

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**РОМАНЧЕНКО НАТАЛІЯ МИКОЛАЇВНА**

**УДК 664.1.038**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ  
ОЧИЩЕННЯ КЛЕРОВКИ ТРОСТИННОГО ЦУКРУ-СИРЦЮ**

**05.18.05 – Технологія цукристих речовин та продуктів бродіння**

**АВТОРЕФЕРАТ  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук**

**Київ – 2012**

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Гусятинська Наталія Альфредівна**,  
Національний університет державної  
податкової служби України, завідувач  
кафедри техногенно-екологічної безпеки.

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Штангєсва Надія Іванівна**,  
Київський національний університет  
культури і мистецтв, професор кафедри  
готельно-ресторанного бізнесу,

кандидат технічних наук, доцент  
**Савич Анатолій Никифорович**,  
Український науково-дослідний інститут  
цукрової промисловості, заступник  
директора з наукової роботи, вчений  
секретар.

Захист відбудеться "26" грудня 2012 р. о 14<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія А-311.

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

Автореферат розісланий "\_\_\_" \_\_\_\_\_ р.

Вчений секретар спеціалізованої  
вченої ради Д 26.058.04, к.т.н., доцент

М.В. Карпутіна

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Пріоритетним завданням економіки України є забезпечення стабільного ринку харчової продукції, що відповідає вимогам якості згідно ДСТУ. Важлива роль у вирішенні цього завдання належить цукровій галузі. У зв'язку зі вступом України до СОТ збільшилася частка тростинного цукру-сирцю, що переробляється на цукрових заводах у білий цукор. З огляду на те, що в світі відбувається зростання обсягів споживання цукру, підвищення ефективності переробки тростинного цукру-сирцю є актуальним завданням.

Забезпечення високої якості білого цукру потребує здійснення комплексу заходів щодо підвищення якості сировини, розроблення та впровадження новітніх способів удосконалення технології та обладнання у галузі. Актуальними є дослідження, спрямовані на ресурсозбереження та підвищення якості білого цукру.

Вагомий внесок у розроблення технології зберігання та перероблення тростинного цукру-сирцю зробили вітчизняні та зарубіжні вчені Бугаєнко І.Ф., Штангеев В.О., Рева Л.П., Міщук Р.Ц., Ліпец А.А., Сапронов О.Р., Міхатова Г.Н., Голибін В.А, Єгорова М.І., Хвалковський Т.П., Находкіна В.З. та інші.

Разом з цим потребують подальшого вивчення ряд питань, пов'язаних з дослідженням мікрофлори тростинного цукру-сирцю, розробленням сучасних заходів дезінфекції у виробництві, підвищенням ефективності процесу вапнокарбонізаційного очищення клеровки.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконувалась згідно плану держбюджетної науково-дослідної тематики кафедри технології цукру і підготовки води НУХТ «Розробка наукових основ та удосконалення технології сахаридів та підготовки води».

Особистий внесок автора полягає у проведенні лабораторних досліджень та промислових випробувань, безпосередній участі в опрацюванні, аналізі та узагальненні експериментальних даних, а також у написанні та оформленні наукових публікацій по темі дисертаційної роботи.

**Мета і задачі дослідження.** Мета роботи – на основі теоретичних і експериментальних досліджень впливу хімічних реагентів на технологічні та мікробіологічні показники якості продуктів удосконалити технологію очищення клеровки тростинного цукру-сирцю, що сприятиме підвищенню виходу та покращенню якості білого цукру.

Відповідно до поставленої мети були сформульовані такі завдання:

– дослідити технологічні та мікробіологічні показники тростинного цукру-сирцю і продуктів виробництва;

– на основі результатів дослідження ефективності дії сучасних засобів щодо контамінуючої мікрофлори у виробництві цукру з тростинного цукру-сирцю розробити спосіб дезінфекційної обробки клеровки;

– дослідити вплив фізичних і хімічних факторів на розкладання редукувальних речовин та сахарози, а також встановити раціональні параметри тривалості і температури процесу вапнування клеровки залежно від початкового вмісту редукувальних речовин;

– провести експериментальні дослідження щодо визначення ефективності застосування додаткових реагентів, встановлення стадії їх введення та раціональних витрат для підвищення ефекту очищення клеровки тростинного цукру-сирцю;

– розробити спосіб і апаратурно-технологічну схему очищення клеровки тростинного цукру-сирцю із застосуванням додаткових реагентів;

– провести апробацію розроблених способів дезінфекції та очищення клеровки у виробничих умовах.

*Об'єкт дослідження* – технологія очищення клеровки тростинного цукру-сирцю.

*Предмет дослідження* – технологічні властивості тростинного цукру-сирцю та клеровки тростинного цукру-сирцю як вихідної сировини для виробництва білого цукру.

*Методи дослідження* – традиційні та спеціальні хімічні, фізико-хімічні і мікробіологічні методи досліджень вихідної сировини, продуктів цукрового виробництва; методи комп'ютерної хімії, планування експерименту, математичного моделювання, оптимізації та оброблення експериментальних даних з використанням сучасних приладів і комп'ютерних технологій.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Одержані в роботі результати поглиблюють загальні відомості щодо способів удосконалення технології очищення клеровки тростинного цукру-сирцю.

На основі експериментальних досліджень поглиблено відомості щодо перебігу мікробіологічних процесів під час тривалого зберігання тростинного цукру-сирцю. Доведено вплив терміну зберігання і характеру контамінуючої мікрофлори на показники технологічної якості тростинного цукру-сирцю та ефективність його перероблення.

Вперше одержано дані щодо ефективності дії дезінфекційних засобів на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти, полігексаметиленгуанідину, основного сульфату алюмінію (ОСА) по відношенню до мікрофлори тростинного цукру-сирцю.

Вперше встановлено, що раціональні витрати засобу на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти («Жавель-Клейд») для дезінфекції продуктів при переробленні тростинного цукру-сирцю складають 0,0001...0,0002 % до маси цукру-сирцю.

Визначено раціональні параметри температури, тривалості та  $pH_{20}$  процесу вапнування для забезпечення розкладання редукувальних речовин залежно від їх вихідного вмісту в тростинному цукрі-сирцю.

Методами комп'ютерної хімії обґрунтовано вплив електростатичного поля на просторову будову та реакційну здатність молекули сахарози у водних розчинах.

Доведено підвищення якості клеровки за рахунок повернення вапнокарбонізаційного осаду на стадію клерування тростинного цукру-сирцю.

Вперше встановлено, що введення коагулянту основного сульфату алюмінію у кількості 0,018...0,036 % до маси цукру-сирцю у клеровку перед вапнокарбонізаційним очищенням сприяє підвищенню її чистоти на 0,5...1,0 од.

Удосконалено технологію очищення клеровки тростинного цукру-сирцю шляхом застосування в якості додаткових реагентів вапнокарбонізаційного осаду та основного сульфату алюмінію перед вапнокарбонізаційним очищенням.

**Практичне значення одержаних результатів.** На основі результатів теоретичних і експериментальних досліджень розроблено спосіб дезінфекції (патент України на корисну модель № 51733) із застосуванням засобу на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти («Жавель-Клейд»), що забезпечує високий ефект знезараження щодо всіх груп мікроорганізмів, присутніх у клеровці тростинного цукру-сирцю, в тому числі, вегетативних клітин слизеутворюючих, термофільних бактерій, мікроміцетів. Розроблено технологічний регламент застосування дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» у виробництві цукру з тростинного цукру-сирцю відповідно до технологічної інструкції на дезінфекційний засіб «Жавель-Клейд», узгодженої НАЦУ «Укрцукор» від 18.04.2007 р.

