Т.М. Чорна – 200502366; Заявл.16.03.2005; Опубл. 15.08.2005, Бюл. №8.

Особистий внесок: проведення патентного пошуку, участь в організації та проведенні експериментальних досліджень, обробленні одержаних даних та написанні заявки.

39. Деклараційний патент на винахід 8854 України, МПК⁷ C13D1/00. Спосіб одержання дифузійного соку / М.П. Купчик, В.Т. Лісовенко, А.А. Ліпец, В.В. Вознюк, Н.А. Гусятинська, С.М. Тетеріна, Т.М. Чорна – 200502367; Заявл.16.03.2005; Опубл. 15.08.2005, Бюл. №8.

Особистий внесок: участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів та написанні заявки на патент України.

40. Деклараційний патент на винахід 10388 України, МПК⁷ C13D1/00. Спосіб вилучення цукрози з бурякової стружки в похилих дифузійних апаратах / А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, М.В. Гусятинський, В.М. Кухар, Т.М. Чорна – 200503783; Заявл.20.04.2005; Опубл. 15.11.2005, Бюл. №11.

Особистий внесок: проведення патентного пошуку, участь в організації та проведенні експериментальних досліджень, обробленні одержаних даних та написанні заявки.

41. Деклараційний патент на винахід 14757 України, МПК⁷ C13D1/00. Спосіб вилучення сахарози з бурякової стружки / Н.А. Гусятинська, Т.М. Чорна, М.П. Купчик, А.А. Ліпец, В.О. Мірошник – 200512667; Заявл. 27.12.2005; Опубл. 15.05.2006. Бюл. №5.

Особистий внесок: керування та участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні результатів, підготовці та написанні заявки на патент.

42. Деклараційний патент на винахід 17172 України, МПК⁷ C13D1/00. Спосіб екстрагування сахарози з бурякової стружки / А.І. Українець, А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, Л.М. Хомічак, М.П. Купчик, М.В. Гусятинський – 200603034. Заявл. 21.03.2006; Опубл.15.09.2006. Бюл. №9.

Особистий внесок: проведення патентного пошуку, участь в організації та проведенні експериментальних досліджень, обробленні одержаних даних та написанні заявки.

43. Патент на винахід 58320 України, МПК⁷ C13D1/10. Спосіб підготовки живильної води для екстрагування цукрози із бурякової сировини / А.А. Ліпец, Н.А. Гусятинська, М.В. Гусятинський, С.М. Коровко – 2002119393; Заявл. 26.11.2002; Опубл. 15.07.2003, Бюл. №7.

Особистий внесок: керування та участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів.

44. Патент на корисну модель 23547 України, МПК⁷ C13D1/00. Спосіб дезінфекції в процесі екстрагування сахарози / М.П. Купчик, Н.А. Гусятинська, М.Ф. Яковчук, С.О. Дітріх, Ю.О. Сидоренко, А.А. Ліпец, Т.М. Чорна – 200701300; Заявл. 08.02.2007; Опубл. 25.05.2007, Бюл. №7.

Особистий внесок: керування та участь у експериментальних дослідженнях, узагальненні їх результатів, підготовці матеріалів.

Тези доповідей на наукових конференціях:

45. Гусятинська Н.А., Навроцький Ю.Б., Ліпец А.А. Перероблення буряків, уражених слизистим бактеріозом // Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій,

обладнання в галузях харчової і переробної промисловості: 6-а Міжнар. наук.-техн. конференція. Київ, 19-21 жовтня 1999 р. – К.:УДУХТ, 2000. – С. 8-9.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез доповіді.

46.1. Вилучення цукрози з бурякової мезги / А.А.Ліпець, Н.А. Гусятинська, Н.І. Паламарчук, Ю.Б. Навроцький // Пріоритетні напрями впровадження в харчову промисловість сучасних технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення: VII Міжнар. наук.-техн. конференція. Київ, 23-25 жовтня 2000 р. – К.:УДУХТ. – 2001. – С. 21-23.

Особистий внесок: проведення досліджень, участь в обробленні експериментальних даних і написанні тез доповіді.

