

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Ректор _____ С.В.Іванов
(Підпис)

_____ 2013р.

**І.Б. ПЕТРИЧЕНКО
Ю.М. РЕЗНІЧЕНКО**

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛУЗІ

КУРС ЛЕКЦІЙ

**для студентів спеціальності 7.05170111 " Технології
цукру та полісахаридів"
денної та заочної форм навчання**

Всі цитати, цифровий та фактичний
матеріал, бібліографічні відомості
перевірені. Написання одиниць
відповідає стандартам

Підпис(и) автора(ів)

« _____ » _____ 2013 р.

СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри технології
цукру і підготовки води
як курс лекцій
Протокол № 15
від 17.06.2013 р.

Реєстраційний
номер електронного
курсу лекцій у НМВ
62.15–27.06.2013

КИЇВ НУХТ 2013

І.Б. Петриченко, Ю.М. Резніченко Інноваційні технології галузі: Курс лекцій для студентів спеціальності 7.05170111" Технології цукру та полісахаридів" ден. та заочн. форм навч. - К.: НУХТ, 2013. – 174 с.

Рецензент **Л.М. Хомічак**, д-р. техн. наук, проф.

І.Б. ПЕТРИЧЕНКО

Ю.М. РЕЗНІЧЕНКО, кандидати техн. наук

Зміст

Вступ.....	8
ТЕМА № 1. ТЕНДЕНЦІЇ СВІТОВОГО ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БУРЯКОЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ	9
1.1. Світове виробництво цукру.	9
1.2. Склад та структура бурякоцукрового виробництва.	10
1.3. Виробництво фабричних цукрових буряків і насіння в Україні.	11
1.4. Сучасний стан бурякоцукрового виробництва в Україні.	11
1.5. Ринок цукру в Україні в 2006– 2007 рр.	13
1.6. Розширення асортименту.	14
1.7. Удосконалення господарського механізму.	14
1.8. Підвищення технічного рівня бурякоцукрового виробництва.	14
1.9. Основні постанови та положення з реструктуризації галузі.	16
Запитання для самоперевірки.....	16
Література.....	16
ТЕМА № 2. ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	17
2.1. Підвищення якості насіння цукрових буряків.	19
2.2. Вирощування насіння цукрових буряків.	19
2.2.1. Особливості висадкового способу вирощування насіння.	19
2.2.2. Апробація репродукційних і маточних посівів.	19
2.2.3. Апробація висадкових насінників.	22
2.2.4. Апробація безвисадкових насінників.	23
2.3. Досягнення і перспективи захисту цукрових буряків від хвороб та шкідників під час їх вегетації.	25
2.3.1. Система використання добрив у виробництві цукрових буряків.	25
2.3.2. Захист цукрових буряків від хвороб.	26
2.4. Інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків.	26
2.5. Комплексний експрес-метод оцінки технологічної якості цукрових буряків під час вегетації	27
2.5.1. Визначення показників технологічної якості.	28
2.6. Системний підхід до оцінки якості буряків та прогнозування основних показників їх переробки.	29
2.7. Вплив рН ґрунту на біологічну та технологічну сплість коренеплодів.	31
Запитання для самоперевірки.....	32
Література.....	32
ТЕМА №3. ТЕХНОЛОГІЇ ТА НОВІ СПОСОБИ ЗБЕРІГАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ. ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ	

БУРЯКОМАСИ ТА ЦУКРОЗИ У ВИРОБНИЦТВІ	35
3.1. Ефективні способи доставки та зберігання коренеплодів.	36
3.2. Реальні та нормативні втрати бурякомаси та цукрози під час приймання і транспортування коренеплодів цукрових буряків та шляхи їх зменшення.	36
3.3. Враховані втрати цукрози та втрати цукрози від розкладання у бурякоцукровому виробництві і шляхи їх зменшення.	37
3.3.1. Проблеми зменшення втрат цукрози у бурякопереробному відділенні.	38
3.3.2. Втрати цукрози в сокоочисному відділенні та під час згущення соку	38
3.4. Мікробіологічне забруднення сировини, мийного відділення та дифузійної установки: джерела і сучасні способи стерилізації.	39
3.4.1. Характерна мікрофлора у дифузійній установці.	39
3.4.2. Методи боротьби з мікробіологічною зараженістю на дифузії. Фізичні методи дезінфекції.	40
3.4.3. Хімічні методи дезінфекції.	44
Запитання для самоперевірки.....	45
Література.....	45
ТЕМА №4. СУЧАСНІ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ОКРЕМИХ ВІДДІЛЕНЬ БУРЯКОЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА	46
4.1. Вплив якості цукрових буряків на вибір технологічної схеми їх перероблення.	47
4.2. Різновидності та особливості сучасних технологічних схем окремих відділень бурякоцукрового виробництва	47
4.2.1. Сучасний тракт подачі і миття буряків.	52
4.2.2. Сучасні та перспективні технології отримання високоякісної бурякової стружки і вилучення з неї цукру.	54
4.2.3. Раціональні схеми та експлуатація екстракційних установок.	55
4.2.4. Особливості сучасних схем очищення дифузійного соку.	56
4.2.4.1. Загальні положення про очищення дифузійного соку.	58
4.2.4.2. Попереднє оброблення дифузійного соку.	59
4.2.4.3. Попереднє вапнування (преддефекація).	62
4.2.4.4. Основне вапнування (дефекація).	68
4.2.4.5. Вимоги до вапняного молока та сатураційного газу.	69
4.2.4.6. I карбонізація (сатурація). Завдання I сатурації.	69
4.2.4.7. II вапно карбонізація.	70
4.2.5. Технологічні аспекти відокремлення сатураційних осадів.	71
4.2.5.1. Способи укрупнення частинок осаду.	74
4.2.5.2. Відокремлення осадів.	74
4.2.6. Сульфітація та її вплив на якість соків і сиропів.	75
4.2.7. Отримання сиропу та його вплив на якість цукру.	76
4.2.8. Основні принципи правильного уварювання та	

центрифугування утфелів.	77
4.2.8.1. Ускладнення під час уварювання утфелів та їх усунення.	78
4.2.8.2. Центрифугування утфеля І.	78
4.2.8.3. Способи підвищення ефективності роботи продуктового відділення.	79
4.2.8.4. Способи підвищення якості цукру за рахунок заходів у кристалізаційному відділенні.	79
4.3. Перспективні напрямки технологічних рішень.	80
4.3.1. Спосіб екстрагування Стеффена.	80
4.3.2. Екстрагування в лужному середовищі.	82
4.3.3. Отримання дифузійного соку з бурякової мезги.	83
4.3.4. Перспективи розвитку вапняно-вуглекислого очищення.	85
4.3.5. Застосування електргідровлічного ефекту	86
4.3.6. Очищення соку.	87
Запитання для самоперевірки.....	89
Література.....	89
ТЕМА №5. ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ У БУРЯКОЦУКРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ	91
5.1. Визначення питомих витрат окремих видів енергії на перероблення коренеплодів цукрових буряків.	91
5.2. Технологічні аспекти енерго- та ресурсозбереження у виробництві цукру з буряків.	93
5.2.1. Основний фактор ресурсо- та енергозбереження в бурякоцукровій галузі.	93
5.2.2. Технології.	94
5.2.3. Попереднє вапнування (п/в) (попередня дефекація).	95
5.2.4. Зниження лужності провапнованого (дефекованого) соку.	97
5.2.5. Розділення суспензій.	97
5.2.6. Вапняне молоко.	99
5.2.7. Накип.	99
5.2.8. Пробілювання утфелю.	100
5.2.9. Загальні витрати води.	101
5.2.10. Основні технологічні критерії.	101
5.3. Аналіз витрат вапна на технологічні потреби	102
5.3.1. Активність, дисперсність та густина вапняного молока.	
Вимоги до сатураційного газу.	104
5.4. Застосування природних мінеральних сорбентів для очищення напівпродуктів бурякоцукрового виробництва.	104
5.5. Основні принципи створення безвідходного бурякоцукрового виробництва.	105
5.5.1. Критерії оцінки безвідходності бурякоцукрового виробництва.	106
Запитання для самоперевірки.....	106
Література.....	106

ТЕМА №6. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЦУКРОЗИ	106
6.1. Основні параметри, що впливають на ефективність кристалізації цукрози у вакуум-апаратах.	107
6.1.1. Сучасні та перспективні технології уварювання утфелю І кристалізації.	108
6.1.2. Центрифугування утфеля І.	109
6.1.3. Удосконалення уварювання та кристалізації утфелю останнього продукту.	110
6.1.3.1. Раціональний спосіб кристалізації утфеля ІІІ продукту, розроблений Жвирблянським.	110
6.1.3.2. Спосіб розкачування утфеля ІІІ продукту, запропонований Фелером.	111
6.1.3.3. Спосіб Акіндінова.	111
6.1.3.4. Спосіб уварювання утфеля ІІІ кристалізації на кристалічній основі утфеля ІІ кристалізації.	112
6.1.3.5. Спосіб отримання утфеля останньої кристалізації з проведенням кінцевого згущення в кожному вакуум-апараті в 2 стадії.	112
6.2. Використанням ПАР для уварювання утфелі.	113
6.3. Способи підвищення ефективності кристалізації цукрози.	115
6.4. Номограма для встановлення технологічного режиму кристалізації цукрози, оцінки ефективності його проведення та прогнозування роботи продуктового відділення.	116
Запитання для самоперевірки.....	117
Література.....	118
ТЕМА №7. ЗАСТОСУВАННЯ ХІМІЧНИХ РЕАГЕНТІВ, МЕМБРАННИХ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ У ЦУКРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ	119
7.1. Застосування флокулянтів для розділення осаду в соках І та ІІ карбонізацій.	119
7.2. Застосування іонообмінних та хроматографічних технологій.	119
7.3. Мембранні технології: суть, ефективність та їх застосування під час виробництва цукру з буряків.	120
7.4. Застосування електротехнологій для підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва	120
7.4.1. Застосування способу електричного розряду у рідині (ЕРР) для знезараження бурякової стружки та активації вапняного молока.	120
7.4.2. Застосування імпульсного електроплазмолізу тканини цукрового буряку.	121
7.4.3. Спосіб мікрохвильового нагрівання утфеля.	122
Запитання для самоперевірки.....	124
Література.....	125
ТЕМА №8. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ТОВАРНИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ ТА	

ВІДХОДІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА	126
8.1. Жом: кормова добавка, харчова добавка, сировина для виробництва пектину, органічне паливо.	127
8.1.1. Сушіння бурякового жому.	128
8.1.2. Жом – сировина для пектину та харчових волокон.	128
8.2. Сатураційний осад: добрива, харчова добавка для тварин, наповнювач, повторне використання для очищення соку	129
8.3. Шляхи використання меляси: додаткове вилучення цукрози, одержання лимонної кислоти, дріжджів, кормових добавка, в'язучого засобу для брикетування дисперсного палива та кормів	130
8.3.1. Виробництво спирту.	130
8.3.2. Виробництво хлібопекарських дріжджів.	130
8.3.3. Виробництво лимонної кислоти.	131
8.3.4. Інші шляхи використання меляси.	134
8.4. Альтернативні види палива із цукрових буряків та продуктів їх перероблення.	137
Запитання для самоперевірки.....	139
Література.....	141

Т Е М А № 1

ТЕНДЕНЦІЇ СВІТОВОГО ВИРОБНИЦТВА ЦУКРУ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БУРЯКОЦУКРОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

План

- 1.10. Світове виробництво цукру.
- 1.11. Склад та структура бурякоцукрового виробництва.
- 1.12. Виробництво фабричних цукрових буряків і насіння в Україні.
- 1.13. Сучасний стан бурякоцукрового виробництва в Україні.
- 1.14. Ринок цукру в Україні в 2006– 2007 рр.
- 1.15. Розширення асортименту.
- 1.16. Удосконалення господарського механізму.
- 1.17. Підвищення технічного рівня бурякоцукрового виробництва.
- 1.18. Основні постанови та положення з реструктуризації галузі.

Найважливішою задачею бурякоцукрового виробництва України є повне забезпечення потреби населення в його кінцевому продукті – цукрі у відповідності з фізіологічними науково-обґрунтованими нормами його споживання – 38 кг/ душу населення на рік.

Цукор, завдяки своїм цінним поживним та смаковим якостям є одним з найважливіших і обов'язкових продуктів масового споживання, а розвинена, стабільно функціонуюча цукрова промисловість нарівні з іншими галузями, що виробляють продукти харчування, є фундаментом економічної безпеки будь якої держави.

1.1. Світове виробництво цукру

Більш ніж 100 країн світу виробляють цукор. 75% його виробляється з цукрової тростини, вирощеної в тропічних і субтропічних зонах південної півкулі, решту – з цукрових буряків.

Таблиця 1.1.

Найбільші світові виробники цукру у 2006 р.

№	Країна	Виробництво, млн. т	Населення, млн. осіб
1.	Бразилія	27,910	181
2.	ЄС	21,735	461
3.	Індія	19,891	1086
4.	Китай	9,717	1324
10.	Росія	3,200	143

Загальне виробництво цукру в 2005 р. склало 131,07 млн. т, з них тростинного – 98,0 млн. т. Такий рекордний рівень виробництва створив значний надлишок пропозиції цукру на світовому ринку, що призвело до падіння цін і спонукало найбільших виробників скоротити посівні площі.

В той же час зберігається тенденція зростання виробництва цукру з цукрової тростини, в першу чергу в Бразилії, однак половина цукрової тростини в цій країні йде на виробництво спирту.

Основну частку світового виробництва бурякового цукру складають США – 13,8%, Німеччина – 13,0%, Франція – 12,9%, Туреччина – 5,7%, Польща – 6,1%, Росія – 6,0%, Україна – 5,4%. При цьому середньо добова потужність цукрового заводу у Франції складає 12,76 тис. т буряків, у Нідерландах – 14,79 тис. т, у Німеччині – 11,14 тис. т, у Італії – 10,56 тис. т.

Бурякоцукрова промисловість, що виникла набагато пізніше за виробництво цукру з тростини, до середини ХІХ століття розвинулась настільки, що деякі європейські держави одержали змогу продавати цукор на зовнішніх ринках. В числі основних причин швидкого зростання виробництва цукру з буряків була політика протекціонізму, яку проводили країни Європи, а також континентальна блокада, що призвела до помітного скорочення ввезення цукру з цукрової тростини. Розвиток цукрової промисловості був пов'язаний з розширенням капіталістичного способу виробництва, ростом міського населення, збільшенням споживання цукру, подальшим розвитком транспортних зв'язків.

Відмінною особливістю сучасного розвитку цукрового виробництва є тенденція до розширення його в країнах, які імпортують цукор і підвищення рівня самозабезпеченості цукром за рахунок внутрішніх джерел. За останні роки в країнах Західної Європи з розвинутим бурякоцукровим виробництвом відбулось помітне підвищення його ефективності. При стабілізації посівних площ цукрових буряків виробництво цукру в цих країнах за останні 40 років збільшилось в 1,5 – 1,8 рази, з кожного гектара посівної площі в них виробляється понад 10т цукру; значно підвищився рівень концентрації цукрового виробництва – при зменшенні загальної кількості цукрових заводів в 2 – 3 рази середня добова продуктивність одного цукрового заводу по переробці буряків зросла в 3 – 6,5 разів.

Буряководи Заходу об'єднуються в кооперативи по вирощуванню, збиранню і переробці цукрових буряків, а також в окремі групи по збиранню буряків. Фермери у Франції лише четверту частину площі збирають самостійно, до 35 % – об'єднаними групами фермерів, а біля 40 % – підприємствами.

Багаторічний досвід країн світу з розвиненим цукровим виробництвом свідчить, що ефективний його розвиток досягається лише при наявності:

- 1) міцного законодавчого захисту вітчизняного виробництва;
- 2) державного регулювання ринку шляхом матеріального стимулювання експорту, встановлення мінімальних цін на сировину та цукор, надання пільгових кредитів;
- 3) систематичного інвестування галузі, визнання її пріоритетності і стратегічного значення;
- 4) забезпечення значного підвищення урожайності цукрових буряків та рівня концентрації цукрового виробництва.

Ціни світового ринку лишаються під тиском фундаментальних факторів – співвідношення виробництва і споживання, а також попиту і пропозиції. За даними Міжнародної організації по цукру (МОЦ), незважаючи на добре збалансоване світове виробництво і споживання цукру в 2003/04 р. з огляду цін

світового ринку ситуація лишається безрадісною. Через значне перевиробництво цукру в попередні роки світові запаси цукру МОЦ оцінює в 65,1 млн. т, що складає 45% світового споживання. Такий високий рівень запасів стримує імпорتنний попит і збільшує експортну пропозицію, незважаючи на зниження виробництва і збільшення споживання. Надмірні запаси, більш за все, збережуть серйозний понижувальний тиск на ціни світового ринку.

Під дією міжнародної критики Євросоюз виступив з ініціативою корінним чином змінити систему фінансування виробництва цукру в країнах ЄС і на протязі 4-х років перейти на нову структуру цукрового ринку. За три роки інтервенційні ціни в ЄС для виробників цукру мають скоротитися з 632 євро/т до 421 євро/т, на цукросировину – з 43,6 євро/т до 27,4 євро/т (приблизно 180 грн/т). Загальна квота на цукор з ЄС знизиться протягом 4-х років на 2,8 млн. т і становитиме 14,6 млн. т.

За прогнозами центру розвитку сільського господарства США диспропорції у виробництві і торгівлі цукром на світовому ринку приведуть до підвищення світових цін на цукор до кінця десятиліття на 48%, скорочення виробництва цукру з буряків на 21%, збільшення виробництва цукру з тростини на 7%, загальна торгівля цукром зросте в 2011-2012 рр. на 8%.

Для України це означає з одного боку посилення експансії іноземних фірм на вітчизняний ринок цукру, перш за все з боку країн Європи, з другого – можливість конкурувати перш за все за ринки країн СНД, що об'єктивно вимагає необхідність реструктуризації галузі відповідно до світових тенденцій розвитку і механізмів господарювання, переходу від екстенсивного напрямку ведення буряківництва до інтенсивного, унеможливлення неконкурентного виробництва цукру і розвиток ефективного, що дасть можливість відновити експортний потенціал цукрової галузі.

1.2. Склад та структура бурякоцукрового виробництва

Бурякоцукрове виробництво являє собою складний комплекс, що відноситься до тих галузей продуктового підкомплексу агропромислового комплексу держави, реалізація основної мети функціонування яких в значній мірі залежать від злагодженої і загальної спрямованості діяльності партнерів

Характерна особливість цукрового виробництва полягає в необхідності налагодження тісних виробничо-економічних зв'язків з іншими галузями народного господарства, зокрема з сільським господарством, промисловістю, транспортом і зв'язком, будівництвом, торгівлею, матеріально-технічним постачанням, проектними та науковими галузевими організаціями, а також з іншими галузями невиробничої сфери.

Найбільш розвинені економічні зв'язки цукрова промисловість має з сільським господарством, яке виробляє і постачає цукровим заводам на переробку цукрову сировину. Галузі промисловості постачають цукровим заводам велику кількість металу, різних видів палива, енергії та інших видів продукції. Машинобудівна промисловість забезпечує підприємства цукрової промисловості технологічним обладнанням, навантажувально-розвантажувальними механізмами; хімічна, деревообробна та целюлозно-паперова – тарою та таропакувальними

матеріалами; промисловість будівельних матеріалів – будівельними матеріалами; транспорт і зв'язок забезпечує цукрові заводи транспортними засобами для перевезення різноманітних вантажів і надають їм різноманітні послуги. Будівництво забезпечує проведення на цукрових заводах значних обсягів капітальних вкладень для введення в дію нових і модернізації діючих виробничих потужностей та об'єктів житлово-комунального призначення. Галузеві проектні та науково-дослідні організації здійснюють розробку і впровадження на цукрових заводах заходів щодо удосконалення існуючих технологічних процесів, технологічного обладнання та рекомендацій по підвищенню економічної ефективності виробництва та конкурентоспроможності вітчизняного цукру на світовому ринку.

Ефективна робота цукрового виробництва може бути забезпечена лише при злагодженості всіх його ланок і при успішному розвитку кожної з них. Цукрова промисловість є не тільки завершальною ланкою виробництва кінцевого продукту – цукру, але й організатором та інтегратором ефективного функціонування всього бурякоцукрового комплексу.

1.3. Виробництво фабричних цукрових буряків і насіння в Україні

Валовий збір цукрових буряків у 2006 р. склав 22,34 млн. т із зібраної площі 789 тис. га при урожайності 285 ц/га. Втрати цукрових буряків склали в середньому близько 4%.

Господарства, що займалися вирощуванням насіння та цукрових буряків, працювали в умовах неповного забезпечення площ органічним та мінеральним живленням, засобами захисту від бур'янів, шкідників та хвороб.

На жаль, разом з недоліками в технології вирощування цукрових буряків і її фінансуванню в останні роки збільшуються темпи втрат родючості ґрунту. Зменшуються сидеральні посіви, недостатньо використовується дефека́т для розкислення площ і т.д. Разом з тим розпад системи навчання кадрів, низький контроль за технологією вирощування цукрових буряків та ін. призводить до втрати позицій цукрової галузі.

У вирощуванні цукросировини важливу роль відіграє насінництво цукрових буряків. Насіння є носієм генетичного потенціалу продуктивності культури. Але в умовах економічної кризи, яка охопила цукрову галузь, неефективністю системи управління та відсутністю дієвого контролю в системі стан насінництва цукрових буряків в останні роки суттєво погіршився. Фактично у фабричних посівах використовується 36 сортів і гібридів, з них 25 вітчизняних і спільних, які займають 72% посівної площі. Найбільш розповсюджені

сорти:

- Уладівський однонасінний 35
- Ялтушківський однонасінний 64

та гібриди:

- Український ЧС 70
- Олександрія
- Івано-Веселоподільський 84 та ін.

Одночасно потрібно зауважити, що протягом останнього десятиріччя 60% площ засівається старими сортами і гібридами, що були внесені до Державного реєстру рослин ще починаючи в 1979 р. в загальному для засіву вказаної площі в 2006 р. використано 2,04 млн. посівних одиниць, що відповідає 2900 т насіння цукрових буряків.

Із 192 цукрових заводів загальною потужністю 509,7 тис. т переробки ц/б на добу, що існували в Україні, в переробці ц/б урожаю 2006 р. працювало 119 із загальною середньодобовою потужністю 336,4 тис. т ц/б. 49 заводів припинило своє існування, 24 підприємства збережено. Вихід цукру в середньому по Україні в 2006 р. склав 12,2% за цукристості сировини 15,77%. Вміст цукру в мелясі в середньому склав 2,03%, а ступінь вилучення цукру з буряків – 74,8%.

За минулорічної ціни на буряк в 223 грн. собівартість 1 т цукру за розрахунками становила на рівні 3100 грн. з ПДВ. На 2007 -08 маркетинговий рік прийнята постанова КМУ № 404 “Про державне регулювання виробництва і реалізації цукру та цукрових буряків”, якою встановлено граничний розмір поставки цукру на внутрішній ринок (квота “А”) в обсязі 2040 тис. т, затверджено мінімальні ціни на ц/б 170 грн./т (з ПДВ) та на цукор квоти “А” 2500 грн./т (з ПДВ). Запропоновані мінімальні ціни спрямовані на:

- стимулювання, інтенсифікацію виробництва та забезпечення відтворення затрат на виробництво;
- посилення здорової конкуренції між суб’єктами господарювання;
- підвищення конкурентоспроможності українського цукру на зовнішніх та внутрішніх ринках;
- наближення цін на цукрові буряки та цукор до рівня Європейського Союзу (згідно проекту ц/б – 173 грн./т; цукор – 2340 грн./т).

1.4. Сучасний стан бурякоцукрового виробництва в Україні

Основною вітчизняною сировиною для виробництва цукру в Україні є цукрові буряки – ефективна сільськогосподарська культура, яка окрім основного продукту цукру дає такі цінні види кормів для тваринництва як жом та гичка, а також побічну продукцію цукрового виробництва – мелясу, яка повністю використовується в народному господарстві і є сировиною для виробництва органічних кислот, дріжджів, спирту, кормів, біоетанолу. Цукрові буряки, крім цього, є фактором підвищення культури землеробства і позитивного впливу на екологію навколишнього середовища – один гектар посівів цукрових буряків виділяє в 4 рази більше кисню і поглинає в 4 рази більше двооксиду вуглецю, ніж 1 га змішаного лісу.

За наявності сприятливих природнокліматичних умов для вирощування цукрових буряків в Україні були створені найпотужніша в світі сировинна база (площі посівів цукрових буряків перевищували 1.8 млн. га) та виробничо-технічна база цукрової промисловості. Станом на 1990 рік в Україні функціонувало 192 бурякоцукрових заводів сумарною добовою потужністю 510 тис. т переробки буряків, які забезпечували можливість за виробничий сезон оптимальної тривалості переробляти до 45 млн. т цукрових буряків та виробляти понад 5 млн. т цукру, з яких біля 60 % експортувалось для споживання в інші союзні

республіки. За обсягом виробництва цукру з цукрових буряків Україна серед країн світу з розвинутим бурякоцукровим виробництвом впевнено займала перше місце. На її долю припадало 13-14%, а в окремі роки біля 20% світового виробництва бурякового цукру. Цукор являв собою стратегічний продукт. Значний обсяг його виробництва з вітчизняної сировини до 1990 року забезпечував можливість задоволення потреби в цьому продукті власного населення держави, незалежність її від імпорту цього продукту, сприяв забезпеченню роботою понад 1 млн. чоловік в сільському господарстві та цукровій промисловості, давав можливість вкладати значні кошти в розвиток власного бурякоцукрового виробництва.

В останньому десятиріччі минулого століття бурякоцукрове виробництво України зазнало значної руйнації.