Проведено дослідно-промислові випробування розробленого способу дезінфекції клеровки на Уваровському (Росія) та Володимир-Волинському цукрових заводах. Очікуваний економічний ефект від впровадження способу дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю із застосуванням засобу «Жавель-Клейд» на Володимир-Волинському цукровому заводі складає 84560 грн (на період 2010 р. з розрахунку перероблення 25 005 т цукру-сирцю).

Розроблено спосіб очищення клеровки тростинного цукру-сирцю коагулянтом основним сульфатом алюмінію та вапнокарбонізаційним осадом (патент України на корисну модель № 53256, патент України на винахід № 93831).

Удосконалено апаратурно-технологічну схему очищення клеровки тростинного цукру-сирцю шляхом повернення вапнокарбонізаційного осаду на стадію клерування та введення коагулянту ОСА, що сприяє покращенню якості клеровки тростинного цукру-сирцю, підвищенню виходу цукру та зниженню витрат вапна. Очікуваний економічний ефект від впровадження розробленого способу на Уваровському цукровому заводі складає 1150000 руб. (на період 2009 р.) з розрахунку переробки 20 000 т цукру-сирцю.

**Особистий внесок здобувача** полягає в організації і проведенні лабораторних досліджень, опрацюванні, аналізі та узагальненні одержаних експериментальних даних, розробленні математичних моделей, підготовці результатів досліджень до публікації, розробленні нормативно-технічної документації, а також апробації основних результатів роботи на всеукраїнських та міжнародних науково-технічних конференціях. Автор брала безпосередню участь в розробленні способів удосконалення технології

очищення клеровки тростинного цукру-сирцю, на які отримано 1 патент України на винахід та 2 патенти України на корисну модель, організації та проведенні дослідно-промислових випробувань.

Обговорення, аналіз та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Гусятинською Н.А., а також д.т.н., проф. Ліпцем А.А. Комп'ютерне моделювання із застосуванням методів молекулярної механіки виконано у співавторстві з д.х.н., проф. Дегтярьовим Л.С.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертаційної роботи доповідались на 67-й, 69-й, 74-77-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів (Київ, НУХТ, 2001 р., 2003 р., 2008-2011 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи» (Київ, НУХТ, 2010 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарства і торгівлі» (Харків, ХДУХТ, 2011 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 19 друкованих праць, із них 6 статей у наукових фахових виданнях, 2 патенти України на корисну модель, 1 патент на винахід, 10 тез доповідей на наукових конференціях.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку літературних джерел, який включає 178 найменувань вітчизняних та зарубіжних джерел, та 6 додатків. Основний зміст роботи викладено на 164 сторінках друкованого тексту, робота містить 23 рисунки, 43 таблиці.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

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

У першому розділі «Якість тростинного цукру-сирцю та способи його перероблення» розглянуто фізико-хімічні процеси, що відбуваються при зберіганні та переробленні тростинного цукру-сирцю. Проведено аналіз основних груп нецукрів тростинного цукру-сирцю та характеру їх впливу на технологічні процеси виробництва білого цукру. Показано особливості перебігу хімічних реакцій розкладання сахарози і редукувальних речовин, а також утворення барвних сполук під час перероблення тростинного цукру-сирцю у білий цукор. Розглянуто існуючі способи знезараження клеровки тростинного цукру-сирцю.

Проведено аналіз технологічних процесів у виробництві білого цукру з тростинного цукру-сирцю та вказано недоліки типової схеми очищення клеровки тростинного цукру-сирцю. Визначено вплив ряду технологічних факторів на ефективність вапнокарбонізаційного очищення клеровки. Розглянуто сучасні способи інтенсифікації основних технологічних процесів з метою підвищення ступеня видалення нецукрів і одержання білого цукру

високої якості. Обґрунтовано необхідність удосконалення технології очищення клеровки тростинного цукру-сирцю.

На підставі узагальнення світового і вітчизняного науково-практичного досвіду щодо впливу ряду факторів на ефективність процесів очищення клеровки тростинного цукру-сирцю було поставлене завдання удосконалення технології очищення клеровки тростинного цукру-сирцю шляхом розроблення способів застосування додаткових реагентів, що сприятимуть підвищенню виходу та покращенню якості білого цукру.

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

У процесі досліджень використано загальноприйняті методи визначення основних технологічних показників цукру-сирцю, клеровки цукру-сирцю та білого цукру.

Масову частку сахарози (Сх) в продуктах визначали інструментальним методом прямої та інверсійної поляризації з використанням сахариметра СУ-4. Концентрацію сухих речовин (СР) у продуктах визначали з використанням рефрактометра РПЛ-3. Кольоровість клеровки в одиницях оптичної густини визначали з використанням колориметра фотоелектричного концентраційного КФК-3. Вміст редукувальних речовин (РР) у клеровці тростинного цукру-сирцю визначали за методом Берлінського інституту цукрової промисловості.

Кількісне визначення мікробіологічних показників, аналіз мікрофлори тростинного цукру-сирцю та продуктів виробництва здійснювали за загальноприйнятими методиками із застосуванням поверхневого та глибинного методів посіву розведень проб продуктів на поживні середовища у чашках Петрі.

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

Дослідження будови і властивостей гідратної структури сахарози в електричному полі проводили з використанням програми Hyper Chem Professional.

**Третій розділ «Аналіз технологічних і мікробіологічних показників тростинного цукру-сирцю та розроблення способу дезінфекції клеровки цукру-сирцю»** присвячений дослідженню якості тростинного цукру-сирцю, що надходить на перероблення, та проміжних продуктів виробництва, а також розробленню способу дезінфекції клеровки з метою покращення якості готової продукції.

Проведено дослідження якості тростинного цукру-сирцю, що надходив на перероблення після різних термінів зберігання на Уваровському цукровому заводі (Росія) в сезон 2008-2009 рр. Встановлено, що під час зберігання цукру-сирцю протягом 10 місяців в умовах заводського складування відбуваються значні зміни технологічної якості, що в подальшому призводять до труднощів при його переробленні (табл.1).

Таблиця 1 – Технологічні показники тростинного цукру-сирцю після зберігання протягом 10 місяців

Показники	Проби тростинного цукру-сирцю *				
	Контроль	А	Б	В	Г
Масова частка сахарози, %	98,86	97,1	97,4	95,6	89,6
Масова частка сахарози (за прямою та інверсійною поляризацією), %	98,3	96,4	96,7	94,6	88,4
Масова частка вологи, %	0,22	1,4	0,98	2,16	5,24
Коефіцієнт безпеки	0,2	0,48	0,38	0,49	0,50
pH <sub>20</sub>	6,8	6,5	6,4	6,2	5,8
Кольоровість, од.опт.густ. ICUMSA	818,62	1020	950	1360	1430
Масова частка РР, % на 100 СР	0,23	0,7	0,78	0,97	1,28
Масова частка карамелей (x10 <sup>-3</sup> ), % на 100 СР	4,83	7,6	7,7	7,8	9,6
Масова частка продуктів лужного розкладання, (x10 <sup>-3</sup> ) % на 100 СР	6,13	9,0	9,1	9,4	12,0
Масова частка меланоїдинів, (x10 <sup>-3</sup> ) % на 100 СР	3,6	6,0	8,2	10,4	28,4
Масова частка α – амінного азоту, % на 100 СР	0,024	0,015	0,025	0,025	0,025
Вміст нітритів, мг/л	2,6	5,8	4,3	3,44	9,6
Масова частка золи, % на 100 СР	0,12	0,17	0,22	0,25	0,3
Чистота (за прямою поляризацією), %	99,02	98,5	98,4	97,71	94,55
Чистота (за прямою та інверсійною поляризацією), %	98,53	97,77	97,66	96,69	93,29

\*Верхня частина бунта (А); середина бунта, на висоті 2...3 м від підлоги (Б); твердий пласт, з нижньої частини бунта, на висоті 0,8 м від підлоги (В); замokлий пласт (Г); контроль – цукор-сирець, що надходив на зберігання.