46.2. Гусятинський М.В., Ліпець А.А., Гусятинська Н.А. Оцінювання якісних показників соків, одержаних екстрагуванням і віджиманням стружки // Пріоритетні напрями впровадження в харчову промисловість сучасних технологій, обладнання і нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення: VII Міжнар. наук.-техн. конференція. Київ, 23-25 жовтня 2000 р. – К.:УДУХТ. – 2001. – С. 23-24.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та підготовка матеріалів до публікації.

47. Ліпець А.А., Гусятинська Н.А., Паламарчук Н.І. Математичне моделювання процесу вилучення цукрози із бурякової сировини різних розмірів // Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини, культура харчування населення України: Міжнар. наук.-техн. конференція. Київ, 21-23 жовтня 2003 р., Харчова промисловість, додаток до журналу № 3. – К.: НУХТ. – 2004. – С. 7.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез доповіді.

48. Ліпець А.А., Гусятинська Н.А., Коровко С.М. Вплив ДГСА на ступінь денатурації бурякової тканини // Розроблення та виробництво продуктів функціонального харчування, інноваційні технології та конструювання обладнання для перероблення сільгоспсировини, культура харчування населення України: Міжнар. наук.-техн. конференція. Київ, 21-23 жовтня 2003 р., Наукові праці НУХТ, додаток до журналу №15. – К.: НУХТ. – 2004. – С. 7-8.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез доповіді.

49. Використання коагулянтів в процесі екстрагування цукрози з бурякової стружки / А.А. Ліпець, Н.А. Гусятинська, С.М. Коровко, М.В. Гусятинський // Сборник научных статей научно-практической конференции «Перспективные направления развития пищевой промышленности». – Одесса: ОЦНТЭИ, 2003. – С. 91-93.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез доповіді.

50. Липец А.А., Гусятинская Н.А., Гусятинский Н.В. Интенсификация процесса экстрагирования сахара из свекловичной стружки // САХАР – 2004.

Повышение эффективности работы свеклосахарного комплекса: IV Междунар. научн.-практ. конференция. Москва, 15-16 апреля 2004 г. – М.: МГУПП, 2004. – С. 56-61.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез доповіді.

51. Ліпец А.А., Гусятинська Н.А. Використання коагулянтів в бурякоцукровому виробництві // Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва: Наук.-техн. конференція цукровиків України. Київ, 30 березня-1 квітня 2004 р. – К.: „Цукор України”, 2004. – С. 166-167.

Особистий внесок: узагальнення результатів експериментальних досліджень та оформлення матеріалів доповіді.

52. Гусятинская Н.А. Влияние антисептических препаратов на развитие микробиологических процессов и накопление продуктов метаболизма в процессе экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки // САХАР–2005. Повышение эффективности работы свеклосахарного комплекса: V Междунар. научн.-практ. конференция. Москва, 21-22 апреля 2005 г. – М.: МГУПП, 2005. – С. 45-49.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, оброблення одержаних даних та оформлення матеріалів доповіді.

53. Гусятинська Н.А., Ліпец А.А. Аналіз способів очищення та повернення жомопресової води в процесі екстрагування цукрози // Шляхи підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва та його науково-технічне забезпечення: Наук.-техн. конференція цукровиків України. Київ, 5-7 квітня 2005 р. – К.: НУХТ, 2005. – С. 168-171.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез.

54. Купчик М.П., Гусятинская Н.А. Влияние микробиологических процессов на качество сахара // Значение биотехнологии для здорового питания и решения медико-социальных проблем: Научн.-практич. конференция. Калининград, 22-23 июня 2005 г. – М.: МАКС Пресс, 2005. – С. 45.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення матеріалу та оформлення тез доповіді.

55. Гусятинський М.В., Ліпец А.А., Гусятинська Н.А. Інтенсифікація вилучення цукрози з бурякової стружки дифузійно-пресовим способом // Стан і перспективи розвитку переробної галузі АПК: Міжнар. наук.-практ. конференція. Мелітополь, 16-18 червня 2005 р. – Мелітополь: ТДАА, 2005. – С.133-139.