Через загальну економічну кризу; безсистемний перехід до нерегульованого ринку; повну втрату державного впливу на економічні процеси у бурякоцукровому комплексі та контролю з її боку за випуском і реалізацією продукції; недосконалість законодавства щодо приватизаційних процесів, перепродажу підприємств та неефективного функціонування виробництва в ринкових умовах; значне подорожчання енергетичних і матеріальних ресурсів, а також техніки для вирощування, збирання, транспортування і переробки цукрових буряків, значно підвищилась собівартість вирощування буряків, а виробництво цукру на багатьох заводах стало збитковим. Неабиякої шкоди бурякоцукровому виробництву завдало безсистемне завезення в Україну тростинного цукру-сирцю, білого цукру та цукромістких продуктів.

Занепад бурякосійних господарств, відсутність у них достатніх коштів для закупівлі добрив, засобів захисту рослин від шкідників, паливно-мастильних матеріалів, технічних засобів для вирощування цукрових буряків при значно підвищених закупівельних цінах на ці ресурси призвели до значного скорочення площ посівів цукрових буряків – з 1,6 млн. га в 1990 році до 650-750 тис. га в останні роки. Крім того, внесення під посіви буряків недостатньої кількості добрив, погіршення агротехніки їх вирощування в цей кризовий період призвели до зниження родючості ґрунтів і, як наслідок, до зниження урожайності цукрових буряків – з 276 ц/га в 1990 році до 170 – 180 ц/га в 2002-2003 рр. Заготівля цукросировини в останні роки становить 13-14 млн. т.

Внаслідок цього виробництво цукру скоротилося з 5,3 млн. т в 1990 р. до 3,5 млн. т в середньому за 1991-1995 рр. та 1,45 млн. т в 2003 р., і лише в 2004 р. виробництво цукру зросло до 1,8 млн. т.

Споживання цукру населенням України скоротилося з 50 кг на душу населення в рік в 90-ті роки минулого століття до 30 кг в останні роки.

Значне зменшення обсягів виробництва цукрових буряків в Україні привело до значного скорочення завантаження потужностей цукрових заводів сировиною. Створився дисбаланс між сировинними ресурсами і виробничими потужностями, що призвело до скорочення виробничого сезону в цукровій промисловості зі 101 доби в 1990 р. до 45-50 діб. в останні роки і в цілому негативно вплинуло на ефективність роботи галузі. Через відсутність сировини, починаючи з 1997 року в галузі вводиться практика по виведенню частини цукрових заводів з процесу

переробки цукрових буряків. Число заводів, що зовсім не переробляли цукрові буряки на протязі виробничого сезону, в останні роки досягало 50-60.

Матеріально-технічна база цукрової промисловості України фізично та морально зношена, вона помітно відстає від рівня її розвитку в країнах з розвиненим бурякоцукровим виробництвом.

Переважає частина нині існуючих цукрових заводів України побудована ще в дореволюційний період. Таких заводів налічується 143, що становить 74,5 % загальної їх кількості. За радянського періоду споруджено цукрові заводи лише Волинської, Дніпропетровської, Івано-Франківської, Миколаївської, Одеської та Тернопільської областей.

На протязі останніх майже 20-ти років в Україні не побудовано жодного нового цукрового заводу. Останні цукрові заводи, побудовані в минулому столітті (в середині 80-х років), – це заводи добовою потужністю 6 тис. т переробки буряків за добу – в Вінницькій області (Крижопільський), в Кіровоградській (Добровеличківський) і в Хмельницькій області (Деражнянський).

Для забезпечення ефективної переробки цукрових буряків навколо цукрових заводів були створені компактні сировинні зони. Значне скорочення посівів цукрових буряків, яке відбулося переважно в регіонах інтенсивного бурякосіяння (Черкаській, Кіровоградській, Сумській, Житомирській, Львівській, Хмельницькій, Київській, Вінницькій та Івано-Франківській областях) деформувало концентрацію і розміщення бурякових плантацій, призвело до збільшення міжобласних перевезень цукросировини, які зараз охоплюють 50% її заготівлі.

Розпад великих колективних бурякосійних господарств та подрібнення земельних масивів привели до збільшення в сотні разів кількості здавачів буряків в зонах окремих цукрових заводів. В найбільшій мірі цей процес відбувся в сировинних зонах цукрових заводів західних областей України – Волинській, Івано-Франківській, Львівській, Рівненській та Тернопільській. Так кількість бурякосійних господарств в Івано-Франківській області зросла за 10 років у 66 разів, у Львівській – у 199 разів.

Якщо середня площа, що відводилася під посіви цукрових буряків в 1990 р. в одному господарстві, становила 295 га, то в 2000 р. під цукрові буряки в одному господарстві відводилося в середньому по Україні лише 3,7 га, а в колективних господарствах – до 50 га.

Такий процес подрібнення бурякосійних господарств негативно впливає на ефективність бурякоцукрового виробництва, призводить до погіршення стану взаємовідносин між партнерами, ускладнює процеси обробітку землі під посіви буряків, їх догляду і збирання врожаю, а також приймання сировини на заводах і розрахунків за неї.

Негативні процеси відбуваються і в насінництві цукрових буряків. Висока прибутковість насіннєвого бізнесу залучила до нього некваліфікованих підприємців, аматорів, які поставляють на ринок до 40% низькопробного насіння невідомого походження за демпінговими цінами, допускаються фальсифікації сортової документації. Паралельно посилилася експансія іноземних насіннєвих фірм, які поставляли в окремі роки до 34% насіння від його загальної потреби.

Не врегульованими є оптова торгівля цукром, митно-тарифні операції, кредитування виробництва, регулювання ринку цукру.

Сезонність виробництва та коротка його тривалість (біля 50 діб), низький рівень оплати праці, невпевненість в завтрашньому дні привели до проблеми в кадровому забезпеченні галузі. Промисловість все гостріше відчуває дефіцит як у висококваліфікованих робітниках та і в інженерно-технічних працівниках.

В останнє десятиріччя ускладнився і стан наукової бази. Доля фінансування науки за рахунок бюджетних коштів незначна. Галузевого позабюджетного фонду науково-дослідних і конструкторських робіт немає. Власники цукрових заводів ще не готові вкладати кошти в науку. Тому наукові дослідження по ряду проблем згорнуті. Галузь втрачає науковий потенціал, для відновлення якого потрібні і кошти, і час. Для призупинення цього негативного процесу необхідно посилити увагу до наукового забезпечення цукрової галузі.

1.5. Ринок цукру в Україні в 2006 – 2007 рр.

Одним з найважливіших шляхів розвитку бурякоцукрового виробництва є формування регульованого ринку цукру, складовою частиною якого є ринкова система оптової торгівлі цукром. У зв'язку з ростом цін на енергоресурси в 2005 р. проявився тісний взаємозв'язок ринку енергоресурсів та цукру. Стрімке зростання цін на нафту (до 70 доларів за барель) призвело до переходу цукру з групи продовольчих товарів у розряд енергетичних ресурсів. Світові ціни на цукор при цьому досягли рекордного рівня за останні 24 роки. Ціна на Нью-Йоркській біржі на цукор-сирець максимально зросла в першій декаді лютого 2006 р. і склала 425,5 дол./т., але пізніше ціна стала почала знижуватись і до серпня стабілізувалися на рівні 250 дол./т.

Зростання ціни на цукор на початку 2006 р. зумовило до збільшення площ посіву цукрових буряків в Україні на 20...22%, що сприяло можливості повністю забезпечити потреби внутрішнього ринку та створити експортний потенціал обсягом щонайменше 600 тис. т. Але через подорожчання цукросировини та енергоносіїв собівартість цукру стала в середньому 3100 грн. (з ПДВ).

Таким чином втрата традиційних зовнішніх ринків збуту, перенасиченість внутрішнього ринку та безконтрольне його функціонування призвели до демпінгових процесів і падіння оптово-відпускних цін на цукор до рівня, який не покриває витрат на виробництво. В результаті збитки цукровиробників можуть скласти понад 1 млрд. грн.

1.6. Розширення асортименту продукції цукрового виробництва

З метою вирішення проблеми поліпшення якості продукції, розширення її асортименту і задоволення споживчого попиту населення передбачається впровадити у виробництво нові види цукру:

- із традиційних видів сировини з використанням харчових добавок, а саме вершків, лимонної кислоти, кориці, кави, ваніліну, а також одержання желейного цукру з використанням фруктового пектину та інші;

- поліпшеної якості з використанням ароматизаторів;
 - підвищеної харчової і біологічної цінності, збагачених корисними речовинами фруктово-ягідної сировини (малини, смородини, вишні і т. інше);
 - з нетрадиційних видів сировини природного походження;
 - рідкого і інвертованого із напівпродуктів цукрового виробництва;
 - жовтого з напівпродуктів цукрового виробництва;
- спеціальних сортів (цукор сувенірний в головках, леденцевий цукор – цукор "кандіс").

Виробництво нових видів цукру дасть можливість використовувати робочу силу в міжсезонний період та одержувати додатковий прибуток.

1.7. Удосконалення господарського механізму

Розробка програми реструктуризації цукрової промисловості з метою виведення з експлуатації малопотужних неперспективних підприємств, оптимізації виробничих потужностей і ресурсів з доведенням рівня завантаженості підприємств сировиною до оптимального строку їх переробки, концентрація потужностей в зонах з найвищою ефективністю бурякосіяння;

удосконалення розміщення сировинної бази промисловості з метою підвищення ефективності вирощування буряків, зменшення втрат їх при транспортуванні і переробці, зменшення собівартості вирощування буряків і виробництва цукру;

удосконалення взаємовідносин між виробниками сировини та цукру, державою і споживачами продукції з метою досягнення максимального ефекту від вирощування сировини, виробництва з неї цукру і його споживання;

удосконалення механізму ціноутворення в бурякоцукровому комплексі; відновлення експортного потенціалу галузі, створення механізму підтримки експорту цукру;

створення ефективного механізму оптової торгівлі цукром і підтримання стабільних цін на ринку;

проведення маркетингових досліджень державного та світового ринків цукру з метою визначення стратегічних напрямків розвитку галузі;

відновлення та поповнення аналітично-інформаційної бази виробничо-господарської діяльності підприємств цукрової галузі;

прискорення доопрацювання проекту Програми створення і функціонування ринку цукру СНД, активізація роботи в рамках ЄЕП щодо співробітництва в бурякоцукровій галузі з Російською Федерацією, Білоруссю і Казахстаном та повернення традиційних ринків збуту цукру;

розробка Державної програми реструктуризації частини цукрових заводів з їх переорієнтацією на виробництво цукромістких продуктів для випуску паливного етанолу.

1.8. Підвищення технічного рівня бурякоцукрового виробництва

Технічний стан виробничо-технічної бази і його відповідність сучасному світовому рівню в значній мірі впливає на ефективність виробництва цукрових буряків та цукру. З метою підвищення технічного рівня в бурякоцукровому виробництві необхідно:

В буряківництві

- замінити до 2010 р. 40-60% фізично і морально застарілої бурякової техніки на нову та модернізовану;
- забезпечити загальну кількість основних видів бурякової техніки, а саме:
 - просапних тракторів типу ХТЗ, бурякових сівалок точного висіву і культиваторів – по 16 тис. одиниць кожного виду, модернізованих бурякозбиральних комплексів – до 15 тис. одиниць;
 - реформувати існуючу систему конструкторських організацій та промислових підприємств з розробки та удосконалення комплексів машин, які забезпечать повну механізацію виробничих процесів у буряківництві, зменшать витрати пального на 20-30%, гербіцидів – на 40%, підвищать продуктивність праці у 2 рази;
 - налагодити серійне виробництво вітчизняних тракторів типу ХТЗ - 100, ХТЗ - 120;
 - завершити роботи із розробки та серійного випуску роторного розпушувача-вирівнювача верхнього шару ґрунту, культиватора для осіннього вирівнювання і розпушування ґрунту, ярусного плуга типу ПНЯ - 42 і оборотного типу ПНО - 4-40;
 - розробити нові механічні та пневматичні технічні засоби для поверхневого і локального внесення добрив і меліорантів;
 - удосконалити і прискорити випуск широкозахватних комбінованих агрегатів типу "АРВ" і "АПБ" із змінними робочими органами для ранньовесняного і передпосівного обробітку ґрунту;
 - розширити виробництво бурякових пневматичних сівалок типу УПС - 12 і СУ-12 "Орізон";
 - налагодити серійний випуск удосконалених агрегатів типу "КОЗР" для розпушування ґрунту в міжряддях і смугового внесення добрив та гербіцидів;
 - налагодити виробництво причіпних і начіпних обприскувачів;
 - прискорити виробництво удосконалених гичкозбиральних машин типу БМ – 6Б і МБП – 6, а також самохідних коренезбиральних машин типу КС – 6Б, КБ – 6, РКМ – 6, МКК – 6 і бурякозбиральних комбайнів типу КСБ – 6.

У виробництві цукру

- замінити 60% фізично та морально зношеного обладнання цукрових заводів сучасним, що відповідає світовому рівню;
- оснастити сировинні лабораторії сучасним обладнанням для визначення цукристості і забрудненості цукрових буряків та інших показників;
- розробити механізм пільгового кредитування закупівлі і встановлення обладнання;

1.9. Основні постанови та положення з реструктуризації галузі

Враховуючи значимість бурякоцукрового комплексу для розвитку національної економіки, та вважаючи необхідність вжиття невідкладних заходів щодо комплексного вирішення потреб та інтересів усіх суб'єктів діяльності бурякоцукрового комплексу, з метою забезпечення населення держави цукром, виробленим з вітчизняної сировини, та подальшого розвитку бурякоцукрового комплексу, Радою НАЦУ за узгодженням з Міністерством аграрної політики прийнято рішення щодо ініціювання розробки та прийняття в 2007 р. нижче приведених законодавчих актів України:

- Проект закону України “Про внесення зміни до статті 9 Закону України “Про ліцензування певних видів господарської діяльності” (щодо запровадження ліцензування оптової торгівлі цукром);
- Проект закону України “Про внесення змін до закону України “Про державну підтримку сільського господарства України” (щодо визначення мінімальної та максимальної ціни окремого об'єкта державного цінового регулювання);
- Проект закону України “Про внесення змін до закону України «Про державне регулювання виробництва і реалізації цукру»”.

Запитання для самоперевірки

1. Охарактеризуйте світове виробництво цукру?
2. Який склад та структура буряко-цукрового виробництва?
3. Охарактеризуйте виробництво фабричних цукрових буряків і насіння в Україні?
4. Який сучасний стан буряко-цукрового виробництва в Україні?

ЛІТЕРАТУРА

1. М.Роїк. Буряки. Видавництво ХХІ вік. РІА “Труд-Київ”, 2001.–320 с.
2. Цукрові буряки. Насіння та система насінництва в Україні. Дубнонасіння. Київ:Тов “Літерал”,–2003 р.– 41 с.

ТЕМА № 2

Інноваційні технології вирощування цукрових буряків

План

- 2.1. Підвищення якості насіння цукрових буряків.
- 2.2. Вирощування насіння цукрових буряків.
 - 2.2.1. Особливості висадкового способу вирощування насіння.
 - 2.2.2. Апробація репродукційних і маточних посівів.
 - 2.2.3. Апробація висадкових насінників.

2.2.4. Апробація безвисадкових насінників.

2.3. Досягнення і перспективи захисту цукрових буряків від хвороб та шкідників під час їх вегетації.

2.3.1. Система використання добрив у виробництві цукрових буряків.

2.3.2. Захист цукрових буряків від хвороб.

2.4. Інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків.

2.5. Комплексний експрес-метод оцінки технологічної якості цукрових буряків під час вегетації

2.5.1. Визначення показників технологічної якості.

2.6. Системний підхід до оцінки якості буряків та прогнозування основних показників їх переробки.

2.7. Вплив рН ґрунту на біологічну та технологічну сплість коренеплодів.

Агротехнічні заходи відіграють значну роль у захисті сільськогосподарських культур від бур'янів. В інтегрованій системі заходів контролювання небажаної рослинності провідне місце належить сівозміні, яка дозволяє позбутися спеціалізованих груп бур'янів.

Не менш важливе значення для вирішення даної проблеми в агрофітоценозах має система обробітку ґрунту, яка дозволяє зменшити кількість сегетальної форми в посівах, але бур'яни пристосовуються і мають здатність утворювати внутрішньовидові форми, екотиби, біотиби, окремі генетичної диференціації популяцій, що дає неймовірні властивості пристосуватися до зростання за умов регулярного обробітку ґрунту.

Оптимальне удобрення теж відноситься до агротехнічних заходів і сприяє утворенню сильного стеблостою культурних рослин, швидкому розвитку їх листя та росту у висоту і т.д. і тим самим одночасно сприяє пригніченню бур'янової рослинності.

Кожен із вищезгаданих факторів є важливим заходом у процесі контролювання бур'янів у посівах цукрових буряків, але тільки при їх органічному поєднанні можливо за короткий строк очистити поле від бур'янів.

2.1. Підвищення якості насіння цукрових буряків

Сучасні технології виробництва цукрових буряків неможливі без використання високопродуктивних одонасінних сортів і гібридів з високими показниками посівних якостей.

До реєстру сортів рослин України внесено 89 одонасінних сортів та гібридів цукрових буряків вітчизняної, іноземної та спільної з іноземними фірмами селекції.

На значних площах України (98 %) вирощуються одонасінні диплоїдні сорти та одонасінні гібриди, які за комплексом ознак (екологічна стабільність, стійкість до хвороб, висока потенційна продуктивність в Україні) конкурентоспроможні, адаптовані до зональних варіантів інтенсивної технології виробництва цукрових буряків. Вони забезпечують врожайність 45-70 т/га з цукристістю 17-19 % та збором цукру 10-12 т/га. Високим попитом користуються

такі високопродуктивні сорти, як Уладівський однонасінний, Білоцерківський однонасінний, Ялтушнівський однонасінний, Веселоподолянський, тощо.

На сучасному етапі розвитку буряківництва в Україні одним з найважливіших елементів індустріальної технології вирощування цукрових буряків є використання **якісного насіння**.

Переваги найкращого сорту чи гібриду не можуть бути реалізовані без використання якісного насіння, бо *“яке насіння – таке коріння”*.

Що ж являє собою структура насінництва цукрових буряків в Україні?

Селекція та насінництво в Україні включають в себе 7 дослідно-насінницьких станцій, 8 елітно дослідних господарств, підпорядкованих Інституту цукрових буряків УААН, 137 спеціалізованих насінницьких господарств системи НАЦУ “Укрцукор”, 68 господарств Мінагрополітики та 7 насіннєвих заводів.

Насінгоспи щорічно виробляють 8,5-9,0 тис. тонн насіння – сировини, 100-140 тонн еліти (на висадки).

Насінництво цукрових буряків є продовженням селекційного процесу, головним завданням якого є збереження біологічного потенціалу сорту і забезпечення високого коефіцієнта його розмноження. Велика потреба країни в насінні цукрових буряків зумовлена значними посівними площами цієї культури (понад 1,5 млн. га)

В нашій країні вирощування насіння цукрових буряків проводять прямим способом, при цьому коефіцієнт розмноження (відношення кількості вирощеного фабричного насіння до кількості висіяного базисного дорівнює 100) при вирощуванні непрямим способом – 240. Непрямий спосіб – це розсадний спосіб, який використовують в Японії, Югославії та інших країнах.

Насіннєві заводи купляють насіння – сировину, обробляють його за відповідною технологією спеціальними препаратами і продають буряковиробникам.

В сучасній складній економічній ситуації ряд комерційних структур та фізичних осіб, не маючи офіційного дозволу, купляють у насінницьких господарств насіння – сировину, готують його в примітивних умовах та продають за демпінговими цінами, що призводить до погіршення посівних якостей насіння.

При підготовці до висівання насіння на насіннєвому заводі проходить складний технологічний ланцюг:

1. грубе очищення насіння від крупних та дрібних домішок та пилу;
2. основне очищення, яке включає:
 - а) калібрування на посівні фракції;
 - б) попереднє шліфування розкаліброваного насіння;
 - в) сортування за аеродинамічними властивостями та щільністю;
 - г) дражування, інкрустування або пошарове оброблення захисними та стимулюючими речовинами.

В процесі попереднього очищення насіння цукрових буряків доводять до стану, який дозволяє виключати можливість зниження схожості під час зберігання на заводі та забезпечити найефективніше проведення основного оброблення та використання складських приміщень.

Попереднє очищення насіння здійснюють у повітряно-решітній машині, яка укомплектована набором решіт. Кожне решето має отвори однакового діаметру (від 3,2 мм до 6,5 мм).

Насіння звільняється від крупних та мілких домішок, пилу, насіння бур'янів, грудок землі, тощо. Крім того на стадії попереднього очищення насіння підсушують до рівноважної вологості і зберігають у силосах накопичення, об'ємом 25 м³, які обладнані датчиками температури та маси насіння.

Мета основного оброблення – довести насіння до світових стандартів за всіма показниками якості. Основні стадії оброблення насіння:

- 1) сепарація на посівні фракції
- 2) шліфування
- 3) подальше очищення, сортування за розмірами, щільністю, аеродинамічними властивостями, калібрування
- 4) відділення металевих домішок на магнітних сепараторах.

В процесі сепарації насіння на спеціальних машинах виділяють 4 фракції:

- 1) більше 5,5 мм
- 2) 5,5-4,5 мм
- 3) 4,5-3,5 мм
- 4) 3,5-3,2 мм

Сортування отриманих фракцій здійснюють у повітряному потоці по щільності та аеродинамічними властивостями на пневмосортувальних столах.

Шліфування виконується на спеціальних машинах. Таке оброблення дає змогу готувати насіння з такими показниками якості:

- схожість – 90...93 %
- одноростковість більше 90 %
- вирівняність – 90...95 %
- чистота більше 99 %

Каліброване підготовлене насіння пакується у м'які контейнери 90х90х130 см з яких формується партія насіння та аналізується в незалежній, контрольно-насіннєвій лабораторії, акредитованій у Мінагрополітики України.

Насіння цукрових буряків, яке за всіма показниками відповідає вимогам ГОСТ 10882-97 обробляється захисно-стимулюючими речовинами та фасується у чотиришарові паперові мішки масою нетто по 1 та 20 кг.

Склад композиції для оброблення насіння цукрових буряків встановлюється в Інституті цукрових буряків в кожному окремому випадку для певної зони, регіону або господарства з розрахунку на одну посівну одиницю. Одна посівна одиниця (п.о.) містить 100 тис. насінин.

Всі компоненти для оброблення насіння супроводжуються відповідними сертифікатами. Застосовуються такі хімічні речовини:

I – Інсектициди:

- 1) Фурадан 35 % 35-65 мг/п.о.
- 2) семафор 20 % 3 мл/п.о.
- 3) Круізер 35 % 8-20 мл/п.о.

II – Фунгіциди:

- 1) Тачигарен 70 % 3-4,5 мл/п.о.

- 2) Роял ФЛО 48 % 6,0 мл/п.о.
- 3) Апрон XL 35 % 1,5-3 мл/п.о.

III – Регулятори росту:

- 1) Бетастимулін 5,1 % 0,023 мл/п.о.
- 2) Біотрансформатор 0,023 мл/п.о.

Крім того використовують також:

Плівкоутворювач (клей) Марс EL – 0,30 г/п.о.

Вода мл/кг насіння – 10.

Оброблення насіння захисно-стимулюючими речовинами може бути:

- 1) мокре і сухе протруювання хімічними речовинами, щоб запобігти знищенню насіння шкідниками при висіванні його у ґрунт.
- 2) інкрустація – протруювання насіння, при якому захисно-стимулюючі препарати закріплюються клейкими речовинами на поверхні насіння.
- 3) Дражування – комплексний прийом, який включає нанесення на насіння інертних органічних і мінеральних речовин з метою створення рівномірно кулькоподібної форми для кожної насінини, що забезпечує найбільш точне розміщення насіння в рядку. Таке насіння має більш високу схожість і меншу вразливість шкідниками, але воно вразливе до недостатньої аерації ґрунту та його перезволоження.

Розглянемо деякі поняття якісних показників насіння цукрових буряків:

- 1) **Вирівняність** – відношення кількості насіння заданого розміру до загальної кількості, %.
- 2) **Схожість насіння** – це відношення пророщеного насіння в лабораторних умовах на фільтрувальному папері до загальної кількості аналізованого насіння, %. Кількість нормально пророслого насіння на четверту добу визначає енергію проростання, а на десяту – його схожість, при підрахунках беруть середнє арифметичне 4-х проб насіння.
- 3) **Виповненість** – відношення недостатньо розвинених, нежиттєздатних рослин до загальної кількості насіння, %.
- 4) **Доброякісність** – відношення лабораторної схожості до його виповненості.

Вимоги ДСТУ до якості насіння

Показники	Норма для насіння	
	Недражованого	Дражованого
Схожість, % не менше	80	90
Одноростковість, % не менше	85	95
Вирівняність, % не менше	85	94
Доброякісність	98	99
Інші рослини, % не більше	0,2	–
Бур'янів, не більше	0,1	–
Вологість, %	14,5	10

Спеціалізовані по цукровим бурякам контрольно-насіннєві лабораторії, на основі отриманих результатів лабораторних аналізів насіння, видають *відповідні документи*, щодо їхньої посівної якості:

- 1) сертифікат про кондиційність насіння цукрових буряків;
- 2) результат аналізу насіння.

Документ *“Сертифікат про кондиційність насіння”* видається на партію насіння, посівні якості якого відповідають встановленим вимогам до якості насіння. Термін дії цього посвідчення встановлюють: для насіння з вологістю до 14,5 % – 4 місяці, більше 14,5 % – 2 місяці.

Термін придатності насіння до використання може бути подовжений, якщо повторні лабораторні аналізи на схожість і вологість насіння доведуть його кондиційність. В цьому випадку в доповнення до раніше отриманого *“Сертифікату про кондиційність насіння”* видається *“Результат аналізу насіння”* з визначенням терміном його дії.

Кожна партія насіння-сировини при його реалізації супроводжується карантинним сертифікатом, який видається державною карантинною службою за місцем його відпуску, актом апробації насінників і копією атестату на еліту.