За експериментальними дослідженнями визначено, що під час тривалого зберігання тростинного цукру-сирцю відбуваються мікробіологічні процеси. Так, в середньому, загальний вміст мікроорганізмів у тростинному цукрі-сирці, що надходив на зберігання, становить 7190...8110 КУО в 10 г, в тому числі міцеліальних грибів – 4500...6400 КУО, бактерій – 1480...2500 КУО, дріжджів – 180...390 КУО. Серед видового складу міцеліальних грибів тростинного цукру-сирцю виявлені близько 20 представників родів *Verticillium*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Mucor*.

Аналіз мікробіологічних показників цукру-сирцю після зберігання протягом 10 місяців на складі цукрового заводу свідчить, що інтенсивність перебігу мікробіологічних процесів залежить від розміщення цукру-сирцю по висоті бунта. Зокрема, найбільший вміст мікроорганізмів спостерігався у нижній частині бунта, що спричинювалося підвищенням його вологості (табл. 2).



Таблиця 2 – Мікробіологічні показники тростинного цукру-сирцю після зберігання протягом 10 місяців

Проба цукру-сирцю	Вміст мікроорганізмів, КУО в 10 г				
	МАФAM	Бактерії	в т.ч. слизоутворювальні бактерії	Мікроміцети	Дріжджі
Контроль	7563	1980	432	5317	267
А	39850	18500	830	20500	850
Б	26770	21900	1070	4600	270
В	13790	10100	2660	3100	590
Г	104250	64500	29100	38500	1250

Встановлено взаємозв'язок між зміною мікробіологічних та технологічних показників цукру-сирцю під час тривалого зберігання. У разі інтенсивного перебігу мікробіологічних процесів загальний вміст мікроорганізмів перевищував 100 тис. КУО в 10 г цукру-сирцю; при цьому вміст редукувальних речовин збільшився у 3...5,6 разів і становив 0,7...1,3 % до маси клеровки, вміст сахарози зменшився на 1,6...10,0 %, кольоровість збільшилась у 1,2...1,7 рази, значення рН<sub>20</sub> зменшилось з 6,8 до 5,8...6,5 од., вміст α-амінного азоту майже не змінився і становив 0,015...0,025 %, вміст нітритів збільшився в 1,3...3,7 рази, вміст золи збільшився в 1,4...2,5 рази. Чистота, визначена за прямою та інверсійною поляризацією клеровки тростинного цукру-сирцю, знизилась на 0,76...5,24 од. і в середньому становила 93,29...97,77 %, вміст меланоїдинів підвищився в 1,7...7,9 разів.

Встановлено, що основним джерелом надходження мікроорганізмів у технологічний процес одержання білого цукру є тростинний цукор-сирець та промивна вода, що надходить на стадію клерування. Досягнення вимог якості білого цукру (ДСТУ 4623:2006) потребує розроблення додаткових заходів щодо дезінфекції у виробництві.

Досліджено ефективність дезінфікуючих засобів на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти та полігексаметиленгуанідину (ПГМГ). Висока ефективність дії засобу на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти досягається за витрат 0,0001...0,00025 %, на основі ПГМГ – за витрат 0,001...0,002 % до маси цукру-сирцю. Експериментально встановлено, що найбільшу чутливість до засобу на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти виявили мікроміцети роду *Mucor*, *Rhizopus*, *Gliocladium*, *Alternaria*, *Fusarium*. Для досягнення дезінфікуючої дії щодо мікроміцетів роду *Penicillium*, *Aspergillus* необхідним є збільшення концентрації введення засобу до 0,0005 %.

Доведено, що у разі застосування дезінфекційного засобу на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти („Жавель-Клейд”) у кількості 0,0001...0,00025 % для обробки промивної води, що використовується під час клерування тростинного цукру-сирцю, загальний ефект знезараження становить 67,5...90,5 % (табл. 3). Встановлено, що засіб має високу знезаражувальну дію по відношенню до слизоутворювальних бактерій. Так, за витрат 0,0002 % до маси цукру-сирцю ефект знезараження щодо слизоутворювальних мікроорганізмів становить 77,7 %, а загальний ефект знезараження складає 81,7 %.

Таблиця 3 – Мікробіологічні показники клеровки тростинного цукру-сирцю при різних витратах дезінфікуючого засобу “Жавель-Клейд”

Витрати засобу «Жавель-Клейд», % до маси цукру-сирцю	Показники			
	Загальний вміст мікро-організмів, КУО в 1 г	Вміст слизоутворювальних бактерій, КУО в 1 г	Вміст мікроміцетів, КУО в 1 г	Загальний ефект знезараження, %
0	12700	2490	4587	–
0,00005	8864	1988	3634	30,2
0,00008	6769	1627	2480	46,7
0,0001	4130	1325	1968	67,5
0,00015	3162	920	1093	75,1
0,0002	2324	556	856	81,7
0,00025	1206	417	541	90,5
0,0003	1041	275	324	91,8

Проведено порівняльний аналіз ефективності застосування ряду дезінфікуючих засобів: формаліну; засобів на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти („Жавель–Клейд”, „Санітарін”), ПГМГ (“Гембар”), а також коагулянту основного сульфату алюмінію. Вищезазначені реагенти додавали до клеровки тростинного цукру-сирцю, після чого проводили вапнокарбонізаційне очищення клеровки за типовим способом. Результати досліджень свідчать, що при очищенні клеровки тростинного цукру-сирцю вапнокарбонізацією ефект знезараження становить в середньому 84...85 %. Особливо небезпечним є високий залишковий вміст слизоутворювальних бактерій, оскільки їх розвиток на фільтрувальній тканині спричинює ослизнення, що призводить до уповільнення процесу фільтрування. Використання одного із запропонованих дезінфікуючих засобів дозволяє досягти високого ефекту знезараження клеровки – 97...98 %.

На основі проведених експериментальних досліджень розроблено спосіб дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю (патент на корисну модель № 51733) та технологічний регламент, в якому визначені умови застосування дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» при переробленні тростинного цукру-сирцю (Висновок державної санітарно-епідеміологічної експертизи МОЗ України № 05.03.02 – 07/14510 від 23.03.2007 р.).

Проведено промислові дослідження способу дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю на Уваровському та Володимир-Волинському цукрових заводах. Очікуваний економічний ефект складає 84560 грн. (на період 2010 р. з розрахунку перероблення 25005 т цукру-сирцю).

**У четвертому розділі «Вплив фізико-хімічних факторів на розкладання сахарози та редукувальних речовин в процесі очищення клеровки тростинного цукру-сирцю»** подані результати досліджень щодо впливу температури, тривалості, рН<sub>20</sub> на розкладання редукувальних речовин

під час вапнування клеровки тростинного цукру-сирцю, а також впливу електростатичного поля на просторову будову і реакційну здатність сахарози.

На основі експериментальних досліджень показано (рис.1, 2), що найбільш ефективно процес розкладання редукувальних речовин відбувається за значень:  $pH_{20}$  – 11,0...12,0; температури процесу – 80...90 °С, тривалості – 7...12 хв.