Особистий внесок: участь у дослідженнях, в обробленні експериментальних даних і написанні тез доповіді.

56. Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Тетеріна С.М. Вплив основного сульфату алюмінію на мікроструктуру пектинових речовин у процесі екстрагування цукрози // Нові технології та технічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьогодення і перспективи: IX Міжнар. наук.-техн. конференція. Київ, 17-19 жовтня 2005 р. – К.: НУХТ, 2005. – Ч. I. – С. 7.

Особистий внесок: керування та участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез доповіді.

57.1. Гусятинська Н.А., Ліпець А.А. Застосування основного сульфату алюмінію в процесі екстрагування на ВАТ „Цукорінвест” // Наук.-техн. конференція цукровиків України. Київ, 12-13 квітня 2006 р. – К.: „Цукор України”, 2006. – С. 188-189.

Особистий внесок: організація та проведення промислових досліджень, оброблення експериментальних даних, написання тез доповіді.

57.2. „Біодез” – ефективний антисептик-флокулянт для цукрової промисловості / Н.А. Гусятинська, М.П. Купчик, А.А. Ліпець, Т.М. Чорна // Наук.-техн. конференція цукровиків України. Київ, 12-13 квітня 2006 р. – К.: „Цукор України”, 2006. – С. 183-186.

Особистий внесок: організація та проведення промислових досліджень, оброблення експериментальних даних, написання тез доповіді.

58. Гусятинская Н.А. Повышение эффекта очистки сока в процессе экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки // САХАР – 2006. Повышение эффективности работы сахарной промышленности: VI Междунар. научн.-практ. конференция. Москва, 26-30 апреля 2006 г. – М.: МГУПП, 2006. – С. 50-53.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення матеріалу та оформлення тез доповіді.

59.1. Гусятинська Н.А. Дослідження дії основного сульфату алюмінію на пектинові речовини бурякової тканини в процесі екстрагування сахарози // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія: IV Міжнар. наук.-практ. конференція. Харків, 23-24 травня 2006 р. – Харків: ХДУХТ, 2006. – Ч.1. – С. 90-92.

Особистий внесок: проведення експериментальних досліджень, узагальнення матеріалу та оформлення тез доповіді.

59.2. Обробка бурякової стружки коагулянтами в процесі екстрагування сахарози / Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпець, М.П. Купчик, Т.М. Чорна, С.М. Тетеріна // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія: IV Міжнар. наук.-практ. конференція. Харків, 23-24 травня 2006 р. – Харків: ХДУХТ, 2006. – Ч.1. – С. 93-95.

Особистий внесок: керування та участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез доповіді.

60. Застосування нового антисептику-флокулянту ПГМГХ в процесі екстрагування / Н.А. Гусятинська, Т.М. Чорна, А.А. Ліпець, М.П. Купчик // Стан і перспективи розвитку сучасних технологій і обладнання переробних і харчових виробництв: Міжнар. наук.-техн. конференція. Вінниця, 1-4 червня 2006 р. – Вінниця: ВДАУ, 2006. – Вип.1. – С. 37-40.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та написання тез доповіді.

61. Гусятинська Н.А., Купчик М.П., Ліпець А.А. Ефективні способи підготовки та очищення води для технологічних цілей цукрової промисловості

// Аква-Україна. Екологічні технології 2006: IV Міжнар. Водний Форум. Київ, 19-21 вересня 2006 р. – К., 2006. – С. 346-348.

Особистий внесок: проведення досліджень, участь в узагальненні одержаних результатів та написанні тез доповіді.

62. Оптимізація процесу вилучення сахарози з бурякової стружки з використанням полігексаметиленгуанідину гідрохлориду / Т.М. Чорна, М.П. Купчик, Н.А. Гусятинська, А.А. Ліпец, В.О. Мірошник // Нові ресурсо- та енергозберігаючі технології харчових виробництв: Всеукр. наук.-практ. конференція. Полтава, 1-2 березня 2007 р. – Полтава: ПУСКУ, 2007. – С.15-17.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та оформленні тез доповіді.