Для придбання насіння господарство, при наявності дозволу на право займатися насінництвом цукрових буряків, заключає з державним підприємством "Торговий дім ІЦБ" два договори:

- 1) **договір купівлі-продажу еліти;**
- 2) **договір на використання сорту (гібриду).**

Умови-продажу є однаковими для всіх суб'єктів господарювання. Державним підприємством "Торговий дім ІЦБ" разом з передачею насіння еліти надається атестат, який містить відомості про категорію насіннєвого матеріалу, необхідну агротехнологічну та іншу документацію, яка включає дані щодо морфологічних, біологічних та інших особливостей сорту (гібриду), агротехнічні прийоми вирощування, перелік сільськогосподарських машин та пристосувань до них, що застосовуються в процесі вирощування, тощо.

Організація та здійснення **державного контролю** покладається на Головного державного інспектора України з насінництва – начальника Української державної насіннєвої інспекції, а також на головних державних інспекторів з насінництва Автономної Республіки Крим, областей та районів, які контролюють додержання суб'єктами насінництва методичних та технологічних вимог, дають рекомендації щодо ведення насінництва, контролюють проведення апробації посівів, якість підготовленого до реалізації насіння. Спеціалісти інспекції можуть накладати на винних осіб адміністративні стягнення за порушення вимог Закону України "Про насіння і садивний матеріал" і діючих нормативних актів, мають право призупиняти або забороняти реалізацію будь-якого насіння, якщо під час перевірки виявлено невідповідність його якісних показників нормативним документам, порушувати клопотання про позбавлення права на виробництво та реалізацію насіння при порушенні Закону та нормативних документів, які регламентують діяльність у насінництві. У разі невідповідності якості посіву вимогам нормативних документів він вилучається із числа насіннєвих, а одержане

насіння не може використовуватися на посівні цілі. При цьому насіння, яке не може бути використане на кормові цілі, знищується під наглядом державного інспектора з насінництва за рахунок власника насіння.

Такі основні якості насіння цукрових буряків, як належність до зареєстрованого сорту (гібриду) та відповідність за сортовою чистотою і посівними якостями вимогам Державного стандарту України, визначаються апробацією посівів.

2.2. Вирощування насіння цукрових буряків

В Україні паралельно функціонують два способи вирощування насіння цукрових буряків: висадковий і безвисадковий. При цьому основні технологічні процеси виробництва насіння цукрових буряків однонасінних сортів і ЧС-гібридів однакові. Перспективним способом вирощування насіння вважається безвисадковий. Застосування його на відміну від висадкового дає можливість зменшити обсяги технологічних операцій у 2...3 рази. За рахунок цього скорочується і цикл вирощування насіння з 24 до 12 місяців. Насіння цукрових буряків безвисадковим способом вирощують на зрошуваних землях Автономної Республіки Крим, південних районів Одеської та Херсонської областей. Посівні площі цієї культури в перелічених регіонах щорічно збільшуються і за обсягами виробництва вже випереджають висадкове насінництво.

Проте, головною перевагою безвисадкового способу насінництва є отримання високоякісного насіння, обумовлене тим, що в районах вирощування насіння безвисадковим способом, в період цвітіння, дозрівання, збирання врожаю створюються найсприятливіші умови за сумою ефективних температур і сонячної інсоляції, що в поєднанні зі зрошенням дає можливість отримати насіння з високою схожістю і доброякісністю.

Суть безвисадкового способу полягає в тому, що маточні коренеплоди восени не викопують, а залишають на зиму у ґрунті. Сприятливі метеорологічні фактори, а саме: висока середньодобова температура, невисока відносна вологість повітря, незначна кількість опадів і висока сонячна інсоляція в період дозрівання насіння у поєднанні із зрошенням дають змогу одержувати в південних районах України високоякісне насіння цукрових буряків зі схожістю сировини 83...95%. Насіння, вирощене в цій зоні, відрізняється також і вищою енергією проростання, при цьому енергія проростання і схожість максимально наближені за показниками одна до одної. Крім того, це насіння характеризується, як правило, більшою масою власне насіння і меншою масою 1000 плодів, а також нижчою вологістю порівняно з насінням, вирощеним висадковим способом в центральних районах України. Слід відмітити, що насіння, вирощене безвисадковим способом у південних районах, більш вирівняне і являє собою переважно одну фракцію 3,5...4,5 мм, тоді як у центральних районах – дві фракції: 3,5...4,5 і 4,5...5,5 мм.

Однією з головних умов інтенсивної технології вирощування насіння безвисадковим способом є правильне розміщення його у сівозміні. Кращими попередниками безвисадкових насінників є: озимі на зелений корм, однорічні трави, горох, кукурудза на зелений корм і ранній силос, рання картопля, овочі і

інші культури ранніх строків збирання. Небажаними попередниками є озимі зернові культури.

Оптимальні строки сівби для вирощування насіння цукрових буряків без висадковим способом – третя декада серпня, збирання врожаю – на початку вересня наступного року. Кліматичний фактор в цих регіонах забезпечує збереження рослин у зимовий період на рівні 70...100%, що підтверджує високу ефективність вирощування насіння в Криму, Одеській і Херсонській областях.

Дослідження українських науковців показали, що краще збереження рослин у зимовий період одержують, коли сіють з міжряддями 45 см, чи стрічкою (50 + 20 см), висіваючи 25 плодів на 1 пог. м рядка, або – з вузькими міжряддями (22,5 см) і нормою висіву – 12 плодів на 1 пог. м рядка. При цьому у 1,5...4 рази зменшується забур'яненість посівів.

2.2.1. Особливості висадкового способу вирощування насіння

Інтенсивною технологією виробництва насіння висадковим способом передбачено розміщення маточних буряків і насінників у сівозміні після кращих попередників, дотримання просторової ізоляції між посівами маточних цукрових буряків і насінників, між насінниками різних сортів і гібридів.

У зоні достатнього зволоження маточні буряки розміщують після озимих зернових, що висіваються після багаторічних трав однорічного використання, гороху та зайнятого пару. У зоні нестійкого зволоження маточні буряки висівають після озимих культур, попередником яких були чистий пар, кукурудза на зелений корм чи багаторічні трави однорічного використання. У зоні недостатнього зволоження маточні буряки вирощують після озимої пшениці, сіяної після чистого пару або однорічних чи багаторічних трав однорічного використання.

Оскільки при вирощуванні маточних буряків важливіше значення має отримання необхідної кількості коренеплодів з одиниці площі, ніж їх маси, то всі заходи по догляду повинні бути спрямовані на збереження високої густоти рослин та рівномірності їх розміщення.

Маточні буряки збирають з настанням стійкого похолодання при середньодобовій температурі повітря 6...8 °С. Збирання маточних буряків слід закінчити до 20 жовтня.

Підготовлені до зберігання коренеплоди укладають у спеціальні підготовлені траншеї для кагатування, присипають дрібногрудкуватою землею.

У сівозміні насінники розміщують після тих самих попередників, що і маточні буряки. При розміщенні насінників у сівозміні передбачають просторову ізоляцію:

- між насінниками цукрових буряків і насінниками кормових, столових та напівцукрових – не менше 10 км;
- між насінниками гібридів однієї біологічної форми (диплоїдні чи поліплоїдні) – не менше 3 км, різних форм – 5 км;

Садіння коренеплодів проводиться згідно з рекомендаціями селекціонерів за співвідношенням: однонасінного чоловічого стерильного компоненту та багатонасінного запилювача диплоїдних гібридів становить 4:1 (16 рядків

материнського і 4 – батьківського компонентів), а триплоїдних гібридів – 3:1 (12 рядків материнського і 4 – батьківського компонентів).

Садіння маточних коренеплодів необхідно здійснювати у ранні строки. Для забезпечення нормальної густоти насадження застосовують садіння за схемою 70 x 60 см, 70 x 55 см та 70 x 50 см. Коренеплоди масою до 150 г висаджують за схемою 70x35 см. Дозрівання насіння буряків визначають за побурінням плодів, появі вишнево-червоного забарвлення оболонки насіння, а також борошністості перисперми насіння на перерізі.

2.2.2. Апробація репродукційних і маточних посівів

Апробацію репродукційних і маточних посівів сортів-популяцій, гібридів (роздільно за компонентами) проводять у період з 20 по 30 вересня. Апробація здійснюється в присутності представників селекційної установи – оригінатору сорту (гібриду) та господарства.

До початку польової апробації перевіряють сортові документи на висіане насіння:

- ліцензійну угоду з власником сорту (лінії);
- атестат на насіння, виданий насіннєвим заводом або ДСС;
- посвідчення державної насіннєвої інспекції або контрольно-насіннєвої лабораторії, яке підтверджує відповідність висіаного насіння вимогам діючих стандартів та відсутність порушень авторських прав.

За наявними документами апробатор перевіряє також дотримання правил збереження сортової чистоти насіння, підготовки до сівби, встановлює ступінь його ураження хворобами, пошкодження шкідниками, гризунами, площу посіву по відділках, агротехніку, забур'яненість посівів.

Дані щодо огляду посівів, визначення ступеня розвитку коренеплодів, пошкодження їх шкідниками та хворобами заносяться апробатором у журнал. Визначається загальна кількість коренеплодів на 1 га, коефіцієнт виходу посадочних коренеплодів.

За результатами апробації складається Акт апробації за формою, затвердженою Міністерством аграрної політики України. В результаті апробації посівів визнається можливість віднесення апробованих посівів до категорії репродукційних або маточних буряків.

Посіви відносяться до категорії репродукційних або маточних, якщо внаслідок апробації встановлено:

- густина посівів становить не менше 140 тис./га рівномірно розміщених рослин;
- посіви не уражені карантинними хворобами.

2.2.3. Апробація висадкових насінників

Апробацію висадкових насінників проводять на початку досягання насіння, а насінників компонентів гібридів на стерильній основі, крім того, і на початку масового цвітіння.

До проведення польової апробації апробатор перевіряє документи на посадковий матеріал: акти апробації маточних (репродукційних) буряків, кагатних журналів і акти на посадку коренеплодів, з'ясовує дотримання норм просторової ізоляції, встановлює площі насінників, їх агротехніку та дотримання рекомендованої схеми розміщення компонентів на ділянках гібридизації.

Стерильність та однонасінність ЧС компонента диплоїдного і триплоїдного гібрида визначають на початку масового цвітіння насінників. У цей час вивчається також рівномірність розвитку, цвітіння та густота рослин запилювача. Перед збиранням базисного і гібридного насіння апробують насінники лише материнського (ЧС) компонента, оскільки рослини запилювача батьківського типу та багатонасінного компонента після цвітіння знищуються.

Для визначення фракційного складу, доброякісності, енергії проростання, схожості і очікуваного виходу кондиційного насіння на ділянках площею 5 м² збирають насінники і, після їх обмолоту, відбирають проби насіння для аналізу.

За результатами польового обстеження насінників в присутності представників селекційної установи-оригінатора сорту (гібриду) і господарства складаються Акти апробації, в яких відображаються: назва гібриду, сорту, компоненту; місце вирощування, рік врожаю та репродукція висіяного насіння; атестат на насіння; площа насінників; просторова ізоляція; попередник; передпопередник; внесення органічних та мінеральних добрив; терміни посадки; схема посадки компонентів гібридів; площа живлення; забур'яненість посіву; загальний стан насінників; стерильність та однонасінність компонентів ЧС; дані польового аналізу; ураження хворобами; пошкодження шкідниками.

При заповненні Акта апробації насінників у розділ "Пропозиції апробатора" апробатор на підставі отриманих матеріалів польового обстеження насінників робить висновки про:

- знищення запилювачів після цвітіння;
- дотримання просторової ізоляції;
- обов'язкове проведення негативного добору на насінниках при вирощуванні базисного насіння
- окреме збирання, обмолот і очищення насіння з осередків, уражених хворобами;
- знищення карантинних та інших бур'янів, насіння яких важко відокремлюється при очищенні вороху.

В результаті апробації визначається категорія посівів. До базисного відносять насіння, якщо при його апробації встановлено: репродукційні буряки були посіяні передбазисним до гібридного, маточні буряки – базисним насінням компонентів схрещування, до фабричного насіння сортів-популяцій – якщо маточні буряки посіяні насінням еліти.

Якщо насінники мають відхилення по одному із показників, апробатор разом з селекціонером (за необхідності – із залученням фітопатолога) роблять висновок про вибраковування насіння цієї категорії.

2.2.4. Апробація безвисадкових насінників

Апробацію безвисадкових насінників проводять чотири рази:

- восени – перед зимівлею (орієнтовно 5 – 15 листопада);
- весною – на початку фази розетки листків;
- на початку масового цвітіння;
- перед збиранням.

Підготовчі роботи та польове обстеження безвисадкових насінників здійснюється так само, як і маточних буряків та насінників при вирощуванні насіння висадковим способом. За результатами польового обстеження насінників в присутності представників селекційної установи-оригінатора сорту (гібриду) і господарства складається Акт апробації безвисадкових насінників перед зимівлею та після перезимівлі.

В Акті апробації безвисадкових насінників перед зимівлею відображається: назва гібриду, сорту, компоненту; місце вирощування, рік врожаю та репродукція насіння; атестат на насіння; площа посіву; спосіб сівби; ширина міжрядь; норма висіву насіння, попередник; передпопередник; внесення органічних та мінеральних добрив; схема посіву компонентів ЧС гібрида; строки сівби; забур'яненість; ураження хворобами, шкідниками; проведення поливів та розпушування ґрунту; загальний стан посіву; дані підрахунку густоти при обстеженні; дані підрахунку густоти та аналізу викопаних проб; розподіл викопаних коренеплодів ЧС компонента та запилювача за масою до 10 г, 10...30 г, 30...50 г, більше 50 г; кількість рослин з ознаками кормових, столових буряків;

В Акті апробації безвисадкових насінників цукрових буряків після перезимівлі відображається: назва гібриду, компоненту, сорту; строки сівби; схеми посіву компонентів гібриду; стан безвисадкових насінників після перезимівлі з зазначенням площі посіву, площі збережених після перезимівлі посівів, причин загибелі; дані підрахунку густоти при польовому обстеженні; зведені дані підрахунку насінників (загальна довжина рядків, кількість підрахованих рослин на 1 м рядка, загальна довжина рядків на 1 га, середня кількість рослин на 1 га); кількість рослин з ознаками кормових, столових буряків на 1 га.

За результатами апробації визначається категорія посівів. Безвисадкові насінники вибраковують, якщо густина після перезимівлі становить менше 50 тис./га нерівномірно розміщених на площі рослин. При заповненні Актів апробації насінників у розділі "Пропозиції апробатора" апробатор на підставі отриманих матеріалів польового обстеження насінників дає рекомендації щодо поліпшення стану насінників чи пересіву площ іншими культурами.

Керівник господарства знайомиться з результатами висновків обстеження насінників, репродуктивних і маточних посівів сортів-популяцій і гібридів цукрових буряків, після чого дає гарантійне зобов'язання щодо збереження сортових якостей насіння, починаючи від збирання врожаю до його реалізації, виконання пропозицій апробатора, доведення до норм посівного стандарту та зберігання урожаю окремо від урожаю загальних посівів.

2.3. Досягнення і перспективи захисту цукрових буряків від хвороб та шкідників під час їх вегетації

Вітчизняними селекціонерами створені нові високопродуктивні сорти і гібриди цукрових буряків з біологічним потенціалом урожайності 50-60 (реально 20-50 т/га), цукристості 18-19 % і збором цукру – 10-12 т/га, які не поступаються закордонним.

Розроблена і запропонована виробництву українська інтенсивна технологія вирощування і збирання цукрових буряків, складовими якої є:

- 1) науково - обґрунтована система землеробства;
- 2) використання високопродуктивних сортів і гібридів насіння цукрових буряків, стійких до несприятливих кліматичних і погодних умов та хвороб;
- 3) система інтегрованого захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб;
- 4) удосконалене технічне забезпечення всіх технологічних процесів вирощування цукрових буряків.

У відповідності з українською інтенсивною технологією вирощування цукрових буряків потрібно:

1. у серпні-вересні провести глибоку оранку (на 28-30 см) ґрунту.
2. 1 раз на 4 роки проводити вапнування площ посіву цукрових буряків з розрахунку 3-4 т сухого вапна на 1 га.
3. Насіння цукрових буряків слід отримувати тільки через цукрові заводи, які гарантують схожість не менше 90 %, а також захищеність його від хвороб та шкідників.
4. Здійснити посів цукрових буряків в період з 4 по 20 квітня, коли земля прогріється на 5-10 °С. Сіяти насіння слід на глибину 2-3 см на ущільнений ґрунт, закривати насіння добре розпушеним шаром ґрунту. Цим досягається гарне водне живлення і легке формування надземної частини рослин.
5. Густота посіву: на 1 га рекомендується висівати 2,5 посівних одиниць насіння (1 посівна одиниця = 1,3-1,4 кг = 100 тис. штук насінин). До збирання на 1 га має бути 100-120 тис. штук коренів при масі 1 кореня 500-900 г (50-70 т/га). Для боротьби з бур'янами застосовують гербіциди, як то: бетанолаф та бетаном прогресивні проти лободи, щириці та інших речовин.

2.3.1. Система використання добрив у виробництві цукрових буряків

У загальній сумі факторів, які визначають приріст урожайності цукрових буряків за оптимальних умов агротехніки, близько 50% припадає на добрива. Йдеться про необхідний якісний і кількісний склад системи добрив – органічних, мінеральних, вапняних чи гіпсових. Мінеральні добрива - це найефективніший і найдійовіший засіб підвищення врожайності цієї культури.

Існуючі рекомендації щодо застосування добрив під цукрові буряки передбачають оптимізацію мінерального живлення культури і підвищення її продуктивності, а також збереження родючості ґрунту. Результатами численних польових дослідів доведено, що частка основного добрива, яке вноситься восени під глибоку оранку, повинна становити 70...90% річної норми залежно від зон зволоження і тільки 10...30% її може бути використано у весняно-літній період.

За умов різкої нестачі фосфорних та калійних добрив допускається тимчасове перевищення на 30...40% річної дози головного добрива – азоту над фосфором та калієм, але лише при умові середнього чи підвищеного рівня забезпеченості

грунту цим елементом живлення. Інститут цукрових буряків УААН рекомендує середні орієнтовні річні дози добрив залежно від рівня врожайності, зони зволоження, типів ґрунтів та їх відмін і забезпеченості ґрунту рухомими формами елементів живлення.

Таблиця 2.1.

Зони зволоження і запланована врожайність	Ґрунти	Елементи живлення, кг/га		
		N*	P ₂ O ₅	K ₂ O
	Чорноземи			
Достатнього (40,0...50,0 т/га)	типові, вилугувані	160	170	160
	темно-сірі лісові і опідзолені	170	160	200
	сірі лісові	180	150	200
	Чорноземи			
Нестійкого (35,0... 40,0 т/га)	типові, вилугувані	120	150	150
	темно-сірі лісові і опідзолені	140	140	190
	сірі лісові	160	130	170
	Чорноземи			
Недостатнього (30,0...40,0 т/га)	типові, вилугувані	110	140	100
	темно-сірі лісові і опідзолені	130	120	150
	сірі лісові	140	120	150

* Норми азоту в ланці з багаторічними травами і чистим паром доцільно зменшити на 30% у зоні недостатнього і нестійкого зволоження і на 40% - у зоні достатнього зволоження

2.3.2. Захист цукрових буряків від хвороб

Останнім часом причинами низької врожайності цукрових буряків, поряд з організаційними та агротехнічними недоробками, є складні погодні умови, які, окрім негативного впливу на ріст рослин, значно стимулюють розвиток хвороб листового апарату та кореневої системи.

Значне падіння рівня землеробства, а саме: збільшення насичення сівозмін буряками, нестача необхідних добрив, внесення мінеральних елементів живлення без дотримання відповідного співвідношення не тільки погіршують стійкість рослин до ураження тим чи іншим патогеном, а й сприяють накопиченню шкідливих мікроорганізмів у ґрунті. Наприклад, при повторному висіві буряків на одному і тому ж місці або при перерві лише один рік, у ґрунті Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції (зона достатнього зволоження) кількість грибів – збудників коренеїду, зокрема фузаріїв, збільшилась майже

вдвічі порівняно з поверненням через чотири роки, що посилює розвиток хвороби з 43% до 66%.

Частота повернення буряків на попереднє місце не впливала не тільки на розвиток коренеїду, а й на формування кількісного складу мікроміцетів у ґрунті, в тому числі і збудників коренеїду.

Накопиченню біоти у ґрунті, в тому числі і патогенних видів, по-різному сприяли попередники та передпопередники цукрових буряків. Так, на Верхняцькій ДСС при висіві цукрових буряків у ланці багаторічні трави => озима пшениця => буряки розвиток коренеїду посилюється в 2,2 рази та майже в 1,5 рази збільшилась кількість збудників захворювання порівняно з ланкою чорний пар => озима пшениця => цукрові буряки.

Для запобігання поширенню інфекції у ґрунті, розвитку коренеїду, а в подальшому - і гнилей коренеплодів слід проводити спеціальну обробку ґрунту. Також відомо, що у багатьох регіонах бурякосіяння застосування плоскорізів сприяє накопиченню шкідливої мікобіоти, яка посилює розвиток хвороб кореневої системи цукрових буряків, що теж має бути враховане.

На розвиток хвороб цукрових буряків істотно впливають і погодні умови: температура та вологість як ґрунту, так і повітря. Це пояснюється тим, що інфікованість насіння залежить від умов, у яких воно вирощується. Здебільшого насіння, вирощене у різних регіонах, інфікується грибами по-різному, особливо – темноколірними видами, характерною ознакою яких є здатність уражувати зародок насінини ще в польових умовах. Наявність інфекції на посівному матеріалі і прямий контакт тканин насіння з патогенами є однією з основних причин загибелі сходів та дорослих рослин від загнивання. Радикальним заходом захисту сходів цукрових буряків від коренеїду є оброблення насіння фунгіцидами.

Застосування хімічних препаратів з широким спектром впливу на систему патоген – рослина пригнічує розвиток шкідливих мікроміцетів і підвищує стійкість рослин до захворювання. Тому, правильний вибір фунгіциду для обробки насіння з урахуванням видового складу патогенів – збудників хвороби в конкретній зоні бурякосіяння є головною передумовою зниження ураженості посівів коренеїдом.

Іноді ураженість сходів цукрових буряків цією хворобою у слабкому ступені веде до інфікованості молодих рослин грибами ще на початку їх активної вегетації. При несприятливих погодних умовах в судинах таких рослин активно розвиваються мікроміцети, спричинюючи їх некроз і, навіть, загнивання коренеплодів. Нерідко після дощів у червні спостерігається масове ураження коренеплодів фузаріозною і бурою гнилями.

Істотний вплив на ураженість рослин хворобами має фітосанітарний стан полів. Так, при обстеженні посівів цукрових буряків у господарствах Черкаської області було виявлено до 50% коренеплодів, уражених паршою звичайною та 30% - фузаріозною гниллю. Результати аналізів ґрунтів у цих господарствах показали надзвичайно високу їх інфікованість. На деяких площах з 1 г абсолютно сухого ґрунту було виділено до 1,3 млн. спор фітопатогенних бактерій роду *Xantomonas*, у інших – 1,75 млн. спор та грибів з родів *Penicillium*, *Fusarium*, *Alternaria* та інших, які підсилювали загнивання коренеплодів.

За складних погодних умов, що мали місце в останні роки, особливо чутливими до ураження коренеплодів гнилями є гібриди іноземної селекції, які менш пристосовані до особливостей бурякосіяння в Україні. Ці гібриди краще використовувати в господарствах з високою культурою землеробства, які мають хороший фітосанітарний стан полів та відповідне матеріально-технічне забезпечення.

У літній період листки цукрових буряків уражуються значною кількістю хвороб, з яких найбільш шкідливими в Україні є церкоспороз та борошниста роса.

Сприятливі умови для поширення церкоспорозу створюються при відносній вологості повітря понад 70% і температурі 25°C. Інтенсивніший розвиток хвороби спостерігається в роки з чергуванням сухої, спекотної та помірно-теплої і вологої погоди, а також при інтенсивних ранкових росах. Багаторічні спостереження на Білоцерківській ДСС показали, що епіфітотії цієї хвороби проявляються без певної циклічності, а тісна кореляція спостерігається лише між розвитком хвороби і специфічними погодними умовами. Сильно уражені церкоспорозом листки відмирають, натомість рослина утворює нові, витрачаючи на це значну кількість пластичних речовин, що зумовлює менший вміст цукру і врешті веде до недобору 10 т і більше цукрових буряків з гектара. Тому, без надійного захисту посівів від цієї хвороби втрачається значна частина врожаю коренеплодів, цукру і особливо – гички. Своєчасне і якісне обприскування посівів фунгіцидами дозволяє уникнути значного поширення цих хвороб і попередити втрати урожаю та зниження якості цукросировини.

Так, виробниче випробування препарату Фундазол 50% з.п., на Білоцерківській ДСС показало, що застосування даного фунгіциду на посівах цукрових буряків зумовлює збільшення маси коренеплодів на 5,7...6,6 т/га та їх цукристості на 0,2...0,7%. Ефективність дії Фундазолу 50% з. п. (6 л/га) проти церкоспорозу на цукрових буряках наведена у таблиці 3:

Таблиця 2.2.

Варіант	Уражено церкоспорозом		Урожай коренів, т/га	Цукристість, %	Урожай гички, т/га
	Розвиток хвороби, %	Середній бал ураження			
		10.09.2001			
Контроль	36,5	1,45	41,5	14,3	22,5
Фундазол	13,7	0,55	47,5	15,0	46,9
		21.10.2001			
Контроль	60,3	2,4	42,1	14,7	16,7
Фундазол	23,2	0,93	52,7	16,8	35,3

Крім церкоспорозу немалої шкоди посівам буряків завдає і ураження листків борошнистою росою. Ознаки захворювання: листки вкриваються білим нальотом спочатку локально, а потім наліт вкриває весь листок і стебла. При ранньому розвитку захворювання втрати урожаю становлять 20...25%. Розвитку борошнистої роси сприяє суха і жарка погода.