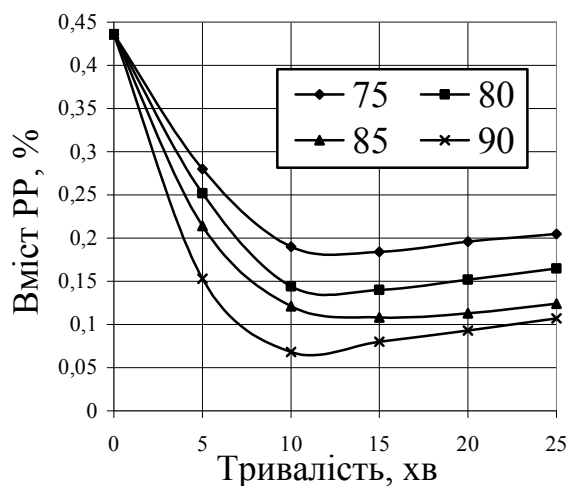


Рисунок 1 – Залежність вмісту редукувальних речовин в клеровці при  $pH_{20}=11$  від тривалості процесу вапнування за різних температур.

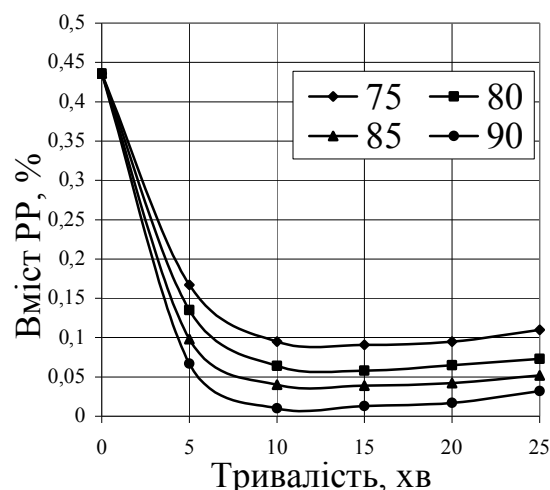


Рисунок 2 – Залежність вмісту редукувальних речовин в клеровці при  $pH_{20}=12$  від тривалості процесу вапнування за різних температур.

З використанням методів математичного моделювання одержано рівняння регресії вмісту редукувальних речовин (PP) та ефекту розкладання (EP) залежно від  $pH_{20}$ , температури та тривалості процесу вапнування клеровки тростинного цукру-сирцю (1, 2):

$$PP=0,813+0,003 x_1-0,007 x_2-0,003 x_3+0,00001 x_1x_2-0,0009 x_1x_3-0,002 x_2x_3-0,00001 x_1^2+0,0008 x_2^2+0,0014 x_3^2; \quad (1)$$

$$EP=-70,112-0,82 x_1+1,596 x_2-1,128 x_3-0,02 x_1x_2+0,207 x_1x_3+0,542 x_2x_3-0,003 x_1^2-0,187 x_2^2-0,23 x_3^2, \quad (2)$$

де:  $x_1$  – температура, °С;  $x_2$  – тривалість, хв.;  $x_3$  –  $pH_{20}$ .

Перевірка математичної моделі підтвердила її адекватність. За наведеними рівняннями регресії встановлено залежність тривалості процесу вапнування клеровки тростинного цукру-сирцю від початкового вмісту редукувальних речовин в клеровці тростинного цукру-сирцю та температури процесу. Так, на основі розв'язання рівняння (2) за встановлених меж температури процесу вапнування – 75...90 °С та тривалості – 2...15 хв. одержано наступну залежність ефекту розкладання редукувальних речовин (ER(T, t)) для заданого значення  $pH=12$ :

$$ER(T, t) = (-745,797 + 17,716 \cdot T - 0,096 \cdot T^2) \cdot e^{(0,127 - 1,575 \cdot 10^{-3} \cdot T + 4,969 \cdot 10^{-6} \cdot T^2) t}, \quad (3)$$

де:  $T$  – температура процесу вапнування, °C;  $t$  – тривалість процесу вапнування, хв.

З рівняння (3) визначено залежності ефекту розкладання РР (рівняння 4, 5) для заданих температур 80, 85 °C . Ефект розкладання РР:

– за температури 80 °C:

$$ER_{80}(t) = 57,621 \cdot e^{0,033 t}, \quad (4)$$

– за температури 85 °C:

$$ER_{85}(t) = 67,073 \cdot e^{0,029 t}. \quad (5)$$

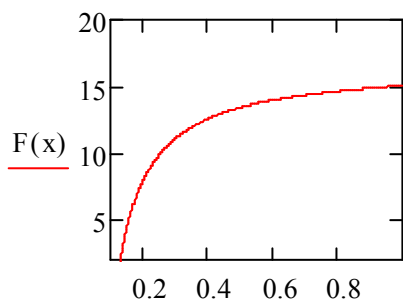
Виходячи з рівнянь 4 і 5, одержано залежності тривалості процесу вапнування (при заданих температурах) від початкового вмісту редукувальних речовин ( $x$ ) (рівняння 6, 7; рисунок 3):

– за температури 80 °C:

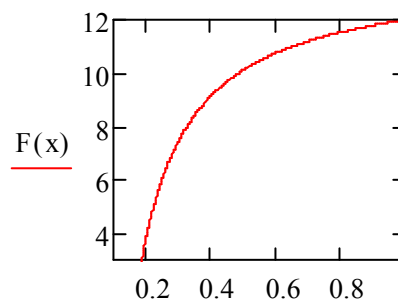
$$t = \frac{\ln(1,735 - \frac{0,087}{x})}{0,033}, \quad (6)$$

– за температури 85 °C:

$$t = \frac{\ln(1,491 - \frac{0,075}{x})}{0,029}. \quad (7)$$



*a*



*б*

Рисунок 3 – Залежність тривалості процесу вапнування від початкового вмісту редукувальних речовин в клеровці: а – температура 80 °C, б – температура 85 °C;  $F(x)$  – тривалість процесу вапнування, хв.,  $x$  – початковий вміст редукувальних речовин в клеровці, %.

Методом квантово-хімічного дослідження водних розчинів сахарози встановлено, що електростатичне поле впливає на просторову будову і реакційну здатність сахарози, а саме: під дією поля відбувається перерозподіл електронів в молекулі сахарози, що спричинює розрив гідроксильного зв'язку і створює умови для прискорення гідролізу сахарози. Із зростанням напруженості електростатичного поля заряд на атомі кисню глікозидного зв'язку змінюється, що зумовлює зміну довжин зв'язків, просторових кутів та конфігурації молекули сахарози. Дія поля на атоми, що знаходяться у глюкозному і фруктозному кільцях сахарози, є практично несуттєвою.

Отже, під час розроблення методів очищення клеровки тростинного цукру-сирцю, які пов'язані з впливом електростатичного поля на цукрові розчини, треба враховувати можливі зміни структурної будови та властивостей молекули сахарози.

У п'ятому розділі «Розроблення та промислове випробування способу очищення клеровки тростинного цукру-сирцю із застосуванням додаткових реагентів» викладено результати досліджень щодо розроблення ефективного способу очищення клеровки тростинного цукру-сирцю, наведено технологічну схему очищення.

Визначено вплив витрат СаО на ефективність очищення клеровки тростинного цукру-сирцю. Так, за витрат вапна 2,0...3,0 % до маси клеровки, тобто 4...6 % до маси цукру-сирцю, ефект очищення в середньому становить 30...39 %, ефект знебарвлення – 66,5...73,0 %. Подальший приріст ефекту очищення при збільшенні витрат вапна від 3 до 4 % є незначним.