63. Ефективні антисептичні препарати на основі активного хлору для цукрової галузі / Н.А. Гусятинська, М.П. Купчик, А.А. Ліпец, С.О. Дітріх, М.Ф. Яковчук // Наук.-техн. конференція цукровиків України. Київ, 21-23 березня 2007 р. – К.: „Цукор України”, 2007. – С. 173-174.

Особистий внесок: проведення досліджень, узагальнення одержаних результатів та написання тез доповіді.

64. Влияние химических реагентов на повышение качества диффузионного сока / М.П. Купчик, Н.А. Гусятинская, А.А. Липец, Т.Н. Чорна // Энерго- и ресурсосберегающие технологии сахарного производства: VII Междунар. научн.-практ. конференция. Москва, 16-21 апреля 2007 г. – М.: МГУПП, 2007. – С. 50-52.

Особистий внесок: участь у проведенні досліджень, узагальненні одержаних результатів та написанні тез доповіді.

АНОТАЦІЯ

Гусятинська Н.А. Наукове обґрунтування та розроблення фізико-хімічних методів інтенсифікації вилучення сахарози з цукрових буряків. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2008.

В дисертаційній роботі вирішена науково-прикладна задача – підвищення ефективності вилучення сахарози з бурякової сировини з одночасним очищенням дифузійного соку на основі застосування фізико-хімічних методів інтенсифікації технологічного процесу. Науково обґрунтовано механізм дії коагулянту основного сульфату алюмінію та катіонного флокулянту ПГМГХ на пектинові речовини під час екстрагування сахарози з бурякової стружки. Удосконалено технологію екстрагування сахарози із застосуванням зазначених реагентів.

Визначено ефективність біоцидної дії ряду препаратів, розроблено способи дезінфекції сокостружкової суміші та затверджено 3 галузеві технологічні інструкції для застосування дезінфікуючих засобів у цукровому виробництві.

Удосконалено технологію дифузійно-пресового вилучення сахарози.

Розроблено технологію вилучення сахарози із застосуванням механічного розкриття бурякових клітин та хімічного впливу коагулянту чи флокулянту.

Наведено результати промислових випробувань розроблених способів.

Ключові слова: бурякова стружка, екстрагування сахарози, методи інтенсифікації, антисептик, коагулянт, флокулянт, хімічне оброблення стружки, дифузійний сік.

АННОТАЦИЯ

Гусятинская Н.А. Научное обоснование и разработка физико-химических методов интенсификации извлечения сахарозы из сахарной свеклы. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени доктора технических наук по специальности 05.18.05 – Технология сахаристых веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2008.

В диссертации решена научно-прикладная задача – повышения эффективности извлечения сахарозы из свекловичной стружки с одновременной очисткой диффузионного сока на основании применения физико-химических методов интенсификации технологического процесса.

Научно обоснован механизм осаждения пектиновых веществ клеточного сока свекловичной стружки при использовании коагулянта основного сульфата алюминия (ОСА) и полимерного биоцидного препарата комплексного действия – полигексаметиленгуанидина гидрохлорида (ПГМГХ). В работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований основных закономерностей экстрагирования сахарозы с применением химических реагентов для обработки питательной воды и свекловичной стружки.

Представлены результаты исследований механизма взаимодействия пектиновых веществ свекловичного сока с ОСА и ПГМГХ. Установлено, что пектиновые вещества связываются ОСА и ПГМГ, что способствует уменьшению их содержания в диффузионном соке. При введении в систему пектин-ПГМГ, пектин-алюминий иона кальция происходит образование мицелл осадка с более крупными частицами.

Экспериментальными исследованиями подтверждена высокая эффективность использования ОСА и ПГМГХ для обработки свекловичной стружки в процессе экстрагирования сахарозы как при переработке сырья хорошего качества, так и свеклы после длительного хранения. С помощью методов математической обработки экспериментальных данных определены оптимальные значения температуры процесса и pH_{20} питательной воды при использовании ОСА и ПГМГХ. Установлено, что оптимальный расход ОСА составляет 0,025...0,04 %, а ПГМГХ – 0,002...0,004 % к массе свеклы.