Своєчасне обприскування посівів хімічними препаратами, в тому числі Фундазолом 50% з. п. (0,6...0,8 л/га) дозволяє запобігти значному ураженню цією хворобою посівів культури і, відповідно, зниження її продуктивності.

Варто зазначити, що рослини буряків одночасно уражуються не однією, а декількома хворобами у різних співвідношеннях. Щоб попередити розвиток хвороб, неприпустиме запізнення з заходами, якими подавляються збудники, що їх викликають.

2.3.3. Захист сходів цукрових буряків від шкідників

Як відомо, основні шкідники сходів цукрових буряків на території України розповсюджені нерівномірно. Такі фітофаги як дротяники, бурякові блішки, сірий буряковий довгоносик та деякі інші розповсюджені в усіх районах бурякосіяння, а звичайний, східний, смугастий, білуватий довгоносики, бурякова крихітка, щитоноски, окремі види пластинчатовусих тощо – тільки в окремих. Накладаючи на карту республіки ареали шкодочинності цих фітофагів сходів цукрових буряків, у зоні бурякосіяння України можна визначити райони з характерними фауністичними комплексами шкідників:

- у північно-західній частині зони бурякосіяння (Рівненська і Волинська області, північні райони Львівської, Тернопільської і Хмельницької областей, центральні райони Житомирської області) основними шкідниками сходів цукрових буряків є дротяники, бурякові блішки, сірий буряковий довгоносик, щитоноски, травневий хрущ, мертвоїди;

- у західному регіоні (Чернівецька і Івано-Франківська області, центральні і південні райони Львівської, Тернопільської і Хмельницької областей, південні райони Житомирської області, північні і центральні райони Київської та Черкаської областей) дротяники, бурякова крихітка, бурякові блішки, сірий буряковий довгоносик, щитоноски, травневий і червневий хрущі;

- у центральній зоні (центральні і південні райони Чернігівської області, східні райони Київської і Черкаської областей, західні райони Полтавської області) – дротяники, бурякові блішки, звичайний, білуватий, смугастий, сірий буряковий довгоносики, щитоноски, травневий і червневий хрущі, у південному регіоні (південні райони Вінницької, Черкаської областей, західні райони Кіровоградської області, північні райони Одеської, Миколаївської областей) – дротяники, несправжні дротяники, личинки хрущів, звичайний, білуватий, смугастий, сірий буряковий довгоносики, бурякові блішки, щитоноски, бурякова крихітка, піщаний медляк;

- у південно-східному регіоні (Сумська, Харківська, Дніпропетровська області, центральні і східні райони Кіровоградської і Миколаївської областей і центральні райони Одеської області) – дротяники, бурякові блішки, звичайний, східний, білуватий, смугастий, сірий буряковий довгоносики, хрущі, жук-кравчик.

Кожний з цих районів із специфічним фауністичним комплексом відрізняються між собою не тільки видовим складом фітофагів сходів цукрових буряків, але і їх чисельністю та ступенем пошкодження ними рослин. Наприклад, у північно-західному і західному районах чисельність основних шкідників нижча,

ніж в інших регіонах, за виключенням бурякової крихітки у західному районі, щільність якої у 4 рази перевищує економічний поріг її шкодочинності.

Рівень пошкодження сходів цукрових буряків фітофагами також значно коливається по районах бурякосіяння. Так, сумарний коефіцієнт пошкодження рослин фітофагами у північно-західному районі у 3 рази, а у західному – в 2 рази менший, ніж у південному.

Значення фітофагів, які входять у той чи інший комплекс основних шкідників сходів цукрових буряків, також неоднакове. Як правило, в кожному районі виділяються один чи два домінуючих види комах, які найнебезпечніші для сходів цукрових буряків.

Так, у північно-західному районі найбільш шкодочинними є дротяники і бурякові блішки, на долю яких приходить відповідно 33 % і 30 % від загального обсягу пошкодження рослин основними шкідниками. У західному районі на першому місці знаходяться бурякова крихітка і дротяники (відповідно 24% і 23% пошкоджених рослин), у центральному, південному і південно-східному – звичайний, східний смугастий і білуватий бурякові довгоносики (32...44%), дротяники і несправжні дротяники (18...25%).

Таким чином, районування фауністичних комплексів основних фітофагів в зоні бурякосіяння України є однією з передумов диференційного підходу до розробки наукових основ і технології захисту сходів цукрових буряків від них. У даному напрямі проводились чисельні дослідження з оцінки впливу основних прийомів агротехніки на щільність фітофагів, визначалась ефективність нових інсектицидів та різних способів їх застосування проти шкідливих комах, вивчалась можливість широкого використання для цієї мети токсикації сходів даної культури системними препаратами при обробці ними насіння, уточнювалась біологія багатьох шкідливих членистоногих.

В Інституті цукрових буряків та мережі його дослідно-селекційних станцій постійно здійснюються дослідження з даних питань. Наприклад, вивчення впливу прийомів агротехніки на Веселоподільській дослідно-селекційній станції, показали, що попередник цукрових буряків відчутно впливає на чисельність дротяників, пластинчатовусих жуків і інших шкідників даної культури. Найбільша кількість личинок коваликів виявлена на полях, де попередником цукрових буряків були багаторічні трави і кукурудза на силос.

Таблиця 2.3.

**Вплив попередника цукрових буряків на чисельність дротяників
(на прикладі Веселоподільської дослідно-селекційної станції)**

Попередник	Щільність дротяників, екз./м ² у роки:				середнє
	1992	1993	1994	1995	
Багаторічні трави	2,7	4,5	4,2	5,5	4,2
Кукурудза на силос	3,9	2,9	4,3	5,5	4,1

Чорний пар	0,8	1,2	1,1	1,8	1,2
Озима пшениця	2,9	1,9	2,7	3,0	2,6

Чисельність дротяників на цих плантаціях була в 3,4-3,5 рази більшою порівняно з чорним паром.

Зменшення чисельності шкідників на парових полях при доброму за ними догляді пояснюється тим, що тут практично відсутня рослинність, створюються несприятливі умови для відкладення яєць самками коваликів і розвитку усіх стадій цих членистоногих. Значну роль у зниженні чисельності дротяників відіграють механічні обробки парів, які травмують комах.

Поля з багаторічними бобовими і злаковими травами, навпаки, забезпечують сприятливі умови для відкладання яєць комахами і розвитку усіх їх стадій. Ці поля менше підлягають механічним обробкам порівняно з полями, зайнятими просапними культурами і чорним паром.

Крім дротяників, за даними дослідних установ Інституту цукрових буряків, такі попередники як багаторічні трави і кукурудза на силос сприяють накопиченню пластинчатовусих жуків після кукурудзи на силос – у 3...4 рази, багаторічних трав – у 2...2,5 рази, озимої пшениці (озимі по озимих) – у 2 рази, сірого бурякового довгоноса після багаторічних трав – у 10 разів, після озимої пшениці – у 3 рази порівняно з чорним паром.

При вивченні впливу різних способів основного обробітку ґрунту на чисельність шкідників визначалась роль плоскорізного обробітку ґрунту, оранки з оборотом пласта, а також комбінованого способу, коли під цукрові буряки проводиться глибока оранка з оборотом пласта на глибину 30...40 см, а під інші культури сівозміни – плоскорізне рихлення ґрунту.

Крім того, окремо вивчався вплив ярусного обробітку ґрунту на щільність личинок коваликів та інших шкідливих комах.

Встановлено, що глибоке плоскорізне рихлення ґрунту сприяє накопиченню дротяників, щільність яких на цьому варіанті дослідів була в 1,4... 1,8 рази вищою порівняно з іншими дослідними ділянками.

Порівняно з плоскорізним рихленням ґрунту під усі культури комбінований обробіток ґрунту забезпечує зниження щільності дротяників на 17...22%, пластинчато-вусих жуків – в 1,7...1,8 рази; на варіантах з застосуванням відвальної оранки виявлено найменшу щільність личинок коваликів – 2,5 проти 4,6 екз./м² на варіанті з плоскорізним рихленням.

Відомо, що добрива проявляють складний і різнобічний вплив на фізико-хімічні властивості ґрунту, на фізіологічний стан рослин. Тому їх вплив на 3 м шкідників, які розвиваються на рослинах і які живуть у ґрунті, також досить складний і різнобічний.

Зміни у рослинах під впливом добрив можуть проявлятися у привабливості до них шкідників, або справляти репелентну дію. Реакція шкідливих комах на біохімічний склад корму проявляється у зміні їх виживання, плодючості, складу популяції, маси, розмірів, швидкості росту.

Встановлено, що вплив мінеральних добрив на комах виражається як у прямій токсичній дії окремих добрив, так і в непрямій – через зміну фізіологічних і біохімічних властивостей рослин.

При прямій дії добрив шкідники гинуть при внесенні їх у ґрунт або при обприскуванні ними рослин.

Так, на Білоцерківській ДСС при внесенні під цукрові буряки рекомендованих норм мінеральних добрив (N135 P180 K135) щільність дротяників була у 1,8 рази меншою порівняно з неудобреними варіантами.

При цьому встановлено, що на зміну чисельності дротяників значний вплив мають метеорологічні умови. Мінімальна кількість комах спостерігалась на фоні використання добрив у роки із недостатньою кількістю опадів у вегетаційний період. Таке явище співпадає із висновками С. Бобінської та ін. (1965), яка вважає, що солі, при підвищеній концентрації ґрунтового розчину, проникаючи в тіло личинок, підвищують концентрацію їх соків, а це, в свою чергу, викликає зниження енергії їх дихання і веде до загибелі цих комах.

Таким чином, агротехніка вирощування цукрових буряків відіграє важливу роль у регулюванні чисельності багатьох видів шкідників сходів.

Якісне і своєчасне виконання всіх елементів технології виробництва цукросировини дозволяє створити найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин цукрових буряків і таким чином підвищити їх протидію значному пошкодженню або навіть знищенню фітофагами.

Крім того, якісне проведення окремих технологічних операцій згубно впливає на окремі фази розвитку шкідливої ентомофауни, завдяки чому здійснюється контроль чисельності ряду небезпечних шкідників сходів цукрових буряків.

Проте навіть ретельне виконання всіх прийомів агротехніки ніколи не буде самодостатнім для надійного захисту цукрових буряків від шкідливої ентомофауни. Тому, вирішення даної проблеми можливе лише при ефективному використанні пестицидів та агротехнічних прийомів вирощування культури.

Основним способом застосування хімічних препаратів для захисту сходів цукрових буряків від шкідників до недавнього часу було обприскування і обпилювання ними посівів. Однак, використання інсектицидів таким способом здебільшого і малоефективне, і екологічно небезпечне.

Наземні хімічні обробки сходів цукрових буряків негативно впливають на об'єкти навколишнього середовища і людину, ведуть до екологічних змін, забруднення продуктів харчування.

При сучасній технології виробництва цукрових буряків, як показали дослідження, обприскування посівів хімічними препаратами не гарантує повного збереження сходів від шкідливих комах. Пояснюється це тим, що в умовах сівби цукрових буряків малими нормами насіння з розрахунку на кінцеву густоту рослин (8...10 шт. на 1 пог. м рядка), площа зелених листків рослин у період сходів дуже мала порівняно з площею поля.

Під час обприскування на листках осідає незначна кількість препарату, а залишок покриває поле, або виноситься за межі плантації. Якщо врахувати той факт, що комахи гинуть в основному при попаданні отрути з кормом в живильне

середовище, то в умовах відсутності зайвої кількості рослин цукрових буряків при висіві їх на кінцеву густоту і масової появи шкідників, загибель останніх при обприскуванні можлива при значному пошкодженні сходів або їх знищенні. Тому, при обмеженій кількості рослин на одиницю площі, гарантований їх захист від комплексу ґрунтових і наземних шкідників можливий лише при застосуванні запобіжних заходів. До останніх відноситься внутрішня токсикація рослин системними препаратами.

Токсикація – це насичення тканин рослин інсектицидом при попаданні його через листки, або кореневу систему.

Оброблення насіння інсектицидами є найраціональнішим способом токсикації сходів цукрових буряків. Витрата діючої речовини при цьому зменшується у 10...25 разів порівняно з внесенням препаратів у ґрунт. Цей спосіб не має і негативного впливу на фітосанітарний стан бурякового поля.

Починаючи з 80-х років минулого століття в Інституті цукрових буряків та мережі його дослідно-селекційних станцій вивчена ефективність проти шкідників сходів ряду інсектицидів та способу нанесення їх на насіння. Так, першим інсектицидом з допомогою якого було здійснено докорінну зміну у технології захисту сходів цукрових буряків від комплексу ґрунтоживучих та наземних шкідників був Фурадан 35% т.п. (діюча речовина карбофуран). Вивчення ефективності цього препарату проти шкідників, при нанесенні його на посівний матеріал показало, що він повністю відповідає вимогам виробництва у збереженні рослин від знищення шкідливими комахами.

Нанесення Фурадану на посівний матеріал забезпечує зменшення чисельності основних видів фітофагів на 69,2...86,6% і зниження пошкодження ними сходів цукрових буряків на 66,7...76,5%. Така ефективність цього препарату проти шкідників практично дозволяє сформувати необхідну густоту рослин і отримати планову продуктивність культури.

Крім Фурадану вивчена ефективність проти шкідників ряду нових інсектицидів. Так, ефективність обробки насіння цукрових буряків Гаучо 70% з.п. (діюча речовина – імідаклоприд) проти комплексу шкідників у всіх дослідках істотно вища порівняно з Фураданом.

Ефективність дії інсектициду Круїзер 35% (діюча речовина тіаметоксам) при обробці ним насіння цукрових буряків проти комплексу шкідливих комах вивчали в усіх зонах бурякосіяння України.

Цей препарат при нанесенні його на посівний матеріал забезпечив високу біологічну ефективність по зниженню пошкодження рослин шкідниками. Так, на десятий день вегетації рослин цукрових буряків на варіантах з Круїзером пошкодження рослин буряковими довгоносиками, буряковими блішками і буряковою крихіткою становила відповідно 14,9%, 11,3 і 35,9%, що на 11,7...21,9% менше ніж на еталоні. Термін токсичної дії Круїзеру проти фітофагів істотно більший порівняно з Фураданом. Згідно досліджень, при підсадці у садки жуків звичайного бурякового довгоносика на 33 день вегетації токсикованих цим препаратом рослин, загинуло 71,1% комах, тоді як у варіантах з Фураданом всі жуки довгоносики залишилися живими.

Важливим напрямом на шляху удосконалення технології обробки насіння цукрових буряків інсектицидами проти шкідників сходів є використання для цієї мети не окремо кожного препарату, а композицій залежно від видового складу фітофагів та їх регіональної чисельності. Зокрема, нанесення на посівний матеріал композицій інсектицидів дозволяє розширити спектр їх впливу на шкідливу ентомофауну і за рахунок цього значно підвищити рівень надійності контролю чисельності як окремих видів фітофагів так і їх комплексів. Наприклад, у північно-західному, західному і частині центрального регіонів найнебезпечнішими шкідниками сходів цукрових буряків є дротяники, які щорічно наносять відчутних збитків посівам даної культури, значно зріджуючи посіви.

Дослідженнями встановлено, що обробка насіння цукрових буряків окремо одним інсектицидом системної дії не повністю захищає сходи культури від цієї групи шкідливих комах. Включення же для нанесення на посівний матеріал крім інсектициду системної дії контактного препарату істотно підвищує ефективність дії цієї композиції проти дротяників.

Нанесення на посівний матеріал композиції препаратів системної дії – Фарадану і контактної дії – Семафору значно підвищує ефективність даного заходу проти личинок коваликів.

При цьому інсектицид системної дії різними шляхами проникає у рослину і акумулюється у її як підземних так і наземних органах, а контактний препарат створює біля насіння і підземних частин рослин захисну зону, через яку більшість особин цих шкідників не можуть проникнути до висіяного насіння і проростків.

Основна мета, яка ставиться при розробці композиції інсектицидів проти звичайного бурякового довгоносика як головного шкідника сходів цукрових буряків у центральному, південному і південно-східному районах, – подовжити термін токсичної дії інсектицидів проти цього фітофага, щоб захистити від нього посіви культури навіть за умов більш пізнього, ніж традиційне, заселення ним бурякових плантацій. Наприклад, поєднання у композиції таких інсектицидів системної дії як Фурадан і Промет дає можливість у півтора рази, а Фурадан і Круізер – вдвічі і більше продовжити термін токсичної дії рослин проти довгоносика порівняно із застосування фурадану окремо.

Отже, якісне і ретельне виконання всіх прийомів агротехніки при вирощуванні цукрових буряків і оброблення насіння інсектицидами та їх композиціями є надійним заходом захисту сходів цієї культури від комплексу як ґрунтоживучих, так і наземних шкідників. При цьому локалізація пестицидів тільки на насінні максимально раціоналізує використання хімічних препаратів і дозволяє уникнути забруднення ними довкілля.

2.4. Інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків

Інтенсивна технологія виробництва цукрових буряків забезпечує урожайність 50 – 60 т/га при затратах праці 70 –80 люд.-год./га, збір цукру 7-8т/га і рентабельність 50-60%. Ця технологія являє собою комплекс агротехнічних, технологічних, організаційно-економічних заходів, спрямованих на

високоєфективне виробництво цукросировини, одержання прибутку та забезпечення розширеного відтворення підприємства.

Інтенсивна технологія вимагає застосування високоврожайних вітчизняних гібридів, ефективного використання природних, а також оптимального насичення агротехнічних факторів продуктивності (сівозмін, науково-обґрунтованих систем добрив, обробіток ґрунту), застосування високоєфективних засобів захисту рослин та забезпечення нормативними матеріально-технічними засобами.

Технологія забезпечує зменшення затрат (коштів) за рахунок зниження матеріалоємності, застосування високоякісних органо-мінеральних добрив, зменшення витрат пестицидів за рахунок використання більш ефективних препаратів і економічних способів їх внесення, а також застосування прогресивних форм організації і оплати праці.

Першочергову увагу слід звернути на приведення загального стану ґрунтів під цукрові буряки, що означає:

по-перше, визначити вміст гумусу в ґрунті;

по-друге, визначити кількість NPK у ґрунті;

Найбільше турбує вміст рухомого фосфору обмінного калію, які вагомо впливають на вагу і якість коренеплодів.

по третє, необхідно визначити кислотність ґрунту (норма рН – 6,5-7,0).

Успішна реалізація інтенсивної технології виробництва цукрових буряків можлива за умов:

- високої культури землеробства;

- застосування високопродуктивних сортів і гібридів цукрових буряків;

- забезпечення агротехнічних процесів матеріально-технічними засобами для використання оптимальної родючості ґрунту для високої продуктивності цукрових буряків і якості;

- високої організації управління технологічними процесами, технологічної дисципліни і зацікавленості в кінцевих результатах;

- високих фахових знань керівників і спеціалістів;

- достатнього фінансового, технічного і технологічного забезпечення.

Основний обробіток ґрунту

Для різних зон бурякосіяння в Україні з врахуванням реальних умов застосовуються два способи основного обробітку ґрунту – поліпшений та напівпаровий.

В основному застосовується обробіток. До якого входить двохразове дискове лушення стерні, глибока оранка оборотними плугами, вирівнювання поверхні ґрунту з осені. Для отримання урожаю в межах 50-60л/га коренеплодів вноситься 40т/га гною, мінеральні добрив із розрахунку P120K160.

На поля, які засмічені бур'янами, вноситься гербіцид Раундал 4 л/га. Така система забезпечує знищення 80-90% бур'янів. Мета основного обробітку досягається лише у тому випадку, коли всі її технологічні операції проводяться вчасно, в стислі строки при високій якості робіт у відповідності з нормативними вимогами.

Передпосівний обробіток ґрунту та сівба. Весняний обробіток ґрунту включає передпосівний обробіток ґрунту та сівбу. Передпосівний обробіток ґрунту виконується агрегатом АРВ-8.

Сівба – одна з основних технічних операцій, яка проводиться при фізичному дозріванні ґрунту (температура на глибині 10 см - +5-6 °С).

Сівбу проводять на кінцеву густоту з тим, щоб забезпечити формування густоти сходів на період збирання:

- у зоні достатнього зволоження 100-110 тис. шт./га;
- у зоні нестійкого зволоження 95-100 тис. шт./га рівномірно розміщених рослин;
- у зоні недостатнього зволоження 90-95 тис. шт./га рівномірно розміщених рослин.

Догляд за посівами

Метою догляду за посівами є знищення бур'янів, покращення теплового і повітряного режиму ґрунту та створення сприятливих умов для росту і розвитку цукрових буряків. Для ефективної боротьби з бур'янами застосовуються інтенсивні хімічні препарати, які дають можливість вирощувати цукрові буряки без затрат ручної праці.

В рекомендованій технології гербіциди використовуються в залежності від фази росту бур'янів, не залежно від розвитку рослин цукрових буряків, як це було раніше. В зв'язку з цим на сильно забур'яненних посівах по вегетації вносять гербіциди до трьох раз. Так, перший раз у фазі вилички першої пари листків бур'янів вносять препарати: перше обприскування – Бетанал експерт – 0,75 л/га + карібу – 0,03 л/га; друге обприскування – Бетанал експерт 1,0 л/га + карібу – 0,03 л/га; третє обприскування – Центуріон – 0,3-0,4 л/га, тарга супер 1,0 л/га та інші.

Для боротьби з церкоспорозом вносять фунгіциди: фундазол 50% з.п. при нормі внесення препарату 0,6 кг/га з об'ємом робочої рідини 200 л/га.

Збирання цукрових буряків

Збирання цукрових буряків проводять таким чином, що по можливості отримати приріст маси коренеплодів, своєчасно закінчити збирання і вивезти урожай.

Основний спосіб збирання – потоковий.

Спочатку цукрові буряки збирають на полях, віддалених від доріг з твердим покриттям, а також ділянок, пошкоджених хворобами та шкідниками, з нерівномірним розміщенням рослин і наявністю великих, дуплистих коренеплодів.

Одним із головних шляхів зниження втрат і пошкоджень коренеплодів – це правильна технологічна наладка робочих органів і експлуатація збиральних агрегатів.

Досвід організації збирання цукрових буряків показує, що в збиральні загони найбільш раціонально концентрувати не більше чотирьох комплексів шестирядних машин.

Добре себе зарекомендували вахтовий спосіб збирання цукрових буряків та човниковий на вивезенні на цукровий завод.

2.5. Комплексний експрес-метод оцінки технологічної якості цукрових буряків під час вегетації

Технологічна якість ц/б складається з визначення ряду показників, що в комплексі характеризують ефективність вироблення з них цукру, а також протікання технологічного процесу та якості цукру-піску.

Цій умові в певній мірі відповідає переробка проб коренеплодів на лабораторній установці “завод на столі” з подальшим визначенням чистоти сиропу, вмісту в ньому калійно-натрієвої вуглекислої золи, а також вмісту цукру в мелясі та його виходу (за методом Сіліна).

З метою забезпечення оперативного контролю за формуванням технологічної якості цукрової сировини в процесі вегетації, визначення строків збирання врожаю та встановлення оптимального технологічного режиму переробки розроблено комплексний експрес-метод оцінки технологічної якості ц/б, який заснований на розрахунках чистоти очищеного соку, вмісту цукру в мелясі, виходу цукру, критеріїв технологічної і фізіологічної спілості, коефіцієнту лужності за вихідними даними чистоти клітинного соку і хімічного складу коренеплодів (цукристості, калію, натрію та альфа-амінного азоту). Для цього визначення цукристості виконують поляриметричним, калію і натрію в дигератах – потенціометричним, а альфа-амінного азоту – фотометричним методами.

2.5.1. Визначення показників технологічної якості

Чистоту очищеного соку ($Ч_c$) обчислюють за формулою:

$$Ч_c = \frac{100 - Ч_n / \cdot Ч_n}{CP_n - Cx_n / \cdot 100} + Ч_n \quad (1)$$

де $Ч_n$ – чистота клітинного соку, %;

CP_n – масова частка сухих речовин клітинного соку, %;

Cx_n – вміст сахарози в клітинному соку, %.

Вміст цукру в мелясі ($С_m$) розраховують за даними частоти очищеного соку і вмісту цукру в коренеплодах:

$$С_m = 2 / \frac{Ч_c}{100} /^{2,05} \cdot \frac{100 - Ч_c}{100} / \cdot \frac{100 - Д_c}{100} / \cdot \frac{Д_c^2}{Д_c - 1}, \quad (2)$$

де $Д_c$ – вміст цукру в коне плодах, %;

$Ч_c$ – розрахункова чистота очищеного соку, %.

Розрахунковий вихід цукру ($В_u$) обчислюють за формулою:

$$В_u = Д_r - В - С_m, \quad (3)$$

де $В$ – втрати цукру у виробництві (у розрахунках приймаються рівняння 1,0).

Для критерію технологічної спілості цукрових буряків використана пропозиція М. Драховської і К. Тендера оцінювати бурякову сировину по МБ –

фактору, який показує кількість меляси, що утворюється при переробці буряків на кожні 100 кг виробленого цукру:

$$MB = \frac{200 \cdot C_m}{D_z - B - C_m} = \frac{200 \cdot C_m}{B_{\text{ц}}} \quad (4)$$

Оцінка буряків за технологічною здатністю до переробки

	Хороші	Середньої якості	Погіршеної якості
Ч_с	більше 91,6	91,5÷88,7	менше 88,6
МБ	менше 30	31÷40	більше 41

Цукрові буряки на першому році розвитку проходять стадію технологічної (технічної) та фізіологічної спілості. **Технологічна** сплість характеризується здатністю їх до переробки на цукор (по МБ – фактору), а **фізіологічні** – станом рослини, при якому настає природне затухання ростових та асиміляційних процесів.