Встановлено ефективність застосування додаткових реагентів в процесі очищення клеровки тростинного цукру-сирцю. Досліджено наступні реагенти – цеоліт, вапнокарбонізаційний осад, тринатрійфосфат, оксихлорид алюмінію (ОХА), основний сульфат алюмінію, які додавали у клеровку за двома способами, а саме: до і після стадії вапнокарбонізаційного очищення. Одержані результати досліджень свідчать, що застосування основного сульфату алюмінію сприяє більш ефективному очищенню клеровки порівняно з іншими реагентами. Найвищі показники якості очищеної клеровки досягаються за способом, що передбачає введення коагулянтів (ОСА, ОХА) та вапнокарбонізаційного осаду перед стадією вапнокарбонізаційного очищення.

Досліджено вплив повернення вапнокарбонізаційного осаду на ефективність очищення клеровки тростинного цукру-сирцю і встановлено, що у разі його застосування підвищується ефект очищення клеровки тростинного цукру-сирцю. Так, за витрат осаду 4...16 %, що вводиться до клеровки тростинного цукру-сирцю, підвищення чистоти становить 0,1...0,3 од., а зниження кольоровості – 7,9...29,1 % (табл. 4).

Таблиця 4 – Технологічні показники суміші клеровок та відтоку після обробки вапнокарбонізаційним осадом

Витрати осаду, % до маси продукту	Показники				
	pH <sub>20</sub>	Чистота, %	Ефект очищення, %	Кольоровість, од. опт. густ.	Ефект знебарвлення, %
<i>Вихідна клеровка</i>	7,45	95,3	–	1088	–
4,0	8,12	95,4	2,23	1002	7,9
8,0	8,25	95,4	2,23	901	17,19
12,0	8,7	95,5	4,46	819	24,72
16,0	8,86	95,6	6,68	771	29,14

Досліджено ефективність очищення клеровки тростинного цукру-сирцю із застосуванням основного сульфату алюмінію (ОСА) в кількості 0,008...0,03 % до маси клеровки (табл. 5).

Таблиця 5 – Технологічні показники клеровки, очищеної за різних витрат ОСА (СР=55 %)

Показники	Вихід-на кле-ровка	Очищена клеровка						
		За ти-повим спосо-бом	Запропонований спосіб з використанням ОСА, % до маси клеровки (% на 100 СР)					
			0,008 (0,015)	0,01 (0,018)	0,012 (0,022)	0,016 (0,029)	0,02 (0,036)	0,03 (0,055)
pH <sub>20</sub>	6,8	9,538	9,24	9,452	9,428	9,412	9,329	9,379
Чистота, %	95,1	96,74	97,14	97,25	97,4	97,6	97,72	97,8
Ефект очищення, %	–	33,8	42,8	45,1	48,2	52,3	53,7	56,4
Вміст α-амінного азоту, % до маси клеровки	0,05	0,005	0,0045	0,0025	0,002	0,001	0,001	0,001
Вміст РР, % на 100 СР	0,753	0,104	0,085	0,082	0,069	0,067	0,064	0,061
Кольоровість, од.опт.густ. ICUMSA	1016,4	304,5	264,1	245,2	216,7	207,1	203,1	200,8
Ефект знебарвлення,%	–	70,0	74,0	75,9	78,7	79,6	80,0	80,2

Аналіз даних таблиці 5 свідчить, що у разі використання основного сульфату алюмінію ефект очищення клеровки тростинного цукру-сирцю підвищується на 9,0...22,6 од., а кольоровість знижується на 13,3...34,1 % у порівнянні з типовим способом її очищення.

Проведено експериментальні дослідження з метою встановлення раціональних витрат основних та додаткових реагентів – гідроксиду кальцію, вапнокарбонізаційного осаду та ОСА в процесі очищення клеровки тростинного цукру-сирцю. Одержано рівняння регресії ефекту очищення та кольоровості очищеної клеровки від витрат ОСА, вапнокарбонізаційного осаду та СаО (% до маси клеровки тростинного цукру-сирцю).

Ефект очищення, %:

$$E_0 = -84,123 + 4,207 x_1 + 1275 x_2 + 64,912 x_3 + 1,528 x_1 x_2 + 0,3 x_1 x_3 + 54,167 x_2 x_3 - 0,158 (x_1)^2 - 23055,56 (x_2)^2 - 11,761 (x_3)^2; \quad (8)$$

Кольоровість очищеної клеровки, од. опт. густини (ICUMSA):

$$K = 684,918 + 3,062 x_1 + 7540,787 x_2 - 461,607 x_3 + 0,116 x_1 x_2 + 2,011 x_1 x_3 + 75,833 x_2 x_3 - 0,558 (x_1)^2 - 242194,444 (x_2)^2 + 91,322 (x_3)^2, \quad (9)$$

де:  $x_1$  – витрати вапнокарбонізаційного осаду;  $x_2$  – витрати ОСА;  $x_3$  – витрати СаО.

Відносна похибка отриманих рівнянь знаходиться в межах допустимих значень. За наведеними рівняннями регресії встановлено залежність раціональних витрат ОСА від витрат вапна, що використовується для очищення клеровки (рис.4). Розроблено спосіб очищення клеровки тростинного цукру-сирцю із застосуванням ОСА та вапнокарбонізаційного осаду (патент України на корисну модель № 53256 та патент України на винахід № 93831).

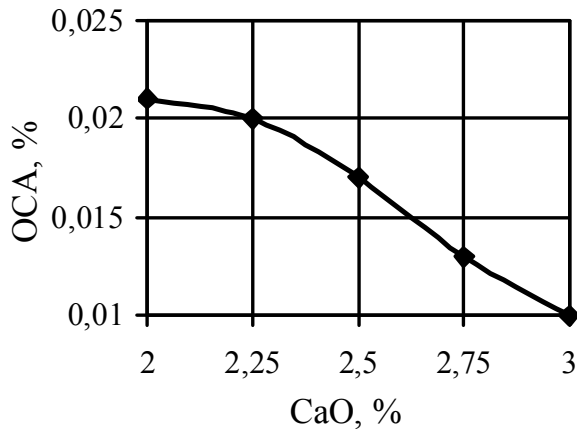


Рисунок 4 – Залежність витрат ОСА (% до маси клеровки) від витрат вапна (% СаО до маси клеровки).

Проведено порівняльні дослідження ефективності очищення клеровки тростинного цукру-сирцю за типовим та розробленим нами способом із застосуванням вапнокарбонізаційного осаду та ОСА (табл. 6).

Доведено, що у разі повернення вапнокарбонізаційного осаду у кількості 6 % та додавання ОСА у кількості 0,01...0,02 % до маси клеровки підвищується чистота очищеної клеровки на 0,43...0,76 од. та знижується її кольоровість на 17,0...27,4 %.

За витрат осаду 10 % та ОСА 0,01...0,02 % до маси клеровки, підвищення чистоти становить 0,62...0,90 од., а кольоровість знижується на 20,8...30,8 %, що сприяє збільшенню виходу цукру в середньому на 0,25...0,35 % до маси цукру-сирцю.

Таблиця 6 – Технологічні показники очищеної клеровки після обробки її вапнокарбонізаційним осадом (за витрат 6 % до маси клеровки) та ОСА

Витрати, % до маси клеровки		Показники			
ОСА	СаО	Чистота, %	Ефект очищення, %	Кольоровість, од. опт. густ. ICUMSA	Ефект знебарвлення, %
Типовий спосіб	2,5	97,31	32,0	263,1	72,2
0,01	2,2	97,74	43,1	218,5	76,9
0,015	2,2	97,93	48,0	199,5	78,9
0,02	2,2	98,07	51,6	191,1	79,8
0,025	2,2	98,12	52,8	185,6	80,4

На рисунку 5 представлено удосконалену апаратно-технологічну схему очищення клеровки тростинного цукру-сирцю для виробництва білого цукру.