Теоретические и практические аспекты использования коагулянта ОСА и антисептика-флокулянта ПГМГХ положены в основу усовершенствованной технологии экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки.

На основании результатов экспериментальных исследований проведен анализ микробиологических процессов в промышленных диффузионных

аппаратах. Определена эффективность применения ряда дезинфицирующих препаратов на основе натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты, ПГМГХ, кормовых антибиотиков для обеззараживания сокоотружечной смеси, питательной воды и корнеплодов сахарной свеклы.

Экспериментальными исследованиями определена эффективность дезинфицирующих препаратов по отношению к ряду микроорганизмов: микромицетов – родов *Botrytis*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*; спорообразующих бактерий – *Bacillus subtilis*, *B. megatherium*, термофильных бактерий *B. stearothermophilus*, слизиобразующих бактерий рода *Leuconostoc*. Разработаны и утверждены отраслевые технологические инструкции по применению дезинфицирующих препаратов „Биодез”, „Жавель-Клейд”, „Ди-Хлор” в сахарной промышленности. Определен спектр действия, расход и рабочие концентрации дезинфицирующих средств для применения на различных стадиях сахарного производства.

Разработана программа расчета оптимального содержания сахарозы в жоме на выходе из диффузионного аппарата в зависимости от степени прессования жома (до содержания сухих веществ 30 %), содержания сахарозы в свекловичной стружке, чистоты клеточного сока, способа очистки жомопрессовой воды. На основании обобщения результатов экспериментальных исследований и математического моделирования обоснован способ интенсификации извлечения сахарозы из свекловичной стружки с использованием механического прессования и коагулянта. Усовершенствована технология извлечения сахарозы из свекловичной стружки с применением прессования в две стадии.

Теоретически обоснована и практически подтверждена эффективность извлечения сахарозы из механически раскрытых клеток свекловичной ткани в результате ее измельчения в мезгу. Разработана математическая модель процесса извлечения сахарозы из свекловичного мезги и установлена оптимальная продолжительность процесса.

Проведены промышленные испытания способов усовершенствования процесса экстрагирования: дезинфекции сокоотружечной смеси, подготовки питательной воды для процесса экстрагирования, обработки свекловичной стружки ПГМГХ, переработки хвостиков и боя свеклы, на которые получены декларационные патенты на изобретения и Патенты Украины.

Ключевые слова: свекловичная стружка, экстрагирование сахарозы, методы интенсификации, антисептик, коагулянт, флокулянт, химическая обработка стружки, диффузионный сок.

ANNOTATION

Gusyatinska N.A. Scientific substantiation and development of physical and chemical methods of an intensification of extraction of saccharose from sugar beet. - Manuscript.

The dissertation is presented to acquire the scientific degree of Doctor of Technical Sciences on the specialty 05.18.05 – Technology of Sugary Substances and fermentation products. – National University of Food Technologies, Kiev, 2008.

In the dissertation the scientific applied problem of increase of efficiency of extraction of saccharose from beet cossettes with simultaneous clearing diffusion juice is solved on the basis of application of physical and chemical methods.

The mechanism of sedimentation of pectinaceous substances in process of extraction saccharoses from beet cossettes is scientifically proved at use coagoulent the hydroksosulfate of aluminium (OCA) and a polymeric antiseptic preparation of complex action - polyhexamethylene guanidine gidrochloride (PGMGH).

Efficiency of disinfectant action of some chemical means is determined. Ways of disinfection diffusion juice are scientifically proved and developed. The 3 branch technological instructions for use of disinfectants are approved.

The technology of diffusion-pressing extraction of sucrose from the sugar-beet cossettes is improved.

The technology of processing of fragments of sugar beet and root crops of sugar beet with use of mechanical disclosing cells and chemical action coagoulent or flocculent is evolved.

Results of industrial tests of an intensification of extraction of saccharose from beet are given.

Key words: beet cossettes, extracting saccharose, antiseptic-flocculent, chemical treating of cossettes, diffusion juice.