Звичайно технологічна сплість цукрових буряків настає раніше, ніж фізіологічна. Проте під впливом несприятливих кліматичних умов вирощування, а також при захворюванні відбудеться прискорене відмирання листя і рослини вимушені припинити свій ріст та цукронакопичення. Тому допоміжним показником якості, який характеризує фізіологічну сплість буряків (у тому числі і вимушену), може бути коефіцієнт спілості буряків (У), що показує ступінь приближення рівня осмотичного тиску клітинного соку коренеплоду, коли рослина досягає повної фізіологічної спілості:

$$Y = \frac{D_z^2 / MB^{0,49} - 2,14}{100} \cdot \frac{M_g}{M_n}, \quad (5)$$

де M_g , M_n – маса відповідно гички і коренеплоду D_g , визначається щодавно на пробних ділянках. Величини $MB^{0,49} - 2,14 = A$ наведені в додатку 3.

Значення коефіцієнту У для буряків різного фізіологічного стану

Спілі	В перехідному стані	Неспілі
Менше 5,5	5,6 ÷ 9,0	більше 9,1

За умови, коли рослина закінчує період вегетації природним відмиранням листя, спілі буряки досягають мінімальних значень МБ – фактора і максимально можливого виходу цукру. При вимушеному дозріванні, коли значення У становить 5,5 і менше, коренеплоди підлягають збиранню незалежно від досягнутого рівня технологічної спілості, тому що продовження вегетації буде супроводжуватись повторним відростанням листя, зниженням цукристості на 1,5 – 2,0% і загальним погіршенням технологічної якості. За умови, коли рослина закінчує період вегетації природним відмиранням листя, спілі буряки досягають мінімальних значень МБ-фактора і максимально можливого виходу цукру.

Нарівні з наведеними вище критеріями технологічної якості цукрових буряків можна визначати коефіцієнт лужності ($K_{\text{л}}$), а також натуральну лужність соку і сатурації ($H_{\text{л}}$):

$$K_{\text{л}} = \frac{K + N_{\text{а}}}{N}; \quad (6)$$

$$H_{\text{л}} = 0,014 \cdot \alpha - N \left[\frac{K + N_{\text{а}} / - / \alpha - N + 0,37 /}{K + N_{\text{а}} /} \right], \% \text{ CaO}, \quad (7)$$

де $K, N_{\text{а}}, \alpha - N$ – вміст у буряках відповідно калію, натрію та альфа-амінного азоту, ммоль/100 г буряків.

2.6. Системний підхід до оцінки якості буряків та прогнозування основних показників їх переробки

Цукрові буряки, що надходять для переробки на цукровий завод, залежно від умов вирощування, збирання і зберігання мають різний хімічний склад. Останніми роками якість бурякосировини значно знизилась. Коефіцієнт виробництва становить близько 72%, а коефіцієнт заводу – 78%. Низькі значення цих коефіцієнтів та велика різниця між ними свідчать про невисоку ефективність перероблення буряків і значні втрати цукрози під час зберігання і перероблення.

Технологічні служби заводу зобов'язані забезпечувати такий режим переробки ц/б, що дає змогу одержувати максимальний вихід товарного цукру високої якості за мінімальних його втрат. На жаль, під час переробки ц/б частина цукрози втрачається (до 1,0%), частина – накопичується в мелясі (1,6...2,5% до к.б.). якщо перші залежать від якості роботи заводу і технологічного обладнання, то другі – значною мірою від складу нецукрів клітинного соку.

З метою встановлення оптимального технологічного режиму переробки ц/б на початку сезону та протягом його оцінюють технологічну якість їх і прогнозують основні показники їх переробки. Оцінювання технологічної якості ц/б передбачає визначення: виходу цукру, ефективності вилучення цукрози з буряків, втрат цукрози під час перероблення ц/б, вмісту цукрози в мелясі, технологічних показників виробничих соків.

Залежно від оснащеності лабораторій використовуються декілька методик оцінювання технологічної якості ц/б:

1) аналіз на лабораторній установці “завод на столі” з доведенням технологічного процесу до нормальної меляси. Цей метод дає найповнішу характеристику сировини, проте він досить тривалий та вимагає відповідного лабораторного обладнання, тому його використовують лише в НДІ;

2) комплексне оцінювання технологічної якості ц/б за методом Сіліна. За використання його отримують клітинний сік і очищають за методом Сіліна. Це набагато швидше, ніж попередній, але отримані результати дещо умовні, тому що виключаються ряд процесів, що мають місце в заводській схемі. Використовують в заводських лабораторіях;

3) експрес-методи, що ґрунтуються на використанні емпіричних залежностей між компонентами хімічного складу буряків та їх технологічними

показниками. Найтісніший регресійний взаємозв'язок спостерігається між лужною золою, азотистими речовинами та технологічними показниками.

2.7. Вплив рН ґрунту на біологічну та технологічну спілість коренеплодів

Після різносторонньої та об'єктивної оцінки впливу селекції, насіннєводства, підготовки посівного матеріалу і особливо умов вирощування ц/б на їх якість виявляється, що існуюча технологічна схема переробки, незважаючи на її колосальну багатогранність нюансів, зорієнтована на універсальну сировину, а стремління до універсальності робить її громіздкою та нераціональною.

Потрібно визнати, що єдиною практичною (але слабою) ланкою, що зв'язує якість буряків та технологію їх переробки, є чистота дифузійного соку. **Якість буряків** – це якість бурякової тканини, що відображена в її властивостях. Серед багато чисельних параметрів якості буряків відсутній головний – максимальне вилучення цукрози на дифузії за короткий час за мінімальних температур та відкачки. З цієї точки зору властивість клітини швидко чи повільно віддавати цукрозу набуває основне значення. Присутність в клітинному соку іонів калію, натрію та альфа-амінного азоту, РР, вуглекислої золи та інших нецукрів не може здійснювати суттєвого впливу на інтенсивність вилучення цукрози. Вирішальними факторами тут є розміри пор в стінках клітин після теплового оброблення з однієї сторони та гідродинамічна обстановка в порах – з іншої. Саме ці властивості і визначають інтенсивність вилучення соку з клітинної тканини. Вони формуються в основному в процесі вегетації буряків під дією сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов зони бурякосіяння і, головне, визначаються їх технологічною стиглістю.

Спільні зусилля ґрунтознавців, агрономів, селекціонерів та інших спеціалістів із створення та вирощування фабричних буряків повинні оцінюватися не тільки за їх продуктивністю, але і за здатністю клітини легко чи важко віддавати цукрозу під час екстрагування, що в свою чергу зв'язано з властивостями клітини, котрі зумовлені координатами білкової системи. Якщо вилучити з цього ряду позицію “властивості клітини“, взаємозв'язок переробник – вирощувач порушується та виникає ситуація, котра існує сьогодні: кожний працює сам по собі, без взаємозв'язку.

Такий системний підхід до проблеми вегетації буряків, оцінки їх якості та інтенсивності екстрагування цукрози, що базується на функціонуванні білкової системи, дозволяє контролювати той параметр якості буряків, вплив котрого на технологічний режим екстрагування очищення та кристалізації найбільш вагомий. Цей параметр не відноситься до хімічного складу клітинного соку, а стосується властивості клітини (тканини) стримувати в тій чи іншій степені дифузії цукрози. Системний підхід передбачає необхідність оцінки якості буряків на момент їх збирання та переробки, визначення біологічної стиглості коренеплодів на плантації в цілому та послідовності їх збирання, сприяє виявленню внеску ґрунтово-кліматичних та погодних умов, а також рівня забезпеченості коренеплодів мінеральним живленням.

Системний підхід до оцінки якості буряків охоплює декілька параметрів. Найважливіший – середовище їх *обитання*. Він полягає у значенні рН ґрунту та

для умов вегетації буряків є близьким до нейтрального. З цього випливає, що рН ґрунту впливає на всі фактори, що визначають фінансовий результат від вирощування та переробки буряків.

Визначальним фактором якості тканини буряків, що підлягають переробці, та що не менш важливо – зберіганню, є їх біологічна та технологічна сплість. Науково обґрунтовано та перевірено на практиці той факт, що ступінь замисленості ґрунтів впливає на стан біологічної стиглості буряків. Встановлено, що зі зниженням рН ґрунту строки оптимальної стиглості буряків віддаляються. Так, (рис.2.1), за сприятливих погодних умов з підвищенням кислотності ґрунту з рН 6,5 до 5,5 досягнення відносно необхідної біологічної стиглості переміщується з 23 вересня на 23 жовтня. За несприятливих погодних умов в кінці вегетації строки дозрівання буряків можуть бути зсунуті на першу декаду листопада.

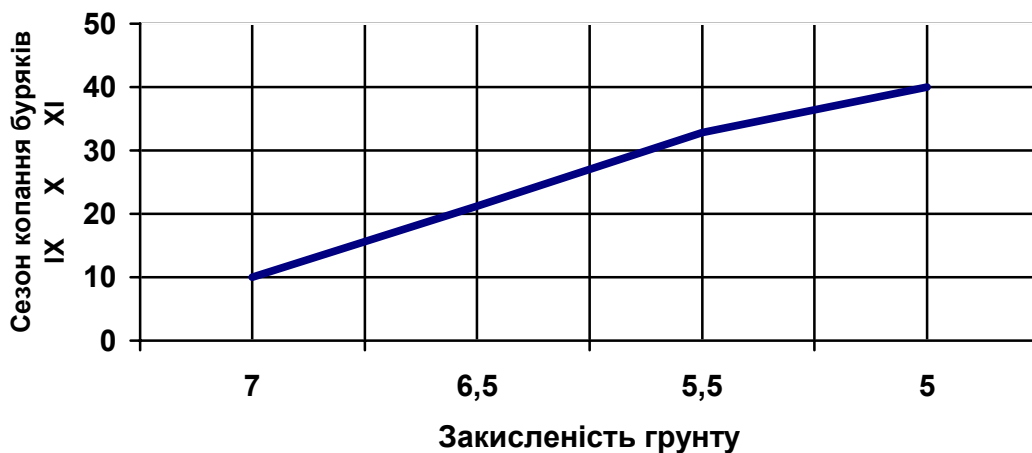


Рис.2.1. Вплив рН ґрунту на строки дозрівання буряків за однакового вологовмісту ґрунту

Переробка недозрілих буряків зумовить появу **трьох основних факторів**, що впливають на фінансовий результат вирощування та переробки цукрових буряків:

Недобір цукру. По мірі приближення коренеплоду до стану відносної біологічної стиглості вміст цукру в ньому та його маса збільшуються та досягають того максимуму, що відповідає умовам вегетації. І якщо буряки зібрані з тої чи іншої причини за недостатньої біологічної стиглості, це означає, що частина цукру безповоротно втрачена.

В переважній більшості зони бурякосіяння цукрових заводів мають кислий ґрунт. Аналіз фактичних даних по Білгородській та Курській областях РФ показав [6], що від рН ґрунту сильно залежить вихід цукру. Недобір його (рис. 2.2) склав від 0,6 до 1,5% від ваги буряків і навіть більше (тут не враховується кількість коренеплодів).

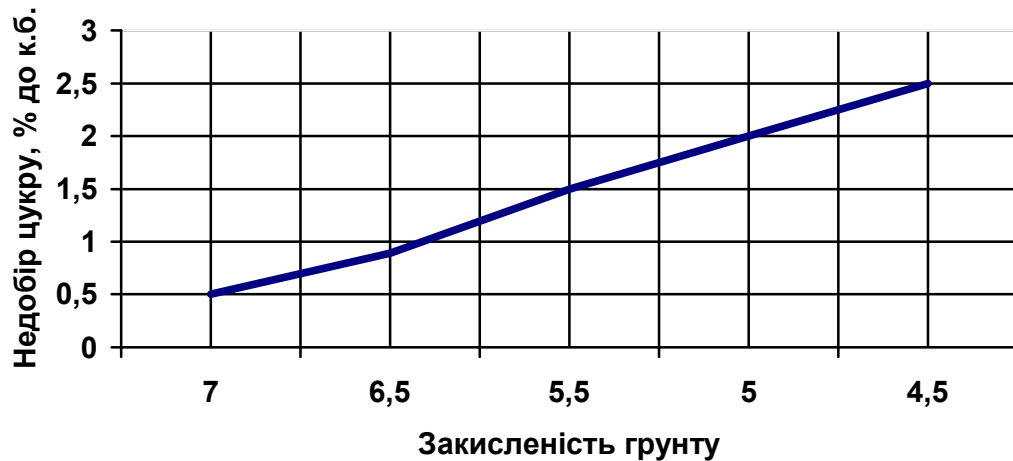


Рис. 2.2. Вплив рН ґрунту на недобір цукру буряками за однакового періоду вегетації та вологовмісту ґрунту

Підвищені втрати під час зберігання. Якщо в кагати разом із стиглими буряками закладати і нестиглі, то втрати під час зберігання збільшаться ще на 0,3...0,4% до кількості буряків.

Додаткові виробничі втрати. Переробка недозрілих буряків обов'язково збільшує внутрішньозаводські наднормативні втрати цукру на 0,3...0,7% від кількості буряків.

Як видно, із трьох факторів явну перевагу має перший, два інших є функцією від першого.

Відомо, що мінімальні втрати цукру складають 1,1% від кількості буряків. Звідси отримуємо, що за продуктивності заводу в 3,0 тис. т буряків за добу щодобово недотримується 33,0 т цукру. Переробка ж недозрілих буряків зумовлює до збільшення внутрішньозаводських втрат в 1,5...2,0 рази.

Встановлено також, що по мірі зниження рН ґрунту засвоюваність коренеплодами мінеральних речовин знижується, що призведе до перевитрати добрив. Шкідливий вплив рН ґрунту можна компенсувати двома способами: зміною його реакції чи підвищенням вмісту вологи. Другий спосіб (штучне зрошування) зв'язане із значними затратами, а перший передбачає внесення в ґрунт сатураційного осаду чи вапна-пушонки, чого є в достатній кількості на будь-якому цукровому заводі та за утилізацію яких приходиться платити значні кошти.

Встановлено також, що продуктивність зон бурякосіяння по фактичному збору урожаю з 1 га залежать від технологічної стиглості буряків в період збирання та зберігання (рис.2.3):

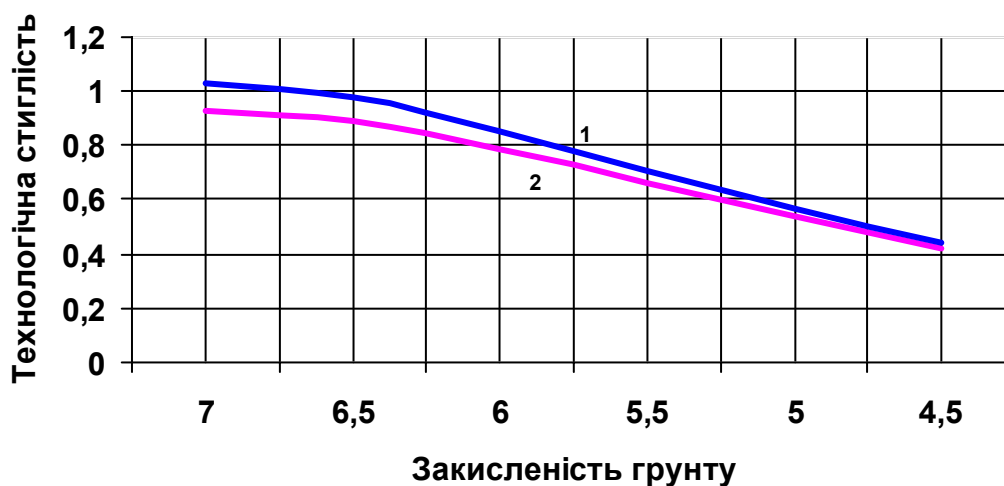


Рис. 2.3. Вплив рН ґрунту на врожайність буряків (1) та їх технологічну стиглість (2)

Від технологічної стиглості буряків в прямій залежності перебувають витрата палива та вапна (рис.2.4),

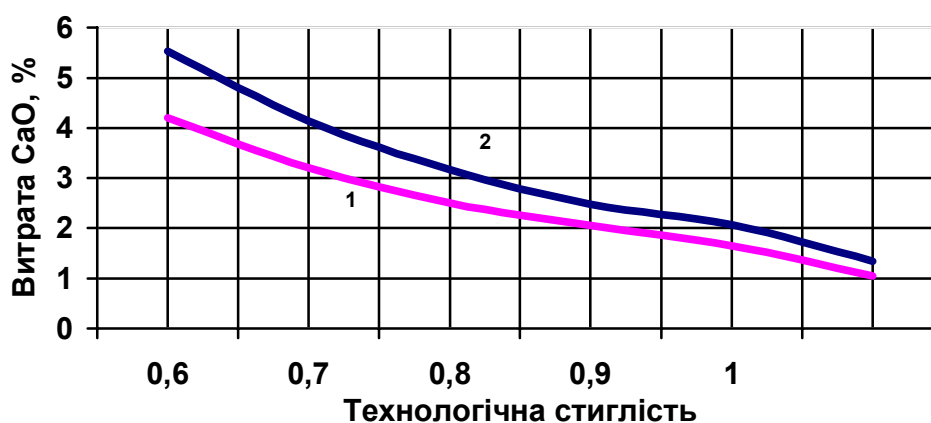


Рис. 2.4. Залежність витрати вапна на очищення соку (1) та палива (2) від технологічної стиглості буряків

а також наднормативні втрати цукрози з жомом, в сатураційному осаді та в мелясі (рис.2.5).

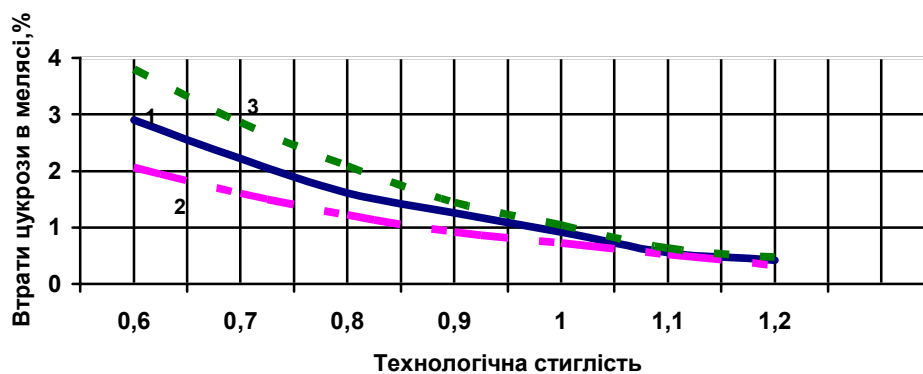


Рис. 2.5. Вплив технологічної стиглості на втрати цукру в жомі (1), фільтраційному осаді (2) та в мелясі (3)

Таким чином, проблема підвищення якості сировини для цукрової промисловості потребує впровадження в життя комплексу заходів, найважливішими з яких є:

- покращання селекційно насінницької роботи;
- впровадження обґрунтованих технологій землеробства, правильної сівозміни;
- забезпечення бурякосіючих господарств високоякісним насінням районованих сортів ті гібридів ц/б;
- забезпечення хімічними і натуральними добривами, гербіцидами та пестицидами.

Отже, галузь потребує інноваційних підходів: необхідно вибрати сорти і гібриди ц/б із вмістом цукру не менше 18%, урожайністю не менше 400 ц/га та проростанням насіння 85-95%.

Запитання для самоперевірки

1. Які існують проблеми вирощування цукрових буряків?
2. Які добрива застосовуються при вирощуванні цукрових буряків?
3. Як здійснюється захист посівів від хвороб та шкідників?
4. Як здійснюється захист сходів цукрових буряків від шкідників?
5. Які існують хвороби цукрових буряків та способи їх попередження?
6. Які існують методи технологічної оцінки якості буряків?
7. Який вплив на виробництво цукру з буряків має рН ґрунту?

ЛІТЕРАТУРА

1. М.Роїк. Буряки. Видавництво ХХІ вік. РІА “Труд-Київ”, 2001.–320 с.
2. Цукрові буряки. Насіння та система насінництва в Україні. Дубнонасіння. Київ: Тов “Літерал”, – 2003 р. – 41 с.
3. Сахарная свекла. Проблемы повышения технологических качеств и эффективности переработки. (Чернявская Л.И., Ионицей Ю.С., Штангеев В.О. и др.). Киев: 2003 – 307 с.
4. Технологія цукристих речовин. Лабораторний практикум /М.П.Купчик, Л.П.Рева, Н.І.Штангеева та ін.. – К.: НУХТ, 2007. – 393 с.
5. Потапов О.А., Озеров Д.В., Горчинский Ю.Н. Резервы увеличения сахара из свеклы/ Сахар. – № 1. – 2007. – с. 23 – 27.

ТЕМА № 3

Технології та нові способи зберігання цукрових буряків. Шляхи зниження втрат бурякомаси та цукрози у виробництві

План

- 3.1. Ефективні способи доставки та зберігання коренеплодів.
- 3.2. Реальні та нормативні втрати бурякомаси та цукрози під час приймання і транспортування коренеплодів цукрових буряків та шляхи їх зменшення.

3.3. Враховані втрати цукрози та втрати цукрози від розкладання у бурякоцукровому виробництві і шляхи їх зменшення.

3.3.1. Проблеми зменшення втрат цукрози у бурякопереробному відділенні.

3.3.2. Втрати цукрози в сокоочисному відділенні та під час згущення соку

3.4. Мікробіологічне забруднення сировини, мийного відділення та дифузійної установки: джерела і сучасні способи стерилізації.

3.4.1. Характерна мікрофлора у дифузійній установці.

3.4.2. Методи боротьби з мікробіологічною зараженістю на дифузії. Фізичні методи дезінфекції.

3.4.3. Хімічні методи дезінфекції.

Аналіз роботи цукрових заводів свідчить: якість буряків, що надходить на переробку, є визначальним чинником техніко-економічних показників виробництва.

Дослідженнями науковців ВНДЦП встановлено, що буряки, зібрані механізованим способом, при надходженні з полів різняться за кількістю і характером баластних домішок, що має значний вплив на їх збереження та переробку [1]. Для визначення якості запропоновано розрізняти бурякову сировину механізованого способу вирощування і потоково-перевалочного способу збирання поділенням на фракції:

- Буряки кондиційні (крупні та середні);
- Буряки дрібні некондиційні (діаметром менше 50 мм);
- бурякомаса (шматки, биті коренеплоди, хвостики до 50 мм);
- домішки, що складають загальну забрудненість буряків (земля, гичка, солома, сміття рослинного походження, хвостики менше 10 мм в діаметрі).

Дослідженнями встановлено, що у привезених з поля буряках у загальній масі домішок частка легко відокремлюваних становить в середньому 20-25%. Це означає, що більшість зв'язаної землі (не менше 6% від м.б.) грудок та зв'язаної гички (не менше 3...6%) надходить у кагати. В окремі роки і в окремих регіонах на ц/з буряки надходили із забрудненістю 30-40% від м.б., а в деяких господарствах – до 80%!

Другою, не менш важливою особливістю фізичного стану буряків є різке збільшення механічно подрібнених та пошкоджених коренеплодів (до 30%). Але підвищена забрудненість та велика кількість подрібнених коренів ускладнюють правильне ведення фактичного обліку буряків, погіршують умови зберігання – внаслідок розвитку мікроорганізмів відбувається самопідігрівання та гниття буряків, що ускладнює запровадження прогресивної технології зберігання з підтримуванням постійної температури та вологості в кагатах.

Як уникнути цих небажаних явищ?

Важливим є контроль якості робочих вузлів машин і механізмів для збирання буряків, проведення масового передзбирального хіміко-фітопатологічного обстеження бурякових плантацій, виконання графіків збирання та перевезення коренеплодів, проведення налагодження механізмів укладання в кагати, очищення

від домішок і подачі буряків на переробку з метою зменшення пошкодження коренеплодів і втрат бурякомаси.

3.1. Ефективні способи доставки та зберігання коренеплодів

Аналіз статистичних даних за останні 5 років показує, що щорічні втрати цукрових буряків на технологічній ділянці від збирання до переробки складає від 13 до 17%. Враховуючи валовий щорічний збір буряків близько 20 млн. т зменшення втрат лише на 1% дає можливість зберегти 200 тис. т буряків та збільшити вихід цукру приблизно на 22-24 тис. т, що в грошовому еквіваленті складає близько 70 млн. грн.

Відомо, що у вересні продовжується інтенсивний приріст цукрових буряків та цукрози в них (в середньому 3...5 г за добу), тобто більш пізня копка буряків сприяє збільшенню врожайності та виходу цукру.

З іншого боку, через погодно-кліматичні умови пізній пуск цукрових заводів призводить до того, що через дощі та морози частина врожаю безповоротно втрачається, і ці втрати не компенсуються очікуваним збільшенням врожаю та цукристості. Крім цього різко збільшується термін зберігання коренеплодів, а значить збільшуються втрати та зменшується вихід.

З цих причин більш ранній пуск ц/з вважається доцільним. Потрібно лише чітко розмежувати поняття “початок копання буряків в кількостях, що забезпечує 2-3 добовий запас” та “початок масового копання – перехід до рівномірних темпів копання”. Традиційний та такий, що широко застосовується сьогодні метод збирання не забезпечує збереження технологічних якостей сировини та призводить до значних втрат. Наявність у більшості господарств високопродуктивної техніки та форсоване копання з однієї сторони та недостатня кількість транспорту з іншої призводить до того, що на полях скупчується велика кількість невивезених буряків, котрі зберігаються часто від 3 до 10 діб. За сухої та жаркої погоди середньодобові втрати вологи можуть досягати від 3 до 10 %, а в пізні строки коренеплоди можуть підморожуватися, що може спричинити до втрат цукрози в 2,5 рази більше, ніж за зберіганні свіжо викопаної.

Тому буряки, котрі не вдається вивезти в день викопування на завод, бажано вкладати на тимчасове зберігання в крупногабаритні кагати висотою не менше 2,5 м на краю поля за допомогою коренезбиральних комбайнів типу „Хамер” „Матро” та ін.(табл. 3.1.) Або з допомогою переносної естакади. Волого температурний режим зберігання буряків в таких кагатах характеризується більшою стабільністю. Тому коренеплоди за рахунок більшої об’ємної маси та меншої питомої поверхні не втрачає свого тургору, що дозволяє зменшити втрату вологи в 5-6 разів, знизити втрати цукру в 2,5 рази та збільшити розрахунковий вихід цукру на 1,8% [2].