Встановлено, що у разі застосування запропонованого способу очищення висока ефективність досягається за витрат СаО 2...2,5 % до маси клеровки, що дозволяє їх зменшити в середньому на 0,3...0,5 од. порівняно до типового способу очищення.

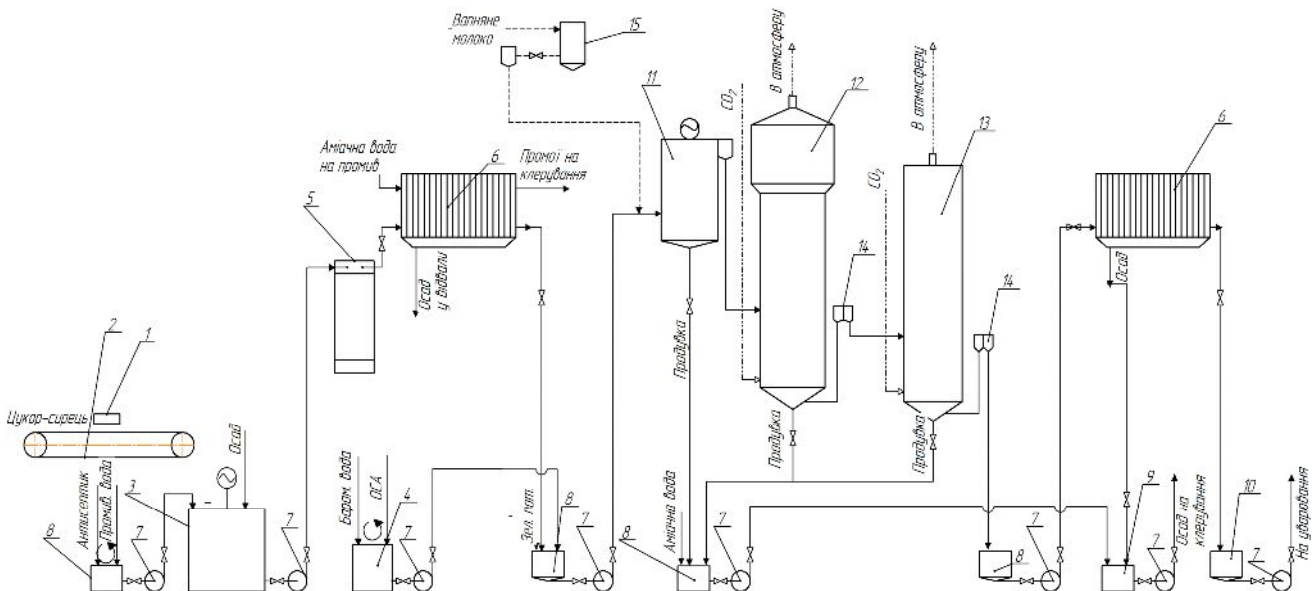


Рисунок 5 – Апаратурно-технологічна схема очищення клеровки тростинного цукру-сирцю:

1 – магнітний сепаратор; 2 – стрічковий транспортер; 3, 4 – збірник-мішалка; 5 – підігрівник; 6 – фільтр-прес; 7 – насос; 8 – збірник осаду; 10 – збірник очищеної клеровки на уварювання; 11 – дефекатор; 12 – I котел карбонізації; 13 – II котел карбонізації; 14 – переливний ящик; 15 – дозатор вапняного молока.

Очікуваний економічний ефект від впровадження способу очищення клеровки тростинного цукру-сирцю із застосуванням ОСА та вапно-карбонізаційного осаду на Уваровському цукровому заводі складає 1150000 руб (287500 грн. на період 2009 р.) з розрахунку переробки 20 000 т цукру-сирцю.

## ВИСНОВКИ

На основі теоретичних та експериментальних досліджень удосконалено технологію очищення клеровки тростинного цукру-сирцю шляхом використання додаткового реагенту основного сульфату алюмінію, повернення вапнокарбонізаційного осаду на стадію клерування тростинного цукру-сирцю та застосування ефективного дезінфікуючого засобу, що дозволяє зробити наступні висновки:

1. Визначено взаємозв'язок перебігу мікробіологічних процесів та зміни технологічних показників цукру-сирцю при тривалому зберіганні. Так, у разі збільшення загального вмісту мікроорганізмів понад 100 тис. КУО в 10 г цукру-сирцю, під час його зберігання протягом 10 місяців вміст сахарози зменшується на 1,6...9,9 %, редукувальних речовин збільшується у 3...5,6 разів, кольоровість підвищується у 1,2...1,7 рази, зниження значення  $pH_{20}$  становить 0,8...1 од.

2. Встановлено ефективність дії ряду дезінфікуючих засобів щодо мікрофлори тростинного цукру-сирцю та продуктів виробництва білого цукру.



Визначено, що раціональні витрати реагентів для дезінфекції становлять: для засобів на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти – 0,0001...0,00025 %, на основі ПГМГ – 0,001...0,002 %, коагулянту ОСА – 0,02 % до маси продукту. Експериментально визначено, що найбільшу чутливість до засобу на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти виявили мікроміцети роду *Mucor*, *Rhizopus*, *Gliocladium*, *Alternaria*, *Fusarium*. Для дезінфікуючої дії на мікроміцети *Penicillium*, *Aspergillus* необхідним є збільшення витрат засобу до 0,0005 %.

3. Встановлено, що основним джерелом надходження мікроорганізмів у технологічний процес одержання білого цукру є тростинний цукор-сирець та промивна вода, що надходить на стадію клерування. Доведено, що у разі застосування дезінфекційного засобу на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти („Жавель-Клейд”) у кількості 0,0001...0,00025 % для обробки промивної води, що використовується для клерування тростинного цукру-сирцю, загальний ефект знезараження клеровки становить 67,5...90,5 %. Спосіб дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю апробовано на Володимир-Волинському (Україна) та Уваровському (Росія) цукрових заводах. Розрахунковий економічний ефект від впровадження запропонованого способу дезінфекції під час клерування тростинного цукру-сирцю на Володимир-Волинському цукровому заводі складає 84560 грн. (на період 2010 р.).

4. Розроблено рівняння залежності ефекту розкладання редукувальних речовин від початкового вмісту їх у клеровці тростинного цукру-сирцю, рН<sub>20</sub>, температури і тривалості процесу вапнування. Підтверджено, що раціональні значення параметрів процесу знаходяться в межах: температури – 80...90 °С; рН – 11,5...12,0, тривалості – 5...12 хв., що залежить від початкового вмісту редукувальних речовин в клеровці тростинного цукру-сирцю.

5. За допомогою методів комп'ютерного моделювання одержано значення довжин зв'язків, просторових кутів, електронного заряду молекули сахарози в присутності молекул води та дії електростатичного поля. Встановлено, що внаслідок дії електростатичного поля змінюється розподіл електронної густини молекули сахарози, що зумовлює зміну її просторової будови.

6. Доведено, що застосування коагулянту основного сульфату алюмінію сприяє підвищенню ефекту очищення клеровки тростинного цукру-сирцю. Так, за витрат ОСА 0,01...0,02 % до маси клеровки, кольоровість очищеної клеровки зменшується в середньому на 19,5...33,3 %, а чистота підвищується на 0,51...0,98 од. порівняно з типовим способом очищення.

7. Встановлено, що повернення вапнокарбонізаційного осаду, відокремленого після очищення клеровки, на стадію одержання вихідної клеровки забезпечує її додаткове очищення. За витрат вапнокарбонізаційного осаду 8...16 % до маси клеровки ефект знебарвлення складає в середньому 17...30 %, чистота клеровки підвищується на 0,1...0,3 од.

8. Розроблено спосіб та апаратурно-технологічну схему очищення клеровки тростинного цукру-сирцю з використанням вапнокарбонізаційного осаду та ОСА. Встановлено раціональні витрати реагентів для очищення

клеровки тростинного цукру-сирцю: вапнокарбонізаційного осаду – 4...6 %, ОСА – 0,01...0,02 %, СаО – 2...2,5 % до маси клеровки.

9. Виробничі випробування способу очищення клеровки із застосуванням вапнокарбонізаційного осаду та ОСА проведено на Уваровському цукровому заводі. Розрахунковий економічний ефект від впровадження запропонованого способу очищення клеровки на Уваровському цукровому заводі становить 1150000 руб (на період 2009 р.).

### **СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

1. Романченко Н.М. Вплив електростатичного поля на електронну і просторову будову сахарози / Романченко Н.М., Дегтярьов Л.С., Гусятинська Н.А. // Наукові праці НУХТ. – 2010. – № 32. – С. 102 – 103.

2. Гусятинська Н.А. Аналіз мікробіологічних процесів під час перероблення тростинного цукру-сирцю / Гусятинська Н.А., Тетеріна С.М., Романченко Н.М. // Харчова промисловість. – 2011. – № 10,11. – С. 8 – 12.

3. Гусятинская Н.А. Анализ микрофлоры при хранении и переработке тростникового сахара-сырца / Гусятинская Н.А., Романченко Н.Н., Бондар Л.Н. // Сахар. – 2011. – № 11. – С. 39 – 44.

4. Гусятинська Н.А. Очищення клеровок тростинного цукру-сирцю / Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Романченко Н.М. // Цукор України. – 2011. – № 4 (64). – С. 33 – 37.

5. Гусятинська Н.А. Оптимізація технологічних параметрів очищення клеровок тростинного цукру-сирцю / Н.А. Гусятинська, Н.М. Романченко // Вісник ЧДТУ. – 2011. – № 3. – С. 121 – 125.

6. Гусятинська Н.А. Удосконалення способу очищення клеровок тростинного цукру-сирцю / Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Романченко Н.М. // Наукові праці НУХТ. – 2012. – № 42. – С. 102 – 106.

7. Пат. № 51733. UA, МПК (2009) С 13 D 1/00. Спосіб дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю / Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Романченко Н.М., Тетеріна С.М., Косенко К.І., Бондар Л.М.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201002098; заявл. 25.02.2010; опубл. 26.07.2010, Бюл. № 14.

8. Пат. № 53256. UA, МПК (2009) С13D 3/00 С13F 1/00. Спосіб очищення клеровки тростинного цукру-сирцю / Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Романченко Н.М., Пустовіт А.С.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № u 201005261; заявл. 29.04.2010; опубл. 27.09.2010, Бюл. № 18.

9. Пат. № 93831. UA, МПК (2011.01) С13В 20/00. Спосіб очищення клеровки тростинного цукру-сирцю / Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Романченко Н.А., Пустовіт А.С.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. – № a 201005260; заявл. 29.04.2010; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.

10. Романченко Н.М. Розклад редукувальних речовин дифузійного соку / Н.М. Романченко, П.П. Загородній // 67-а наук. конф. студ., асп. і молод. вчених, 24-25.04.2001 р.: тези доп. – К. : УДУХТ, 2001 р. – С. 14.

11. Загородній П.П. Розклад редукувальних речовин в технологічних схемах очистки дифузійного соку / П.П. Загородній, Н.М. Романченко// Пріоритетні напрями впровадження в харчову промисловість сучасних технологій, обладнання та нових видів продуктів оздоровчого та спеціального призначення: міжнар. наук.-техн. конф., 25.10.2001р.: матеріали конф. – Наукові праці УДУХТ. – К. : УДУХТ, 2001 р. – Ч. I. – № 10 – С. 54 – 56.

12. Романченко Н.М. Вплив електростатичного поля на просторову будову молекули цукрози/ Романченко Н.М., Загородній П.П., Дегтярьов Л.С./ Розроблення, дослідження і створення продуктів функціонального харчування, обладнання та нових технологій для харчової і переробної промисловості: 69-а наук. конф. молод. вч., аспір. і студ., 22-24 квітня 2003 року.: тези доп. – К. : НУХТ, 2003. – Ч. II. – С. 5 – 6.

13. Зміна кількості редукувальних речовин по верстату цукрового заводу / Романченко Н.М., Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Загородній П.П.// Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 74-а наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 21-22 квітня 2008 р.: тези доп. – К. : НУХТ, 2008. – С. 175.

14. Аналіз розкладання сахарози у виробництві цукру з буряків / Романченко Н.М., Загородній П.П., Ліпец А.А., Гусятинська Н.А. // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 75-а наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 13-14 квітня 2009 року.: тези доп. – К. : НУХТ, 2009. – Ч II. – С. 181 – 182.

15. Аналіз технологічних та мікробіологічних показників тростинного цукру-сирцю та клеровок / Романченко Н.М., Бондар Л.М., Пустовіт А.С., Гусятинська Н.А. // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 76-а наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 12-13 квітня 2010 року.: тези доп. – К. : НУХТ, 2010. – Ч. II. – С. 61.

16. Гусятинська Н.А. Удосконалення технології очищення клеровки тростинного цукру-сирцю/ Гусятинська Н.А., Ліпец А.А., Романченко Н.М. // Новітні технології, обладнання, безпека та якість харчових продуктів: сьогодення та перспективи: міжнар. наук-практ. конф., 27-28 вересня 2010 р.: матеріали конф. – К. : НУХТ. – 2010. – Ч. II.– С. 6.

17. Романченко Н.М. Спосіб очищення клеровки тростинного цукру-сирцю / Романченко Н.М., Ліпец А.А., Гусятинська Н.А. // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 77-а наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 11-12 квітня 2011 року.: тези доп.– К. : НУХТ, 2011. – Ч. I. – С. 107.

18. Гусятинська Н.А. Вплив мікробіологічних процесів на якість цукру-сирцю під час зберігання / Н.А. Гусятинська, Н.М. Романченко, Л.М. Бондар // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг: міжнародна науково-практична конференція, 19 травня 2011 р.; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі.: матеріали конф. – Харків : ХДУХТ, 2011. – Ч. 1. – С. 83.

## Додаткова публікація

19. Дослідження ефективності дії дезінфікуючих засобів щодо мікрофлори тростинного цукру-сирцю / Косенко К.І., Бондар Л.М., Романченко Н.М., Гусятинська Н.А., Тетеріна С.М. // Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті: 76-а наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів, 12-13 квітня 2010 року.: тези доп. – К. : НУХТ, 2010. – Ч. II. – С. 20 – 21.

*Особистий внесок:* брала участь у підборі і теоретичному аналізі літературних та інформаційних джерел [1 – 6, 10 – 19], патентному пошуці [7 – 10], постановці та проведенні експериментальних досліджень за темою публікації [1 – 19], обробленні та узагальненні результатів, підготовці та оформленні матеріалів до публікації [1 – 19].

Основні результати дисертації повністю відображені в наведених публікаціях.