Погіршення технологічної якості цукрових буряків під час збирання обумовлено, в основному, відносним збільшенням долі нецукрів в загальній кількості сухих речовин буряків через неправильне обрізання головок бурякового коренеплоду, залишенні на ньому великої кількості зеленої маси у вигляді черешків та листя, в яких знаходиться на 125% більше натрію та органічних кислот. Неправильне обрізання листя під час збирання, наприклад з домішкою 5%

зеленої маси, містить на 5 – 6% менше цукрози, на 25% більше азотистих сполук, а РР – на 270% більше, ніж правильно обрізаний коренеплід. В той же час відомо, що кожний відсоток зеленої маси знижує вихід цукру на 0,15%.

Таблиця 3.1.

Технологічна придатність цукрових буряків до переробки за різних способів зберігання в полі протягом 15 діб

Показник	Польовий кагат	
	Крупно-габаритний	Мало-габаритний
Втрати вологи коренеплодами, %	2,2	14,6
Середньодобові втрати цукрози, %	0,014	0,031
Чистота клітинного соку, %	86,1	79,1
Розрахунковий вихід цукру, %	13,2	10,5

Технологічні властивості буряків, а особливо результати їх зберігання та переробки, суттєво залежать від способу обрізки головки бурякового кореня. Відомо [2], що у верхній частини головки РР в 6 разів більше, ніж в самому коренеплоді, золи та азотистих речовин – в 2 рази, а вміст цукрози складає лише 4-6%. У зв'язку з цим багато дослідників ставлять питання щодо доцільності переробки буряків з головками як мало цукристими частинами коренеплодів. Попередні експериментальні дані показують, що переробка коренеплодів з обрізаною головкою за рахунок підвищення чистоти соку зумовлює до підвищення виходу цукру на 1,8%, а витрата вапна скорочується на 25-30%. Але зберігання таких буряків призводить до вкрай негативних результатів, середньодобові втрати збільшуються в 1,5...2,0 рази. У зв'язку з цим можливий варіант комбінованого обрізання коренеплодів: для *тривалого* (з цілою головкою) та *короткотермінового* зберігання (з пониженим зрізом).

Іншою **проблемою є суттєва забрудненість коренеплодів**, що поступають на зберігання. Крім землі вони містять значну кількість трав'яних домішок, гички, бурякового бою, малих корінців та бою. Кількість хвостиків у буряках, що вивантажується, доходить до 2%, а кількість кусочків та осколків – до 8%. За час зберігання в кагатах хвостики та бій практично згнивають, а це складає близько 10% від початкової кількості буряків, з яких можна було отримати додатковий цукор, якщо б своєчасно утилізувати їх у виробництві.

Практично вся бурякосировина розвантажується бурякоукладачами, котрі перед укладанням в кагати здійснюють також і суху її доочистку. Процес сухої доочистки відбувається у ході таких операцій, як сегрегація і стратифікація (тобто розшарування потоку), взаємне відносне тертя коренеплодів та сепарація (відділення домішок від коренеплодів). Одним із важливих етапів очищення є сепарація потоку забрудненої бурякосировини на грохоті бурякоукладача. З метою інтенсифікації очищення буряків від домішок та дрібної бурякомаси запропоновано багато технічних рішень (збільшення “живого” перетину між очисними елементами, збільшення робочої площі очищувачів, використання

сортувальних гірок, повітряного дуття вентиляторами), але всі вони призначені для відділення вільних, а не зв'язаних забруднень, які фактично й визначають забрудненість буряків в кагатах.

Прогресивним заходом є *додаткове очищення буряків*, що поступають на зберігання. Для цього рекомендується двохступінчата схема очищення буряків, що укладаються в кагати. На першому ступені за рахунок модернізації серійних зірчастих очищувачів (збільшення зазорів між окремими зірочками – ґрунтови́дділювачами з 9 до 20 мм за допомогою гумових прокладок товщиною 11-16 мм) ефект очищення збільшується в 2 рази, що сприяє попаданню на зберігання добре очищених буряків. Друга ступінь – це сортування відходів очистки з метою вилучення бурякомаси та направлення її на переробку у свіжому стані. Для цього використовується спеціальний пристрій – ВБВ (відокремлювач бурякових відходів), що виконується на базі серійного буртоукладача «Комплекс – 65 МЗ» шляхом демонтажу серійного очищувача та установки на його місце ВБВ одна така сортувальна машина забезпечує сортування відходів від 8-10 буртоукладачів.

Питання збереження коренеплодів ц/б в кагатах до їх переробки на цукрових заводах в останні роки загострилося у зв'язку з тим, що до 60% площ стали засівати гібридами іноземних селекцій, для котрих тривале зберігання врожаю недопустиме (максимум до 10 діб). Втрати бурякомаси цих сортів та гібридів в 2,5-3 рази більше у порівнянні з вітчизняними. Відповідно від збирання врожаю до переробки втрати цукрози складають 20% і більше.

Комплекс фітопатогенних міксоміцетів на коренеплодах вже у фазі сім'ядольних листочків налічує до 10 видів, а у фазі двох пар справжніх листочків – до 16. домінує за цих умов рід *Fusarium*, що має до 8 видів, оскільки фузарії є в основному ризосферними грибами, то за ослаблення рослини, механічного пошкодження чи пошкодження нематодами гриб переходить від сапрофітного образу життя до паразитного, а патогенні властивості по відношенню до цукрового коренеплода проявляються пізніше період зберігання. Загальна ж кількість грибних та бактеріальних збудників “кагатної гнилі” нараховує до 150 різноманітних видів. Тому розвиток патогенів необхідно контролювати як під час онтогенезу рослини, так і в період зберігання вирощеної продукції.

З метою боротьби з мікрофлорою, що визиває гниття, а також для зниження втрат бурякомаси та цукрози під час зберігання рекомендується під час укладання буряків на зберігання обробляти буряки різноманітними консервантами. Більшість з них властива поліфункціональна дія: пригнічення мікробіологічних процесів та одночасно гальмування процесів дихання, проростання та розклад СР, в тому числі й цукрози. Для практичного використання рекомендується багато препаратів, наприклад КСД-1 (пригнічує процеси гниття та росту, загальмовує процеси дихання), корцид (пригнічує гнилість процеси).

Захисний механізм корциду зумовлений тим, що на поверхні оброблених коренеплодів утворюється тонка стійка полімерна плівка, котра захищає від мікроорганізмів та підв'ялювання. Препарат має широкий спектр антимікробної дії за рахунок електростатичної взаємодії (за типом електроліту) та взаємодії з

речовиною мембрани мікроорганізму, при якій порушується її цілісність, рідина виливається із клітини і вона гине. Оброблення коренеплодів корцидом сприяє зменшенню кількості їх, покритих пліснявою, на 30 – 59 %, загнилих – на 64 – 74 %, гнилої маси – на 70 – 94 %, середньодобові втрати цукрози під час зберігання нижчі на 29 – 37 %. Витрата препарату – 0,01 % до к.б.

Дуже цікавою є розробка російських вчених – біофунгіцид Фітоспорин-М, обробка яким в кількості 0,5 л/т буряків перед закладанням в кагати сприяє зниженню кількості патогенних мікроорганізмів як на поверхні, так і в м'якоті буряків, що сприяє пригніченню вогнищ самозаймання та збільшенню терміну зберігання до 120 днів.

На превеликий жаль, в силу різних причин біологічно-активні препарати на цукрових заводах України майже не використовуються.

Оптимальні умови зберігання коренеплодів, за яких всі біохімічні і фізіологічні процеси зводяться до мінімуму, це $t = 0 \dots 2^{\circ}\text{C}$, відносна вологість повітря 93 - 95 %. Встановлено, що якщо втрати цукрози за 0°C в буряках за добу складають 0,09 кг/т, то за 8°C вони збільшуються вдвічі, а за 15°C – втричі, за 25°C сягають 0,4 - 0,5 кг/т. тому велике значення має наявність систем активного вентилявання, що дозволяє знижувати температуру сировини, що зберігається. За відсутності таких доцільне використання повітроводів у вигляді решітчастої трикутної конструкції. При цьому для полегшення монтажу повітровід ділять на секції від 1,5 до 3 м кожна та вкладають вручну в момент формування кагатів зі сторони буртоукладача. Торці завжди залишають відкритими.

В свій час НВО “Цукор“, на основі техніко-економічного аналізу різних типів механізованих складів та досвіду їх експлуатації у вітчизняній та зарубіжній практиці, запропонував раціональний тип складу зі стаціонарним обладнанням для цукрової промисловості України, котрий включає такі основні частини і системи:

- пункт стаціонарних розвантажувальних площадок;
- станцію очищення ц/б “сухим“ способом;
- станцію розвантаження і очищення ц/б “мокрим“ способом;
- обладнання для укладання ц/б в кагати;
- ряд окремих секцій складу (складські площадки);
- обладнання для подавання ц/б в завод;
- обладнання для механізації робіт з нагляду за кагатами ц/б.

Технологічне обладнання такого складу включає систему стрічкових конвеєрів для транспортування ц/б та відходів, установки для вентилявання кагатів, систему лотків гідротранспортера, автоматику, освітлення, стаціонарні розвантажувальні площадки, механізми станцій очищення та лінійний укладач ц/б. проект такого складу був розроблений “УкрДіпроцукор“ для умов Чортківського ц/з, але була змонтована лише одна із трьох секцій “сухого“ очищення, експлуатація котрої довела її високу ефективність. Раніше транспортні поїзди розвантажувалися безпосередньо на під кагатні площадки або в лоток гідротранспортера. Після введення складу вони розгружуються в один прийом в бункер, з котрого буряки транспортером подаються на станцію очищення. На цій станції можна встановити таку кількість очищувальних агрегатів з відповідними

розмірами робочої поверхні, яка б забезпечувала потрібний ефект очищення. На мобільних кагатоукладачах зробити це неможливо. Порівняно з ними, ефект очищення ц/б збільшується з 35 % до 50 %, що сприяє кращому їх зберіганню. Крім цього, обладнання стаціонарного типу надійніше в роботі, простіше в обслуговуванні і ремонті.

На жаль, колективи більшості цукрових заводів України сьогодні більше уваги приділяють процесам в основному корпусі заводу і менше дбають про підготовку сировини – основу, де формується ритмічна, а разом з тим і ефективна робота всього циклу бурякоцукрового виробництва.

3.2. Реальні та нормативні втрати бурякомаси та цукрози під час приймання і транспортування коренеплодів цукрових буряків та шляхи їх зменшення

Дослідженнями [3] встановлено, що середньодобові втрати цукрози під час зберігання буряків механізованого збирання становлять 0,062 % для короткотермінового зберігання, для середньострокового – 0,022 % та тривалого – 0,018 % до м/б.

Втрати цукру при зберіганні і транспортуванні на переробку складають в середньому 5,9% від кількості розрахункового цукру, прийнятого з буряком. Аналізуючи ці втрати, якщо прийняти їх за 100 %, необхідно зазначити, що більшу частину втрат несуть цукрозаводи під час зберігання сировини в кагатах – 35,5 %, у транспортерно-мийній воді – 16,5 %, внаслідок виникнення оптично-активних речовин – 5,9 %. Загальні втрати при зберіганні буряків в бурячних, внутрішньозаводському транспортуванні, на обладнанні тракту подачі і не враховані складають 42,1 %.

За даними численних досліджень [1], основними причинами великих втрат цукру при зберіганні в кагатах є інтенсивне дихання коренеплодів з великими механічними пошкодженнями, а також розкладання цукрози внаслідок мікробіологічних процесів при виникненні гнилої маси, чому сприяє значна кількість домішок у кагатах.

В 1977 р. ВНДЦП був розроблений прогресивний спосіб приймання та зберігання ц/б, котра сприяла будівництву на бурякопунктах механізованих складів і площ з твердим покриттям для зберігання ц/б з активним вентиляванням, а також використанню при зберіганні хімічних та інших матеріалів для покриття кагатів, що в комплексі значно підвищувало ефективність збереження сировини. Тому з метою зменшення втрат цукросировини та цукру необхідно відновлення та оновлення на бурякоприймних пунктах цієї прогресивної технології, котра включає:

- хіміко-фітопатологічне обстеження плантацій для визначення послідовності збирання та правильного розподілу сировини, що поступає, на категорії потер мінах зберігання;
- покращення доочищення коренеплодів від домішок при закладенні у кагати;

- формування кагатів за розмірами в залежності від якості буряків. Умов та терміну зберігання;
- обробка біологічно-активними препаратами та активної вентиляції;
- захист буряків від в'янення і підмерзання;
- чітка послідовність переробки ц/б шляхом постійного обстеження кагатів.

3.3. Враховані втрати цукрози та втрати цукрози від розкладання у бурякоцукровому виробництві і шляхи їх зменшення

На вітчизняних ц/з втрати цукрози під час приймання, зберігання та переробки ц/б становлять близько 2,2 % від к.б., тобто близько 14 % від кількості прийнятої цукрози. З них втрати цукрози під час переробки становлять близько 1 % від к.б., тобто 6 % від цукрози. Для прикладу – на кращих заводах зарубіжжя втрачається лише 6-8% цукрози від її початкової кількості [5].

Вміст цукрози в мелясі в цілому по галузі становить 2,5 – 2,8 % від к.б., тоді як на ц/з передових бурякопереробних країн цей показник перебуває на рівні 1,3 – 1,5 %.

Втрати цукрози від розкладання на вітчизняних підприємствах становлять 0,44 – 1,50 % від ц.б., на зарубіжних – 0,15 – 0,40 %. Тому контролю за величиною втрат у виробництві повинна приділятися постійна увага.

Теоретичні розрахункові мінімальні втрати цукрози від розкладу та реальні на передових заводах наступні:

Місце технологічного процесу	Теоретичні невраховані втрати, % від к.б.	Реальні невраховані втрати, % від к.б.
Під час екстрагування	0,04	0,05-0,10
Під час очистки соку	0,02	0,05-0,10
При згущенні соку	0,04	0,02-0,05
В продуктовому відділенні	0,05	0,05-0,35
В с ь о г о	0,15	0,17-0,35

На величину неврахованих втрат впливає якісний та кількісний склад нецукрів. Одні з них, наприклад катіони металів, каналізують розклад цукрози, інші зумовлюють буферність.

Згідно статистичних даних, в реальних умовах величина неврахованих втрат складає 0,2 - 0,3 %, мінімальні ж досягнуті значення 0,15 - 0,20 %, що і можна взяти за оптимум.

Не потрібно забувати і про оптично активні речовини, серед яких найбільший вплив мають глюкоза та фруктоза. Відповідно їх вплив можна скорегувати шляхом виконання відомого аналізу визначення величини падіння поляризації на дефекації.

3.3.1. Проблеми зменшення втрат цукрози у

бурякопереробному відділенні

Основним завданням цукрового заводу є ефективне перероблення цукрових буряків з максимальним виходом високоякісного цукру та мінімальними втратами цукрози. Значні втрати цукрози спостерігаються у бурякопереробному відділенні. Тому цій проблемі присвятили велику увагу вчені нашої кафедри – зокрема проф. Ліпец А.А., проф. Рева Л.П., проф. Гусятинська Н.А., проф. Купчик М.П., доц. Пушанко Н.М., та інші. Втрати цукрози у бурякопереробному відділенні є визначені – у жомі, жомопресовій воді (якщо її не повертають у дифузійний апарат), транспортерно-мийній воді а також невизначені, тобто втрати цукрози від розкладання.

Відомо, що нормативні втрати цукрози у жомі складають 0,3 % до маси буряків. Виходячи з цього на багатьох цукрових заводах проводять процес екстракції цукрози з бурякової стружки так, що у сирому жомі при виході з дифузійної установки вміст цукрози становить 0,3 % до маси буряків. Тоді якщо на даному заводі є жомові преси, призначенням яких є відпресовування жому і повернення жомопресової води у дифузійну установку, то з нею у дифузійну установку повертається значна кількість нецукрів, в основному ВМС, які погіршують якість дифузійного соку. Роботами А.А. Ліпец та співробітниками його наукової школи встановлено, що за умов повернення жомопресової води вміст цукрози в жомі при виході з дифузійної установки має бути 0,8 – 1 % до маси буряків, тоді втрати цукрози в пресованому жомі будуть складати 0,3 % до маси буряків і, що дуже важливо, значно менше нецукрів буде повертатися у дифузійний апарат. В процесі сокодобування мають місце втрати цукрози від розкладання внаслідок інвертування цукрози під дією внутрішніх ферментів клітини (головним чином інвертази), життєдіяльності мікроорганізмів, які продукують кислоти та кислотного каталізу. Нормативні допустимі втрати цукрози від розкладання в дифузійній установці складають 0,15 - 0,18 % до маси буряків, але реально вони значно більші і можуть досягти 0,8 - 1 % до маси буряків.

Відомо, що в бункері накопичувачі перед бурякорізками створюється запас цукрових буряків для якісної роботи бурякорізок та безперебійної роботи заводу протягом 20 хв. Але враховуючи, що цукрові заводи часто працюють не на повну потужність, у бункерах спостерігається значний розвиток мікроорганізмів типу *Lenconostoc*, тому для зменшення цього явища рекомендується зменшити термін перебування буряків – заповнювати бункер лише наполовину та у випадках зупинки заводу обробляти його парою та хлорним вапном.

В зв'язку з наявністю великої кількості зеленої маси постає необхідність продувати ножі бурякорізок при отриманні бурякової стружки. Для цього у відповідності з технічними умовами, слід застосовувати стиснене повітря $P = 8 \text{ кг/см}^2$. Але на багатьох цукрових заводах з цією метою застосовують гостру пару – наприклад на всіх заводах Київської області (крім Кагарлицького). При конденсації пари розчиняється значна кількість цукрози з бурякової стружки і створюються умови для розвитку мікроорганізмів на поверхні бурякорізок, транспортера подачі стружки у дифузійну установку. Крім того, витрати пари

складають від 1,5 до 6 % до маси буряків. Стружка нагрівається від 5 до 20 °С. Таким чином для цукрового заводу потужністю 3000 т/добу нераціональні витрати пари (при витратах 5 %) складають 150 т/добу і відповідно, якщо для отримання 10 т пари витрачається 1 т умовного палива (1 т якого дає 7000 ккал), то нераціональні витрати палива складають 15 т/добу, за 60 діб – 13500 тонн палива.

Тому необхідно встановити компресор, який дає стиснене повітря з тиском $P = 14 \text{ кг/см}^2$, та збірник для цього повітря – ресивер, обладнаний автоматичним регулюванням.

Продування ножів має бути дискретним 30 секунд через 5-10 хв. в залежності від вмісту легких домішок в буряках.

Ці заходи дозволяють зменшити нераціональні витрати палива та значно зменшити мікробіологічне забруднення дифузійної установки і, відповідно, втрати цукрози від розкладання.

3.3.2. Втрати цукрози в сокоочисному відділенні та під час згущення соку

Для визначення втрат цукрози у виробництві потрібно визначати вміст цукрози у продукті, котрий виводиться із заводу, а саме у розбавленому фільтраційному осаді (за рідкого способу виведення осаду), оскільки під час видалення із заводу в нього може потрапити додаткова кількість цукрози, або у нерозбавленому фільтрпресному осаді (за вмісту $CP = 70 \%$). Нормативом передбачено граничні втрати з осадом в кількості 1% до кількості осаду з в/ф, що становить 0,1 % від к.б. для фільтрпресів це значення як правило вдвічі-втричі менше.

Втрати цукрози з фільтраційним осадом залежать від ряду факторів:

- від кількості осаду, що залежить від кількості вапна, що дається на очистку ($M_{ф.о.} = 2(1,8 \times M_{CaO} + 0,5)$ для в/ф, 0,5 – кількість Нук в осаді), для ф/п замість 2 буде 1,4 для $CP=70\%$);
- від типу обладнання для відділення осаду;
- від вмісту цукрози в фільтраційному осаді, що зумовлений кількістю води на промивку.

Кількість води для промивки складає як правило 100 – 120 % від кількості осаду і визначається тим, що із збільшенням кількості води на промивку чистота промою різко зменшується за рахунок десорбції нецукрів. Тому під час переробки буряків нормальної якості чистота промою не повинна бути меншою від чистоти дифузійного соку.

3.4. Мікробіологічне забруднення сировини, мийного відділення та дифузійної установки: джерела і сучасні способи стерилізації

В процесі сокодобування мають місце втрати цукрози від розкладання внаслідок інвертування цукрози під дією внутрішніх ферментів клітини, життєдіяльності мікроорганізмів та кислотного каталізу.

Допустимі втрати цукрози від розкладання на дифузії складають 0,15 – 0,18% до маси буряків, але інколи вони досягають 0,3 – 0,8 % до маси буряків.

Основну частину цих втрат в бурякопереробному відділенні цукрового заводу складають втрати цукрози від розкладання внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів. Значна кількість мікроорганізмів потрапляє в бурякопереробне відділення цукрового заводу з річковою та ставковою водою, джерелом інфекції є транспортерно-мийна та очищена жомопресова вода. Для екстрагування цукрози з бурякової стружки використовують барометричну воду, мікробіологічна забрудненість якої при її рециркуляції значно зростає.

Мікроорганізми потрапляють в бурякопереробне відділення цукрового заводу головним чином з ґрунтом, що залишається на коренеплодах буряку. В 1 г такого ґрунту міститься від декількох мільйонів до декількох мільярдів мікроорганізмів – спор бактерій, міцеліальних грибів та дріжджів. Існуючі технічні засоби відмивання та ополіскування буряків не забезпечують достатнього ступеню очищення її від мікроорганізмів. Так, при високому вмісті термофільних мікроорганізмів в транспортерно-мийній воді, спостерігається і підвищений їх вміст в дифузійному соку.

Забрудненість бурякової стружки залежить від стану коренеплоду – здоровий коренеплід чи уражений хворобою. Кількість мікроорганізмів в 1 г бурякової стружки може коливатись від 1 млн. до 10 млн. Кількість мікроорганізмів у підморожених та підгнивших буряках може зростати до 31...90 млн. в 1 г стружки. Найбільше спостерігається в буряковій стружці мікроорганізмів мезофільної групи.

Для покращання бактеріологічного стану бурякової стружки, і, відповідно, зменшення втрат цукрози від розкладання, буряки після бурякомийки рекомендовано обробляти гіпохлоридом кальцію або розчином хлорного вапна.

Отже, для зниження мікробіологічної забрудненості бурякової стружки необхідно забезпечити мінімальну пошкодженість коренеплодів буряків під час збирання та транспортування, високу ступінь очищення буряків від ґрунту, легких та важких домішок, якість транспортерно-мийної води та достатній ефект відмивання коренеплодів, додаткову обробку буряків після миття дезінфектантами.

Необхідною умовою нормальної експлуатації безперервно діючих дифузійних установок є повертання жомопресової води, однак при цьому збільшується небезпека інфікування дифузійного соку. Жомопресова вода, що повертається, містить велику кількість мікроорганізмів, з яких особливо небезпечні спорові види *Bac. subtilis*, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. mesentericus*, *Bac. megaterium*. В 1 мл жомопресової води може міститися від декількох тисяч до декількох мільйонів мікроорганізмів. Слід відмітити, що чим вища мікробіологічна забрудненість дифузійного соку, тим вища забрудненість жомопресової води, і навпаки.

Для зменшення інфікованості при використанні жомопресової і барометричної води для висолоджування цукрози із буряків на дифузії, їх слід піддавати температурній обробці або вводити антисептики.

Існують фізичні та хімічні методи очищення живильної води. Витрати свіжої води на технологічні потреби можна скоротити за рахунок використання деамонізованих аміачних конденсатів.

Для обробки води, що надходить на живлення дифузійної установки, застосовувались такі реагенти: сірчистий ангідрид, вуглекислий газ, сірчанокислений глинозем, а також електрокоагуляція за допомогою алюмінієвих електродів.

Як показали дослідження, сульфатація барометричної води сірчистим ангідридом незначно зменшує ступінь забруднення води мікроорганізмами. Кращі результати отримано при обробці води вуглекислим газом. Ступінь видалення мікроорганізмів при цьому становить 60 %, що узгоджується з даними інших авторів. Але сульфатація живильної води не дає підвищення якості очищеного соку.

Застосування для обробки води сірчанокислового алюмінію показало добрі результати як при очищенні соку від нецукрів, так і при очищенні води від мікроорганізмів. Видалення мікроорганізмів становить близько 90 % по мезофільній групі.

Біологічні забруднення у вигляді бактерій, вірусів та водоростей значною мірою можуть бути видалені при очищенні води електрокоагуляцією. Електрокоагуляція майже повністю видаляє мезофільну групу мікроорганізмів внаслідок сорбції біологічних забруднень гідроксидом алюмінію, що електрохімічно утворюється, з наступним осіданням у відстійнику, але для очищення живильної води цей спосіб промислового використання не знайшов.

Багатьма авторами рекомендовано різні схеми очищення води з використанням в якості коагулянту сірчанокислового алюмінію.

При використанні цього методу оптимальна величина рН води, що використовується для дифузійного процесу (5,8 – 6,2), відповідає ізоелектричному оптимальному стану колоїдної системи гідроксиду алюмінію і коагуляції ним органічних колоїдних речовин.

Запропонований спосіб очищення жомопресової води за допомогою сірчанокислового глинозему, що передбачає очищення води при рН 4,5 - 5,0 з наступним підвищенням рН до 5,8 - 6,2 шляхом змішування її з аміачними конденсатами. У випадку відсутності аміачних конденсатів використовується лужна барометрична вода.

Коагуляція ВМС води сульфатом алюмінію сприяє видаленню з неї колоїдно-диспергованих та завислих частинок, а також зменшує її мікробіологічну забрудненість, так як гідроксид алюмінію обволікає бактерії, віруси та інші мікроорганізми, які відповідають своїми розмірами колоїдним

частинкам і захоплює їх при осадженні із води. Великі витрати коагулянту діють на мікроорганізми як хімічні мутагени або токсини.