## АНОТАЦІЯ

**Романченко Н.М. Удосконалення технології очищення клеровки тростинного цукру-сирцю. – На правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.05 – технологія цукристих речовин та продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій МОНмолодьспорту України, Київ, 2012.

Робота присвячена дослідженню способів удосконалення технології очищення клеровки тростинного цукру-сирцю з використанням повернення вапнокарбонізаційного осаду та додаткових реагентів.

Проведено експериментальні дослідження технологічних і мікробіологічних показників тростинного цукру-сирцю різних термінів зберігання, на основі яких встановлено залежність якості цукру-сирцю від інтенсивності перебігу мікробіологічних процесів.

Розроблено спосіб дезінфекції із застосуванням дезінфекційного засобу на основі натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти («Жавель-Клейд»), що забезпечує високий ефект знезараження щодо всіх груп мікроорганізмів, присутніх у клеровці тростинного цукру-сирцю. Спосіб дезінфекції клеровки тростинного цукру-сирцю апробовано на Володимир-Волинському (Україна) та Уваровському (Росія) цукрових заводах.

Розроблено рівняння залежності ефекту розкладання редукувальних речовин від початкового вмісту їх у клеровці тростинного цукру-сирцю, рН<sub>20</sub>, температури і тривалості процесу вапнування. Визначено раціональні параметри температури, рН<sub>20</sub> та тривалості процесу вапнування для забезпечення розкладання редукувальних речовин залежно від їх вихідного вмісту в тростинному цукрі-сирцю.

Методами комп'ютерної хімії обґрунтовано вплив електростатичного поля на зміну просторової конфігурації та реакційну здатність молекули сахарози в присутності молекул води.

Розроблено спосіб та апаратурно-технологічну схему очищення клеровки тростинного цукру-сирцю з використанням вапнокарбонізаційного осаду та основного сульфату алюмінію (ОСА). Встановлено раціональні витрати реагентів для очищення клеровки тростинного цукру-сирцю: вапнокарбонізаційного осаду – 4...6 %, ОСА – 0,01...0,02 %, СаО – 2...2,5 %. Виробничі випробування способу очищення клеровки із застосуванням вапнокарбонізаційного осаду та ОСА проведені на Уваровському цукровому заводі.

**Ключові слова:** тростинний цукор-сирець, клеровка, очищення, вапнокарбонізаційний осад, коагулянт, дезінфекція.

## АННОТАЦІЯ

**Романченко Н.М. Совершенствование технологии очистки клеровки тростникового сахара-сырца. – На правах рукописи.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.05 – технология сахаристых веществ и продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий МОНмолодьспорта Украины, Киев, 2012.

Работа посвящена исследованию способов совершенствования технологии очистки клеровки тростникового сахара-сырца с использованием возврата дефекоосадочного осадка и дополнительных реагентов.

Проведены исследования технологических и микробиологических показателей тростникового сахара-сырца различных сроков хранения, на основании которых определена зависимость качества сахара-сырца от интенсивности протекания микробиологических процессов.

Разработан способ дезинфекции с использованием дезинфекционного средства на основе натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты («Жавель-Клейд»), обеспечивающий высокий эффект обеззараживания по всем группам микроорганизмов, присутствующим в клеровке тростникового сахара-сырца.

Высокая эффективность действия препарата на основе натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты достигается при расходе 0,0001...0,00025 %, ПГМГ – 0,001...0,002 %, коагулянта ОСА – 0,002 % к массе продукта. Экспериментально установлено, что наиболее чувствительными к препарату на основе натриевой соли дихлоризоциануровой кислоты являются микромицеты рода *Mucor*, *Rhizopus*, *Gliocladium*, *Alternaria*, *Fusarium*. Для дезинфицирующего действия на микромицеты *Penicillium*, *Aspergillus* следует увеличить концентрацию введения препарата до 0,0005 %. Способ дезинфекции клеровки тростникового сахара-сырца апробирован на Владимир-Волыньском (Украина) и Уваровском (Россия) сахарных заводах.

На основании математических методов моделирования и обработки экспериментальных данных получено уравнение зависимости эффекта разложения редуцирующих веществ от их исходного содержания в клеровке тростникового сахара-сырца, рН<sub>20</sub>, температуры и длительности процесса дефекации. Определены рациональные параметры процесса с целью достижения наибольшей степени разложения редуцирующих веществ.

Методами компьютерной химии обосновано влияние электростатического поля на изменение пространственной конфигурации и реакционной способности молекулы сахарозы в водных растворах.

Доказано, что применение коагулянта основного сульфата алюминия (ОСА) при очистке клеровки тростникового сахара-сырца способствует повышению степени ее очистки. Так, введение ОСА в количестве 0,01...0,02 % в клеровку до стадии дефекосатурационной очистки способствует снижению цветности очищенной клеровки в среднем на 19,5...33,3 % и повышению чистоты на 0,51...0,98 ед. по сравнению с клеровкой, полученной по типовому способу очистки.

Экспериментально подтверждено, что возврат дефекосатурационного осадка, полученного после очистки клеровки, на стадию получения исходной клеровки обеспечивает её дополнительную очистку. При использовании дефекосатурационного осадка в количестве 8...16 % эффект обесцвечивания составляет в среднем 17...30 %, чистота повышается на 0,1...0,3 ед.

Разработан новый способ очистки клеровки тростникового сахара-сырца с использованием коагулянта основного сульфата алюминия и возврата дефекосатурационного осадка. Опытно-промышленные испытания разработанного способа очистки клеровки проведены на Уваровском сахарном заводе.

**Ключевые слова:** тростниковый сахар-сырец, клеровка, дефекосатурационный осадок, коагулянт, дезинфекция.

#### ANNOTATION

**Romanchenko N.M. Improvement of cleaning technology of raw cane sugar remelt. – Manuscript.**

Thesis for Candidate of Technical Sciences Degree, Speciality 05.18.05 – Technology of Sugary Substances and Fermentation Products. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2012.

The work is devoted to improvement of cleaning technology of raw cane sugar remelt using return of calcareous and carbonization sediments and additional reagents.

Experimental research of technological and microbiological data of raw cane sugar of various periods of storage, based on which the dependence of the quality of raw sugar on the intensity of microbiological processes was established.

A disinfection method based on usage of disinfectant “Zhavel-Kleyd” that provides excellent disinfection effect for all groups of microorganisms presented in raw cane sugar remelt. The method of raw sugar remelt disinfection was tested at Volodymyr-Volynsky (Ukraine) and Uvarov (Russia) sugar factories.

A formula of dependence of decomposition effect of reducing substances on their initial quantity in raw cane sugar remelts,  $pH_{20}$ , temperature and time of liming. The rational parameters of temperature,  $pH_{20}$ , and time of liming were set for decomposition of reducing substances depending on their initial quantity in raw cane sugar remelts.

Influence of electrostatic field on the change of three-dimensional configuration and reactivity of a saccharose molecule with the involvement of water molecules was tested with the help of computer chemistry.

A method and apparatus and technological scheme of cleaning of raw cane sugar remelt using sediment of carbonization and hydroxosulphate of aluminum (HSA). Rational consumption of reagents for the purification of cane sugar remelt was established: lime-carbonating sediment – 4...6 %, HSA – 0,01 ... 0,02 %, CaO – 2...2,5 %. The production test of the cleaning of raw cane sugar remelt using lime-carbonating sediment and HSA was held at Uvarov sugar factory.

**Key words:** raw cane sugar, remelt, cleaning, lime and carbonization sediment, coagulant, disinfection.