Але під час оброблення дифузійного соку вапном гідроокис алюмінію, утворений в процесі екстракції при гідролізі $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, частково розчиняється на основній дефекації в умовах високої лужності та температури і частина осаджених на його поверхні нецукрів знову переходить в розчин. При взаємодії сульфату алюмінію та гідроксиду кальцію можливе утворення та відкладення на поверхні обладнання і трубопроводів CaSO_4 (гіпсу) та CaCO_3 .

В УкрНДІЦП розроблена і випробувана технологія підготовки живильної води з використанням подвійного неамонізованого суперфосфату. За цією схемою

барометрична вода підігрівається до температури 65 – 70 °С, сульфитується до рН 7,0 - 7,2 та за рахунок додавання подвійного неамонізованого суперфосфату рН живильної води доводиться до 6,5 - 6,8.

На Крижопільському цукровому заводі була розроблена і випробувана технологія оброблення жомопресової води, згідно якої після охолодження жомопресову воду піддавали одночасній дефекосатурації. Далі воду відстоювали, обробляли в сульфитаторі сірчистим газом до рН 5,0 - 5,5 і після підігрівання до 74 – 76 °С подавали на дифузію.

Виробнича експлуатація протягом декількох сезонів технології очищення жомопресової води за допомогою вапняного молока і подальшої сатурації її вуглекислим газом показала наступні недоліки.

1. Оброблення жомопресової води гідроксидом кальцію при температурі 62 - 74 °С до рН більше 7,2 приводить до лужного розкладання дрібнодисперсних часток мезги. Високомолекулярні сполуки (ВМС), що утворюються при повертанні жомопресової води в дифузійний апарат погіршують фільтраційні якості соку I сатурації. Кількість утворених ВМС залежить від температури, рН, тривалості лужної обробки води та якості буряків.

2. Сатурація лужної жомопресової води вуглекислим газом дозволяє, внаслідок присутності іону кальцію, закислити воду до рН не нижче 7,2 - 7,4. При цьому утворюється дрібнодисперсний, важкофільтровуваний в лабораторних умовах осад, видалити який осадженням в умовах виробництва неможливо.

Повернення такої води в дифузійний апарат сприяє підвищенню рН екстракційного середовища до 6,8 - 7,2 і збільшенню вмісту пектинових речовин у дифузійному соку в 1,5 - 2 рази до величини біля 0,42 % до маси СР соку .

Отже, проблема розроблення нових ефективних способів очищення живильної води, які забезпечать також її знезараження з метою зменшення витрат антисептика на дифузію, залишається актуальною.

3.4.1. Характерна мікрофлора у дифузійній установці

Мікрофлора у дифузійній установці представлена спороутворювальними та неспороутворювальними бактеріями, незначною кількістю мікроскопічних грибів. Проте кількісно переважають спороутворювальні бактерії роду *Bacillus* (*Bac. subtilis*, *Bac. mesentericus*, *Bac. megatherium*, *Bac. pediculatum*, *Bac. mycoides*, *Bac. circulans* та інш.). Для їх розвитку оптимальною є температура 37 °С, але деякі штами досить активно ростуть при 54 °С. Найчастіше у дифузійному соку розвиваються термофіли роду *Bac. stearothermophilus* .

Наявність спороутворювальних бактерій у дифузійному соку сприяє утворенню інвертного цукру, нітритів та газів, накопиченню органічних кислот, біля 95% яких складає молочна кислота. Розвиваючись у жорстких умовах процесу дифузії, спорові бактерії пристосовуються до підвищених температур.

В дифузійному соку розмножуються також молочнокислі бактерії *Leuconostoc* *Lactobacterium plantarum* і особливо *Leuconostoc dextranicum*, *Leuconostoc mesenteroides*. При розмноженні слизоутворювальних бактерій роду *Leuconostoc* дифузійний сік ослизнюється, стає в'язким, погано фільтрується.

Клітини цих бактерій стійкі до підвищених температур та антисептиків, тому що утворюються мікро- та макрокапсули з багатошаровими слизовими чохлами.

При порушеннях температурного режиму і вимушеній зупинці дифузійного апарату в соку розмножуються дріжджі *Saccharomyces*, *Toryla*, *Monilia*, *Candida* та інші. При зупинці або дуже значному сповільненні процесу дифузії, особливо коли низька температура сокостружкової суміші, може виникнути бродіння з виділенням CO_2 , CH_4 , H_2 .

3.4.2. Методи боротьби з мікробіологічною зараженістю на дифузії.

Фізичні методи дезінфекції

До фізичних методів дезінфекції відносяться: оброблення ультрафіолетовими променями, ультразвуком, електричним струмом, радіаційне знезараження, термічне оброблення, застосування низьких температур, фільтрація, тощо.

Опромінення ультрафіолетовими променями має пагубну дію на вегетативні форми бактерій, на спорові форми, на віруси та найпростіші мікроорганізми. Ультрафіолетові промені денатурують білки в протоплазмі клітини, змінюючи її структуру і тим самим викликаючи загибель. Діапазон довжин хвиль 200...295 нм. Але невеликі дози ультрафіолетового випромінювання можуть стимулювати ріст та розмноження бактерій.

Ультрафіолетовому опроміненню необхідно піддавати добре очищену та прозору воду, бо завислі ті колоїдні домішки реверсують світло та перешкоджають проникненню променів. Ультрафіолетові промені мають слабку проникну здатність, тому вода повинна протікати перед кварцовою лампою дуже тонким шаром. Використання цього методу обмежується також через великі матеріальні затрати.

Основою руйнівної дії ультразвуку на мікробну клітину є явище кавітації. Майже миттєвий розрив мікробної клітини внаслідок дії УЗВ викликається бульбашками повітря, що знаходяться всередині клітини. Великий перепад тиску, що виникає при кавітації, призводить до розривання клітинних оболонок. В цукровій промисловості цей метод застосування не знайшов.

Для дезінфекції пропонується також електрооброблення екстрагенту. В екстрагенті, обробленому електрокоагуляційним способом при густині анодного току 80 А/м^2 на протязі 5 - 10 хв спостерігається зниження мікробіологічної забрудненості на 99 %. Електричне поле діє на поверхневий заряд мікробної клітини, поляризуючи її, що призводить до дипольної незворотної коагуляції та інактивації.

Термічне оброблення систематично проводиться на цукрових заводах: пропарюються апарати, комунікації, насоси, підтримується висока температура напівпродуктів.

3.4.3. Хімічні методи дезінфекції

Для боротьби з мікроорганізмами використовуються також спеціальні хімічні речовини або суміші речовин – антисептичні препарати.

Антисептичні препарати повинні відповідати наступним вимогам: мати високу бактерицидну дію при невеликому розпаді та нетривалій дії на об'єкт, діяти при невисокій концентрації, добре розчинятися у воді та добре змочувати поверхні, бути нетоксичними, не забруднювати оточуюче середовище, не погіршувати якість напівпродуктів та товарного продукту, не спричиняти корозії обладнання. Антисептики повинні бути стійкими при зберіганні.

Наразі на ринку хімічних речовин пропонується велика кількість антисептичних препаратів для дезінфекції дифузійних установок.

Інститут цукрової промисловості разом з дослідним виробництвом інституту органічної хімії провели пошук антисептика, який би відповідав усім вимогам використання в дифузійному процесі цукрового виробництва і мав би високу антисептичну дію по відношенню до всіх фізіологічних груп мікроорганізмів. З 24 препаратів науковці зупинили свій вибір на препаратах амбізоль та вазин (ефективність дії 55 – 88 %).

Інші автори, які досліджували антисептик “Амбізоль-1С”, рекомендують його використовувати для дезінфекції дифузійного соку у кількостях 0,004-0,015% до маси соку. За даними авторів, він виявляє антимікробну активність відносно всіх фізіологічних груп мікроорганізмів та не погіршують фізико-хімічні показники соку. Але для виготовлення препаратів “Амбізоль-1С” та вазин в Україні необхідна дефіцитна сировина, що позначається на їх вартості.

Польськими вченими проведено промислові випробування на протязі трьох виробничих сезонів дезінфікуючого препарату “Діапросім АВ-13” (N,N-диметилдітіокарбамінат натрія) для подавлення мікробіологічної забрудненості дифузійного апарату. Дозування “Діапросім АВ-13” залежить від контамінації дифузійного апарату: на початку сезону переробки його рекомендовано додавати в кількості 20 г на 1 т буряку, в середині – 30 г, в кінці – 40 г на 1 т. Також вони рекомендують використовувати для дезінфекції препарати Стерідіал, Стерідіал “В-10”, Стерідіал “Ц” (суміш надощтової кислоти і H_2O_2).

В останні роки також розглядалась можливість використання для боротьби з мікробіологічною забрудненістю в бурякоцукровому виробництві одночасно різних препаратів для підсилення їх дії. Передбачається можливість одночасного використання надощтової кислоти, карбаматів, NH_4HSO_3 та глютарового альдегіду. Але такий спосіб досить дорогий.

Кожен з запропонованих препаратів має певні недоліки. Тому пошук нового ефективного, недорогого дезінфектанту вітчизняного виробництва, який задовольняв би всі вимоги до антисептичних препаратів, є актуальним.

В якості антисептика на вітчизняних цукрових заводах найбільш поширене використання формаліну. Поряд з такими перевагами, як висока антимікробна активність, стабільність бактерицидного ефекту, виявлені такі негативні сторони використання формаліну.

1. Токсичність. Згідно останніх досліджень, формалін (II клас небезпеки за ГОСТ 12.1.007-76) впливає на імунну, нервову системи, органи дихання, спричиняє мутагенні та канцерогенні реакції. Формалін повністю не виводиться із реакційної зони і значна його частина залишається в кінцевому продукті. Відповідно гігієнічним регламентам, допустимий рівень міграції формальдегіду в

повітря 0,003 мг/м³, допустима концентрація в воді – 0,05 мг/л, допустима кількість його міграції в харчові продукти – 0,1 мг/кг. В Чехії не допускаються навіть сліди формаліну в цукрі.

2. Зниження чистоти очищених продуктів, підвищення вмісту цукрози в мелясі. Додавання 0,04 % формаліну до маси буряків, що відповідає 0,014 % в перерахунку на безводний формалін, рівноцінно надходженню на верстат приблизно 1 % всіх нецукрів соку. При витратах формаліну 0.02, 0.1, 0.2 % до маси буряків вміст цукрози в мелясі збільшиться відповідно на 0.058, 0.29, 0.58 %.

3. Підвищення забарвленості напівпродуктів та цукру-піску.

4. Підвищення вмісту солей кальцію.

В заводських соках на основній дефекації формалін повільно розкладається лише на протязі перших чотирьох хвилин, потім його концентрація швидко зменшується практично до нуля. Хроматографічними дослідженнями було встановлено, що продукти лужного розкладу формаліну і редукувальних речовин практично однакові.

Основним продуктом розкладу формаліну є мурашина кислота. Кількість її в соку II сатурації становить приблизно 15 % від кількості введенного формаліну. Знайдені також гліколева, оцтова, молочна, сахаринові кислоти. Мурашина та інші кислоти, що утворюються, зменшують природну лужність соку. Було знайдено, що при додаванні 0,1 % формаліну природна лужність знижується на 0,02 - 0,03 % СаО. Утворені кислоти – джерело формування розчинних солей кальцію, що накопичуються в мелясі.

Від 3 до 10 % доданого формаліну з'єднується з амінокислотами соку з утворенням темних продуктів, що впливає на підвищення забарвленості в 4 рази. При додаванні 0,2 % формаліну до маси буряків кольоровість напівпродуктів збільшується в півтора рази за рахунок утворення меланоїдинів. Методом гель-хроматографії було визначено, що утворені речовини є високомолекулярними сполуками, які включаються в кристали цукру.

При переробленні буряків нормальної якості додають 0,005...0,015 % формаліну до маси буряків, при переробленні буряків погіршеної якості – 0,02...0,03 % і навіть вище. В деяких країнах встановили граничні норми додавання формаліну. Для Англії ця величина становить 0,025 % до маси буряків.

Багато країн, виробників цукру, вже заборонили використання формаліну як антисептика для цукрової промисловості. Він не тільки негативно впливає на якість напівпродуктів та товарної продукції, але і є небезпечним для здоров'я працівників. З 1991 року на всіх цукрових заводах Австрії відмовились від застосування формаліну. В ФРГ граничний рівень застосування формаліну визначається так званими “хвилями запаху” – максимальною концентрацією формаліну в повітрі робочих місць при сорокап'ятигодинному робочому тижні. Після останніх досліджень, проведених в США, вчені зробили висновок, що навіть використання сполук формаліну у виробництві деревозамінних матеріалів для меблевої промисловості (тирсоплити) має небезпечний вплив на здоров'я людей: спричиняє мутагенні та канцерогенні реакції в організмі, незворотні розлади нервової системи.

Незважаючи на тимчасовий дозвіл для використання у харчовій промисловості та всі перераховані вище недоліки, формалін, завдяки своїй низькій вартості, залишається найпоширенішим у цукровій промисловості антисептиком. Тому завдання пошуку нових альтернативних дезінфектантів для бурякоцукрового виробництва на сьогодні є таким актуальним.

Для зменшення мікробіологічної забрудненості дифузійної установки доцільно застосовувати вітчизняний антисептик "Фітосайд", який проявляє широкий спектр антимікробної дії по відношенню до всіх фізіологічних груп мікроорганізмів бурякоцукрового виробництва, ефект знезараження складає 83,3–100 %. Оптимальні витрати антисептика "Фітосайд" для інактивації мікроорганізмів при проведенні процесу екстракції складають: при переробленні буряків гарної якості 0,002 - 0,004 % до маси буряків, низької якості – 0,012 - 0,013 % до маси буряків. Цей антисептик не погіршує технологічних показників дифузійного та очищеного соків. Сік II сатурації, отриманий із дифузійного соку, обробленого "Фітосайдом", має меншу, порівняно із соком II сатурації, отриманим із дифузійного соку без оброблення антисептиком, масову частку нецукрів: молочної кислоти – на 47 %, солей кальцію – на 40,6 %, що забезпечує підвищення чистоти соку приблизно на 1 %, ефект його очищення – на 6,26 %.

Встановлено, що для оброблення живильної води для екстракції цукрози з бурякової стружки доцільно застосовувати коагулянт "Полвак" у кількості 0,01 % до маси води, який забезпечує ефективність знезараження по всіх групах мікроорганізмів 80,6 - 91,2 % та підвищення ефекту очищення на дифузії.

Виробничі дослідження способу очищення транспортерно-мийної води осадом I сатурації у кількості 0,3 % та коагулянтом "Полвак" у кількості 0,01 % до маси води на Лучанському цукровому заводі підтвердили його переваги перед типовим. Використання запропонованого способу забезпечує ефект очищення води по завислих речовинах 94,4 %, по ХПК – 29,7 % та зниження її спінюваності без додаткових капітальних витрат.

За результатами проведених виробничих випробувань встановлено, що втрати цукрози від розкладання внаслідок життєдіяльності Мікроорганізмів в дифузійній установці при використанні нового вітчизняного антисептика "Фітосайд" знижуються на 0,09 % до маси перероблюваних буряків, порівняно з нормативними.

Запитання для самоперевірки

1. Проблеми зменшення розкладання цукрози у дифузійній установці.
2. Яка мікрофлора міститься у дифузійній установці та джерела її попадання в екстрактор?
3. Які вам відомі способи боротьби з мікробіологічною зараженістю на дифузії?
4. Які вам відомі фізичні методи дезінфекції?
5. Які вам відомі хімічні методи дезінфекції?
6. Назвіть причини втрат цукрози у бурякопереробному відділенні цукрового заводу.
7. Як зменшити втрати цукрози у бурякопереробному відділенні?

8. Застосування антисептику формаліну та його недоліки.
9. Антисептик Фітосайд. Його застосування та переваги у порівнянні з іншими антисептиками.
10. Як впливає хімічний склад цукрових буряків на результати технологічного перероблення та якість цукру.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хоменко М.Д. Сучасні схеми та обладнання для переробки цукрових буряків. Навч. посібник. – К.: Видавництво “Сталь”. 2006.- 240 с.
2. Сапронов Н.М., Морозов А.Н., Цуканов В.М. Заготовка и хранение сахарной свеклы: организационные, технологические инновации //Сахар –№ 8.- 2007. – с. 24-28.
3. Чернявська Л.І. Резерви зменшення втрат цукрози при зберіганні цукрових буряків//Цукор України. - № 4 (23). – 2001. – с. 9-12.
4. Микробиологические исследования сред свеклосахарного производства/ Л.Г. Белостоцкий, С.С. Гусева, Г.И. Захаренко, В.В. Супрунчук//Сахар.– № 4. – С.24-26.
5. Технологія цукристих речовин. Лаборатор. Практикум /М.П.Купчик, Л.П.Рева, Н.І.Штангеева та ін. – К.: НУХТ, 2007. – 393 с.

Т Е М А № 4

Сучасні та перспективні технологічні схеми окремих відділень бурякоцукрового виробництва

План

- 4.1. Вплив якості цукрових буряків на вибір технологічної схеми їх перероблення.
- 4.2. Різновидності та особливості сучасних технологічних схем окремих відділень бурякоцукрового виробництва
 - 4.2.1. Сучасний тракт подачі і миття буряків.
 - 4.2.2. Сучасні та перспективні технології отримання високоякісної бурякової стружки і вилучення з неї цукру.
 - 4.2.3. Раціональні схеми та експлуатація екстракційних установок.
 - 4.2.4. Особливості сучасних схем очищення дифузійного соку.
 - 4.2.4.1. Загальні положення про очищення дифузійного соку.
 - 4.2.4.2. Попереднє оброблення дифузійного соку.
 - 4.2.4.3. Попереднє вапнування (преддефекація).
 - 4.2.4.4. Основне вапнування (дефекація).
 - 4.2.4.5. Вимоги до вапняного молока та сатураційного газу.
 - 4.2.4.6. I карбонізація (сатурація). Завдання I сатурації.
 - 4.2.4.7. II вапно карбонізація.
 - 4.2.5. Технологічні аспекти відокремлення сатураційних осадів.
 - 4.2.5.1. Способи укрупнення частинок осаду.

4.2.5.2. Відокремлення осадів.

4.2.6. Сульфітація та її вплив на якість соків і сиропів.

4.2.7. Отримання сиропу та його вплив на якість цукру.

4.2.8. Основні принципи правильного уварювання та центрифугування утфелів.

4.2.8.1. Ускладнення під час уварювання утфелів та їх усунення.

4.2.8.2. Центрифугування утфеля І.

4.2.8.3. Способи підвищення ефективності роботи продуктового відділення.

4.2.8.4. Способи підвищення якості цукру за рахунок заходів у кристалізаційному відділенні.

4.3. Перспективні напрямки технологічних рішень.

4.3.1. Спосіб екстрагування Стеффена.

4.3.2. Екстрагування в лужному середовищі.

4.3.3. Отримання дифузійного соку з бурякової мезги.

4.3.4. Перспективи розвитку вапняно-вуглекислого очищення.

4.3.5. Застосування електргідровлічного ефекту

4.3.6. Очищення соку.

Криза, що охопила бурякоцукрову галузь в останні 15 років, не сприяла масштабному технічному та технологічному переозброєнню виробництва. Особливо це стосується використання сучасного обладнання (пресів глибокого віджимання жому, фільтрпресів, в/а з примусовою циркуляцією та ін.). проте в останні роки передові фірми-виробники цукру (Астарта-Київ, УПК, Укррос) почали вкладати серйозні кошти в модернізацію технологічного та теплотехнічного обладнання цукрових заводів, а також сучасних схем автоматизації виробничих процесів. За рядом показників – питомою витратою умовного палива, коефіцієнтом виходу цукру та коефіцієнтом заводу, реальною продуктивністю заводу – ряд заводів України досягли показників кращих європейських заводів, наприклад Чортківський, Крижопільський, Тимашпольський, Яреськовський та ін.

4.1. Вплив якості цукрових буряків на вибір технологічної схеми їх перероблення

Спеціалісти не можуть ігнорувати той факт, що якість цукрових буряків є вирішальним фактором, котрий впливає на технологічні та фінансові показники роботи цукрового заводу. Проте якість цукрових коренеплодів не завжди правильно оцінюють (в крайньому разі за існуючими сьогодні в промисловості критеріями), що призводить до того, що схожі за вхідними якісними показниками партії сировини дають кінцеві результати, що суттєво відрізняються. Крім цього, існуючі підходи до оцінки якості сировини як правило не впливають на режими її переробки.

Сьогодні вважається, що якісний цукровий буряк повинен мати правильну форму, бути не дуплистим, біологічно здоровим та без пошкоджень. Крім цього,

хімічний склад його клітинного соку повинен характеризуватися високим вмістом цукрози та високою чистотою, мінімальним вмістом РР та альфа-амінного азоту.

Після різносторонньої та об'єктивної оцінки впливу селекції, насіннєводства, підготовки посівного матеріалу і особливо умов вирощування ц/б на їх якість виявляється, що існуюча технологічна схема переробки, незважаючи на її колосальну багатогранність нюансів, зорієнтована на універсальну сировину, а стремління до універсальності робить її громіздкою та нерациональною.

Потрібно визнати, що єдиною практичною (але слабою) ланкою, що зв'язує якість буряків та технологію їх переробки, є чистота дифузійного соку. Сьогодні для оцінки якості буряків пропонується використовувати розширений склад параметрів, як то органолептичний стан чи хімічний склад клітинного соку, не знижує гостроти проблеми та не дозволяє використати інформацію про якість буряків для оптимізації процесів їх переробки.

Якість буряків – це якість бурякової тканини, що відображена в її властивостях. Серед багато чисельних параметрів якості буряків відсутній головний – максимальне вилучення цукрози на дифузії за короткий час за мінімальних температур та відкачки. З цієї точки зору властивість клітини швидко чи повільно віддавати цукрозу набуває основне значення. Присутність в клітинному соку іонів калію, натрію та альфа-амінного азоту, РР, вуглекислої золи та інших нецукрів не може здійснювати суттєвого впливу на інтенсивність вилучення цукрози. Вирішальними факторами тут є розміри пор в стінках клітин після теплового оброблення з однієї сторони та гідродинамічна обстановка в порах – з іншої. Саме ці властивості і визначають інтенсивність вилучення соку з клітинної тканини. Вони формуються в основному в процесі вегетації буряків під дією сортових особливостей та ґрунтово-кліматичних умов зони бурякосіяння і, головне, визначаються їх технологічною стиглістю.

Звісно, коротко- чи довготермінове зберігання ц/б не є необхідним з точки зору їх переробки. Навіть самі найкращі умови зберігання, що досягаються дорогою ціною, можуть лише частково запобігти катастрофічному погіршенню технологічних якостей буряків та результатів їх переробки. Тому в Західній Європі відмовились від їх зберігання, створюючи лише невеликий перехідний запас для безперебійної роботи заводу.

Основними етапами переробки буряків в технологічному потоці, що зв'язаний із зміною їх фізико-хімічних властивостей, є:

- Екстракція цукрози та отримання дифузійного соку;
- Очищення соку та отримання сиропу;
- Уварювання утфелів, їх центрифугування з отриманням білого цукру та меляси.

Кожний із названих етапів проводиться в залежності від технологічних якостей сировини за різних оптимальних параметрів, але на жаль, з дуже незначною різновидністю.

4.2. Різновидності та особливості сучасних технологічних схем окремих відділень бурякоцукрового виробництва

4.2.1. Сучасний тракт подачі і миття буряків

На цукрових заводах України експлуатується обладнання тракту подачі і мийного відділення за різними системами, практично немає двох заводів з однаковими бурякопідготовчими відділеннями. Це обумовлено як місцевими рельєфними умовами, так і ставленням працівників заводів до якості підготовки буряків до переробки. Схема сучасного тракту подачі і мийки буряків повинна включати такі станції та обладнання:

- кагатні поля, механізовані склади, сплавні майданчики, залізничні бурячні;
- польові, збірні й головний гідротранспортери;
- регулювальний вузол, що включає в себе вертикальну і відрізок горизонтальної решітки, пульсуючий шибер перед станцією підйому буряків;
- 1-й каскад станції очищення буряків на наземному відрізку головного гідротранспортера до бурякопідйомної станції;
- станція підйому буряководяної суміші;
- 2-й каскад станції очищення буряків на надземному відрізку головного гідротранспортера, розташованого на естакаді або галереї;
- водовіддільник перед бурякомийкою і після неї;
- бурякомийки з ополіскувачами;
- пульсуючі та відсікаючі шибери;
- бункер над бурякорізками з розрахунку накопичення кількості буряків, що забезпечує 15 - 20 хвилинну роботу заводу;
- схему та обладнання для виловлювання, очищення і сортування буряком аси, відокремленої від транспортерно-мийної води.

Однією з головних причин, що призводить до труднощів у подаванні буряків у завод, є замулювання лотків гідротранспортера. Останнє зв'язано із зменшенням швидкості потоку буряководяної суміші нижче 0,5 м/с, а також стан поверхні дна та стінок лотка.

Розміщувати обладнання по довжині лотка гідротранспортера необхідно таким чином, щоб забезпечити високий ступінь уловлювання домішок та миття буряків. Досвід показує, що оптимальною відстанню між одиницями обладнання станції очищення є 4...5 м.

Останнім часом все більше використовується і ширше впроваджується практика роботи соломогичкоуловлювача в якого переміщення граблів здійснюється в напрямку переміщення буряководяної суміші.

Економне і бережливе використання сировини на ц/з – це значний додаток до виходу готової продукції. Тому в технологічному процесі важливим завданням є забезпечення мінімального травмування і подрібнення коренів ц/б та зменшення пов'язаних з ними втрат цукру при транспортуванні їх на переробку і в процесі очистки від домішок та забруднень.

Підймання буряководяної суміші з наземного потоку гідротранспортера в мийне відділення супроводжується додатковим подрібненням буряків підіймачами усіх типів. Так, за підймання на висоту 20 - 30 м, незалежно від конструкції насоса, подрібнюється 5 – 8 % коренеплодів.

У зв'язку з цим в Україні під керівництвом професора Хоменка М.Д. розроблено комбінований гідропневматичний підіймач для ц/б, котрий являє собою комбінацію буряконасоса та мамут-насоса і вміщує переваги обох бурякопідіймачів. Він складається з буряконасоса, підіймальної комунікації, компресора стисненого повітря, регулювальної та контролюючої апаратури. При цьому роль буряконасоса полягає у механічному гідрозатворі-дозаторі зі зниженою частотою обертання робочого колеса. За рахунок зменшення частоти обертань досягається (у порівнянні з буряконасосами):

- зменшення ступеня подрібнення буряків з 6 % до 1,2 %, зменшення кількості буряком аси у відходах мийного відділення з 2,3 % до 0,3 %;
- зменшення втрат цукрози з транспортено-мийною водою з 0,106 % до 0,072 %, або на 0,034 % від к.б.

Досить перспективним напрямком підвищення ступеню відмивання ц/б від забруднень є застосування бурякомийних комплексів, котрі передбачають використання бурякомийок, ополіскувачів до і після мийок, струменевого відмивання на робочій поверхні дискових водовіддільників та ін..

З метою інтенсифікації процесу відмивання ц/б доцільно використовувати інтенсивне перемішування, високочастотні коливання, кінетичну енергію струменя води високого напору, вібрації, кавітацію, гідравлічні удари та ін..

Експлуатація мийного комплексу на Лохвицькому та Глобинському ц/з показала, що 60 – 70 % легких домішок у вигляді соломи і гички вилучається на сітчастому конвеєрі 4 першого ополіскувача, решта – на аналогічному 16 другого ополіскувала. За рахунок високого ступеня видалення домішок та відмивання ц/з має можливість отримувати високоякісну бурякову стружку без застосування пари на бурякорізках, а також значно зменшити кількість баласту, що надходить на ваги для зважування буряків перед бурякорізками, що сприяє збільшенню продуктивності заводу на 4 – 5 % порівняно з нормативною, зменшити витрати свіжої води для відмивання буряків на 30 – 35 %.

Ще однією надто актуальною проблемою ц/з є створення науково обґрунтованої нормативної бази для планування заходів з охорони і раціонального **використання водних ресурсів**.

Є два нормативні поняття, що регламентуються методичними положеннями:

- **норма водовикористання** – це максимально допустима планова кількість води необхідної якості для переробки 1 т буряків для отримання цукру високої якості;
- **норма водовідведення** – максимально допустима планова кількість відвідних стічних вод встановленої якості, що утворилася за переробки 1т буряків.

Основними показниками балансу води за принциповою схемою водопостачання і каналізації для удосконаленого водного господарства діючого ц/з можуть бути [1]:

- подача води із водоймищ – 160 % від к.б.;
- кількість оборотної води I категорії – 890 % від к.б.;
- кількість оборотної води II категорії – 860 % від к.б.;
- промислових стічних вод III категорії – 170 % від к.б.

4.2.2. Сучасні та перспективні технології отримання високоякісної бурякової стружки і вилучення з неї цукру

Головна мета роботи ц/з полягає в тому, щоб із наявної сировини вилучити максимальну кількість цукру високої якості та низької собівартості. Досягнення цього суттєво залежить від ступеня досконалості та успішного проведення одного з найважливіших технологічних процесів – сокодобування.

Продуктивність дифузійної установки, вміст цукру в жомі та в певній мірі якість дифузійного соку зумовлені *якістю стружки*, що оцінюється такими показниками:

- загальною довжиною 100 г стружки;
- величиною шведського фактора (не менше 10);
- кількістю браку та кількістю мезги (не більше 5 %).

Крім того, основними технологічними вимогами до стружки є:

- гладкість поверхні;
- рівномірність у перерізі по довжині;
- достатня міцність на розрив, вигин та зминання;
- хороша проникність протягом всього процесу сокодобування;

Зокрема, здоровий кондиційний буряк необхідно зрізувати в дрібну ромбоподібну і квадратну стружку, а для буряка погіршеної якості дозволяються і інші форми, наприклад пластинчаста, рифлена. При зрізуванні ж підгнилих чи підморожених буряків рекомендується товста пластинчаста, ромбовидна чи квадратна.

Оптимальною формою поперечного перерізу є ромбовидна і квадратна, що сприяє на відміну від пластинчастої більш високою швидкістю і рівномірністю знецукрення, більшим опором згину і проникнення в шарі.

Для отримання високоякісної бурякової стружки необхідно:

- достатньо повне очищення буряків від сторонніх домішок і забруднень;
- мінімальне пошкодження і подрібнення коренеплодів;
- якісна підготовка бурякорізок до експлуатації;
- забезпечення високої кваліфікації набирача ножів;
- своєчасна заміна бурякорізалних ножів.

Вважається, що відцентрові бурякорізки поступаються дисковим і барабанним за якістю отримуваної бурякової стружки, натомість вони мають такі переваги, як можливість контролю за якістю стружки з кожного ножа, регулювання ножів на ходу, видалення сторонніх предметів без зупинки.

4.2.3. Раціональні схеми та експлуатація екстракційних установок

Замість терміну “дифузія” в інженерній практиці сьогодні використовується термін “екстракція”, що характеризує вилучення зі складної за вмістом речовини одного або декількох компонентів за допомогою розчинника. В цілому це є процес проникнення розчинника в масу твердої частинки, розчинення речовини, що має екстрагуватися, переносу цієї речовини у середині твердої частинки і масопередачі від поверхні частинки до навколишньої рідини.

Не дивлячись на те, що цукроза в клітині є в розчиненому стані, для її екстрагування необхідно забезпечити пористість стінок клітини.

Видалення цукрози з бурякової тканини проводиться способом екстракції (дифузії), який був запропонований у 1833 р. Нашим співвітчизником Д.А.Давидовим, а широкого практичного застосування набув у 1864 р. Завдяки винаходу чеха Юліуса Роберта – конструкції дифузора і дифузійної батареї періодичної дії.

Виходячи із головної мети сокодобування, професор Сілін П.М., ввівставляючи умови найкращого знецукрення стружки з умовами пептизації і накопичення в соках шкідливих для виробництва пектинових речовин, зробив відповідні висновки щодо обґрунтування методу роботи на станції сокодобування, а саме: необхідність забезпечення невеликої тривалості процесу (до 70 хв.) за не дуже високої температури; не перевищення об'єму відбору соку (відкачки) в 125 % до к.б. та використання по можливості більш тонкої стружки (що суттєво обмежено для безперервно діючих екстракторів). Вимоги для забезпечення нормальної роботи дифузії за важливістю у порядку ступеня впливу на процес дифузії та можливості збільшення продуктивності апарата такі:

- Якість стружки;
- Ритмічна робота;
- Якість живильної води ($\text{pH} = 5,5 - 6,0$, темпер. – $62 - 65^\circ\text{C}$);
- Ефективне усунення піни шляхом швидкого нагрівання стружки та постійного дозування протипінного препарату;
- Працююча автоматика, що забезпечує регулювання:
 - *кількості води по співвідношенню вода-стружка;*
 - *температури;*
 - *рівня соку;*
 - *pH живильної води.*
 - *забезпечення чистоти сита якісним миттям буряків;*
 - *виведення пульпи з дифузійного соку та з верстату заводу;*
 - *максимальне скорочення шляху жомопресової води з жомових пресів до дифузійного апарату.*

Перспективним і єдиним з точки зору підвищення продуктивності дифузійних апаратів є дифузійно-пресовий спосіб. Досвід показує, що експлуатація дифузійних апаратів із збільшенням продуктивності вище номіналу, що потребує збільшення частоти обертання транспортних шнеків та вивантажувального (черпачного) колеса навантаження на конструктивні вузли транспортної системи і привід не збільшуються, а зменшуються. При цьому досягаються продуктивності в 150 – 180 % від номіналу (звісно ж з використанням пресів глибокого віджиму та повертання ж/п води).

Загальним важливим технологічним недоліком усіх конструкцій наявних дифузійних апаратів є труднощі при створенні й підтриманні температурного режиму, особливо „головного гріву”.

З метою наближення до оптимальних умов проводяться роботи з інтенсифікації процесу плазмолізу й екстракції: електроплазмоліз, електрогідролічний удар, застосування хімічних реагентів.

4.2.4. Особливості сучасних схем очищення дифузійного соку

4.2.4.1. Загальні положення про очищення дифузійного соку

Однією з найскладніших ланок процесу одержання цукру з буряків є вапняно-вуглекислотне очищення дифузійного соку, від ефективності проведення якого в значній мірі залежить вихід і якість цукру. В останні роки виконані дослідження по видаленню окремих груп нецукрів, що дозволило встановити ряд моментів, які відіграють важливу роль в проведенні вапняно-вуглекислого очищення. Адже відомо, що підвищення чистоти очищеного соку на 1 % зумовлює до збільшення виходу цукру приблизно на 0,3 % до маси буряків.

Очищення дифузійного соку потрібно розглядати у тісному взаємозв'язку із вибором та роботою обладнання для видалення фільтраційного осаду, тому що саме воно визначає вимоги до фізико-хімічних параметрів (властивостей) осаду та технологічних особливостей отримання такого осаду.

Грунтуючись на останніх досягненнях в галузі технології вапняно-вуглекислого очищення, є можливість значно підвищити ефективність цього процесу та знизити витрату вапна на очищення. В цілому таке очищення повинно вирішити *наступні задачі*:

- максимально осадити ВМС;
- шляхом осадження максимально видалити аніони кислот, які з іонами кальцію утворюють малорозчинні солі кальцію, що зумовлюють до збільшення величини “натуральної лужності” на II сатурації та зменшення вмісту залишкових солей кальцію в очищеному соку;
- максимально розкласти РР та аміді для отримання термостійкого соку;
- ефективно використати адсорбційну здатність частинок карбонату кальцію в умовах I та II сатурації;
- по можливості сприяти мінімальному термічному розкладу цукрози;
- отримати сатураційні осади з добрими фільтраційно-седиментаційними властивостями.

Але максимальне однозначне вирішення цих задач неможливе ні теоретично, ні практично, тому що вони настільки взаємозв'язані, що покращення одних показників обов'язково зумовлює до погіршення інших. Тому єдиного оптимального способу (схеми) очищення дифузійного соку до сьогоднішнього дня не розроблено.

Видалення окремих груп нецукрів в процесі вапняно-вуглекислого очищення дифузійного соку залежить, з одного боку, від їх фізико-хімічних властивостей, а з іншого – від умов проведення такого очищення. Саме цим і пояснюється наявність в схемі вапняно-вуглекислотного очищення таких складових елементів як попередня і основна дефекації, I та II сатурації. Підвищуючи ефективність кожного з них, можна досягнути підвищення ефективності і всієї схеми очищення. В такому разі кожна із стадій очищення повинна бути направлена на вирішення трьох основних задач:

- максимальне видалення нецукрів;
- отримання очищеного соку мінімальної забарвленості;

- отримання осаду з добрими фільтраційними властивостями.

Саме з цих позицій і необхідно шукати можливості і шляхи підвищення ефективності кожної ланки, оскільки багатоступеневе вапняно-вуглекислотне очищення дифузійного соку слід розглядати як єдиний технологічний процес з розподіленими функціями на кожному етапі із врахуванням вимог наступного.

Головними елементами вапняно-карбонатного очищення дифузійного соку та завдання, які вони вирішують, є наступні:

Етапи	Мета
Попереднє вапнування (кальційонування)	переведення в нерозчинний стан максимально можливої кількості нецукрів та створення осаду, стійкого до пептизації в умовах високих температур та лужності
Основне вапнування (дефекація)	отримання термостійкого соку, властивості якого мало б змінювалися на ВУ
I карбонізація (сатурація)	отримання осаду CaCO_3 для максимально можливого видалення шляхом адсорбції розчинених нецукрів та створення умов для відділення утвореного осаду від соку
відділення осаду від соку	видалення осаду з метою недопущення переходу нецукрів в сік на подальших етапах
II вапнування	завершення процесів, розпочатих на етапі основного вапнування
II карбонатація	максимально можливе видалення розчинних солей кальцію та додаткове очищення шляхом адсорбції
відділення осаду	в противному разі – перехід їх в розчин під час сульфітації
сульфітація	блокування можливості наростання забарвленості під час згущення соку на ВУ

Звісно, говорячи про очищення дифузійне соку, потрібно починати з вибору схеми очищення. На більшості цукрових заводів України схема очищення класична – холодно-гаряча або ж з поверненням на попередню дефекацію нефільтрованого соку I сатурації та з дефекацією перед II сатурації. Завдяки своїй гнучкості схема дозволяє з успіхом переробляти буряки досить різної технологічної якості. Проте, як показали дослідження, якщо в буряках міститься більше 0,5 % азоту та редукованих речовин до маси сухих речовин, менше 0,08 % до маси буряків фосфору, понижена натуральна лужність, то ця схема не завжди може компенсувати дефекти в хімічному складі буряків, що веде до одержання цукру підвищеної забарвленості, ускладнень при кристалізації і центрифугуванні.

На декількох цукрових заводах України функціонує схема з відділенням осаду соку попередньої дефекації. Перевага такого способу заключається у відсутності пептизації коагульованих нецукрів і, як наслідок, підвищення швидкості фільтрування соку I сатурації, підвищення загального ефекту очищення з одночасним зниженням витрат вапна. Але, як показали наші

дослідження, ефективність такого способу не підлягає сумніву за умов очищення дифузійного соку чистотою 85 % і менше. Із збільшенням чистоти дифузійного соку та за умов правильного проведення попереднього вапнування приріст чистоти очищеного соку із застосуванням способу відділення осаду соку попередньої дефекації незначний. А враховуючи досить значні капітальні затрати на встановлення додаткового обладнання та збільшення тривалості технологічного процесу мінімум на 30 хвилин, його економічна доцільність взагалі проблематична.

4.2.4.2. Попереднє оброблення дифузійного соку.

Основний об'єкт очищення – дифузійний сік – потрібно розглядати не як простий розчин цукрози та нецукрів, а як складну систему, в якій більшість сухих речовин перебуває у формі складних з'єднань – комплексів або асоціатів, із яких більшість – це гідрати різного ступеня стійкості. Під час очищення соку відбувається їх руйнування, для чого витрачається теплова та хімічна енергія. Але, як показали дослідження, виконані свого часу у ВНДІЦП і на кафедрі ТЦ УДУХТ, таке руйнування можливе і за рахунок застосування ефектів гідродинамічної кавітації чи вдування водяної пари, при конденсації добре диспергованих бульбашок якої в рідині відбуваються ефекти, аналогічні наслідкам кавітації. Утворені за рахунок перетворення асоціатів проміжні частинки надзвичайно реакційно здатні. Тому, якщо в момент їх утворення в систему ввести певну кількість хімічного реагенту (вапняного молока чи суспензії соку II сатурації), що містить іони Ca^{2+} , відбувається їх взаємодія та проходять процеси сенсibiliзації, тобто підготовки частинок речовин колоїдної дисперсності до коагуляції. Утворений за цих умов осад досить стійкий до пептизуючої дії високої лужності та температури в умовах основної дефекації, що сприяє зниженню вмісту солей кальцію в очищеному соку, покращенню фільтраційної здатності сатураційних осадів та як наслідок зумовлює до зниження витрат вапна на очищення.

На основі цього розроблений спосіб одночасного оброблення дифузійного соку до попередньої дефекації парою (вторинна пара 2-го чи 3-го корпусів ВУ, витрата пари – 0,7...0,9 % до маси буряків) та суспензією соку II сатурації з витратою вапна на другу дефекацію не менше 0,25 % CaO до маси буряків. Для реалізації такого способу розроблений спеціальний пристрій (рис. 4.1.), що дозволяє добре диспергувати пару та рівномірно розподілити її разом із суспензією в оброблюваному соку. Такий спосіб впроваджено на 7 цукрових заводах. Наприклад, на Чортківському цукровому заводі після введення в експлуатацію розробленого способу різко підвищилась швидкість седиментації соку попередньої дефекації та швидкість фільтрації соку I сатурації, знизився вміст солей кальцію в очищеному соку на 18 %. Одночасно, завдяки покращенню загального ефекту очищення, вдалося знизити загальні витрати вапняку на 0,2 % CaO до м.б. Додаткове розбавлення соку за рахунок конденсації пари повністю компенсується зменшенням витрат вапняного молока (0,2 % CaO = 1,0 % H_2O).

В літературі приведені дані і по ефективному застосуванню ефектів ГД кавітації (суперкавітація), але при її застосуванні робочий орган швидко

заноситься мезгою, що різко змінює коефіцієнт стиснення потоку та ступінь кавітації. В результаті цього різко змінюються фізико-хімічні властивості обробленого соку, а саме – подрібнюються ВМС та РКД, що негативно впливає на їх коагуляційну здатність в умовах ПД.

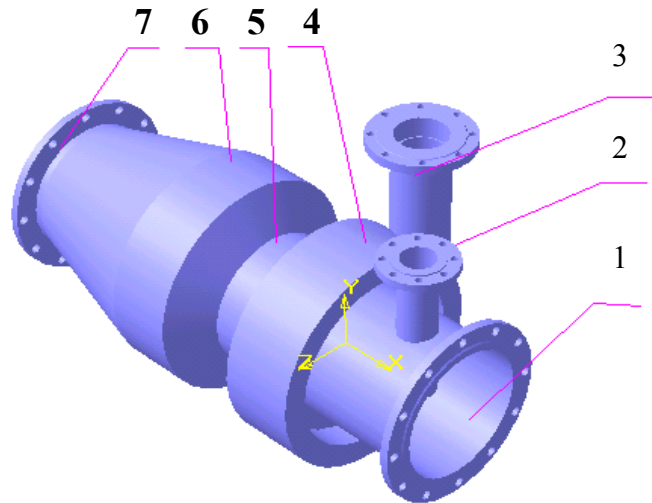


Рис. 4.1. Пароконденсатний кавітаційний пристрій:

1 – патрубок підведення дифузійного соку; 2 – патрубок підведення згущеної суспензії соку II сатурації; 3 – патрубок підведення водяної пари; 4 – колектор пари; 5 – камера змішування; 6 – реакційна камера; 7 – патрубок відведення обробленого соку.

4.2.4.3. Попереднє вапнування (преддефекація)

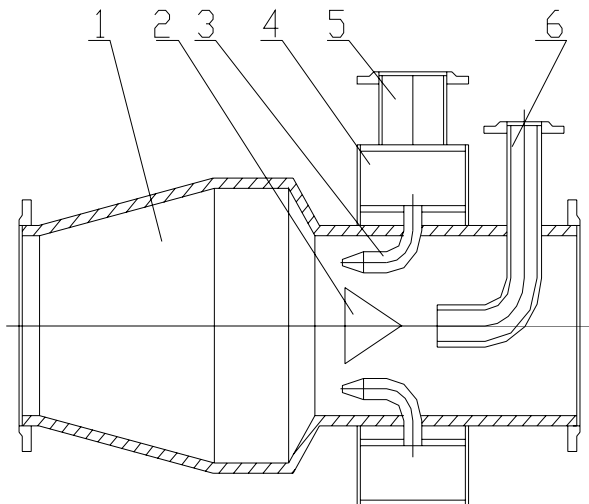


Рис. 4.1. Схема конструкції ПК кавітаційного пристрою (варіант 2): 1 – реакційна камера; 2 – розподільник суспензії; 3 – сопла; 4 – парова камера; 5,6 – патрубки для підведення пари та суспензії

Одним із важливих елементів схеми очищення є попередня дефекація (ПД). Її поява була викликана необхідністю одержання на I сатурації осаду з високими седиментаційно-фільтраційними властивостями, у зв'язку з переходом на безперервний спосіб відділення осаду від соку (відстійники - вакуум-фільтри). Але подальші дослідження показали, що ПД сприяє і більш ефективному видаленню нецукрів.

Інколи вважають, що одним із головних критеріїв ефективності ПД є ступінь видалення ВМС. Проте, не зважаючи на те, що цей критерій і відіграє на ПД важливу роль, все ж визначальним моментом ПД слід вважати

формування такої структури осаду, від якої залежить стійкість його до пептизації

в умовах основної дефекації та фільтраційно-седиментаційні властивості осаду соку І сатурації.

Відомо, що не видалені в процесі очищення ВМС погіршують не тільки якість соку І сатурації, але і його фільтраційну здатність. Під видаленням ВМС на ПД розуміється осадження пектинових сполук та білків.

Ефективне видалення Нцк на ПД як правило пов'язують з поступовою зміною рН, що сприяє більш повному видаленню окремих Нцк. Але в останній час доказано, що в процесі ПД під впливом вапна не відбувається поступове осадження ВМС, як це вважалося раніше. Підтвердження цього служать дані осадження ПР та білків (див. рис.4.2.)

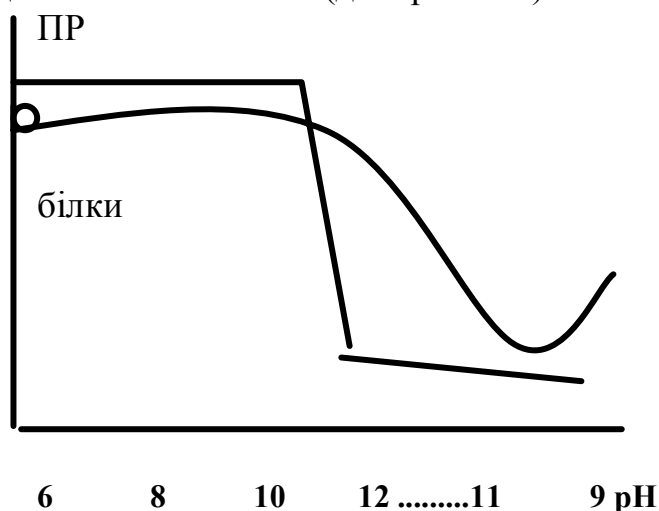


Рис. 4.2. Осадження ПР та білків в процесі очищення соку

Як видно, приблизно 85% ПР осаджується в кінці ПД у вузькому інтервалі рН 10,2-10,8. Білки ж осаджуються лише на 20%, а решта – на основній дефекації та І сатурації. Різний ступінь осадження ПР та білків на ПД може бути зв'язана з різною їх гідрофільністю, кількістю карбоксильних груп та ступенем їх дисоціації. Білки, як відомо, більш гідрофільні, а тому в меншій кількості осаджуються на ПД. Згідно останнім дослідженням, у фільтраційний осад переходить тільки 50% білків, що містяться у дифузійному соку, а не вся їх кількість, як вважалося раніше. Видалення нейтральних ВМС, таких як декстрин та леван, арабан в процесі очищення дуже незначне.

На ПД поступове осадження має місце тільки для фосфатів та оксалатів, а оскільки вміст їх в соку незначний, то вони не відіграють значної ролі у проведенні ПД.

Приведені вище дані дуже важливі для обґрунтування оптимальних параметрів ПД, зокрема місця вводу центрів кристалізації на ПД, пояснення ряду моментів, пов'язаних з погіршенням фільтрації та ін. Ефективність видалення ВМС на ПД залежить від ряду факторів, найважливішими з яких є:

- величина кінцевого значення рН та кількість доданого вапна;
- температура і тривалість процесу;
- повертання сатураційних осадів (центрів коагуляції).

Оптимальне значення рН на ПД залежить від якості буряків і може приймати значення від 10,8 до 11,4. Максимальне осадження Нцк на ПД спостерігається при оптимальному значенні рН. Це значення зумовлене не тільки властивостями ВМС, але й здатністю осаджуваних кристалічних з'єднань кальцію

перетворюватися в желеподібні при підвищеній лужності у присутності цукрози. Діло в тому, що як окремі ВМС, так і солі Са, що випадають в осад, мають не однаковий оптимум коагуляції. Так, фосфати найповніше осаджуються та краще відфільтровуються при рН 9,6-9,8. В умовах поступової дачі вапна створюються оптимальні умови для коагуляції різних ВМС та інших Нцк соку.

Температура і тривалість процесу також впливають на осадження ВМС. Максимальне осадження пектинових сполук на ПД досягається при 40 °С протягом 40...50 хвилин. Але через повертання гарячого соку І сатурації температура ПД становить 55...56 °С, при цьому за 15 хвилин осаджується близько 85 % пектинових сполук.

Вибираючи тривалість і температуру процесу ПД, необхідно приймати до уваги не тільки кількість пектинів, що осаджується, але і розклад редукувальних речовин (РР). Продукти розкладу останніх спричиняють до різкого погіршення якості соку за рахунок утворення барвних сполук і солей кальцію. Крім цього, утворені на ПД продукти розкладу РР погано видаляються на наступних етапах очищення (сатурації). Тому процес розкладу РР на ПД повинен бути зведений до мінімуму.

Розклад РР на ПД залежить від t °С і тривалості, тому ці фактори необхідно враховувати при виборі параметрів проведення ПД. Відомо, що тепла ПД сприяє отриманню очищеного соку низької кольоровості, і навпаки, гаряча ПД сприяє вищій кольоровості, але сік І сатурації має за цих умов кращі седиментаційно-фільтраційні властивості. Відповідно до цього тривалість “холодної” ПД ($t^\circ \leq 50$ °С) складає 20...30 хвилин, “теплої” ($t^\circ \geq 55$ °С) – 15...20 хвилин, а гарячої ($t^\circ \sim 90^\circ\text{C}$) – 10 хв.

Поряд із покращенням якості очищеного соку важливою задачею ПД є укрупнення частинок осаду. Останнє досягається за рахунок застосування **рециркуляції (повертання)** нефільтрованого соку І сатурації або згущеної суспензії соку ІІ сатурації, тверді частинки яких становляться центрами коагуляції нецукрів. За наявності достатньої кількості таких центрів на ПД будуть утворюватися крупні агрегати, що в свою чергу сприятиме утворенню крупних частинок осаду соку І сатурації.

В літературних джерелах процес укрупнення частинок осаду на ПД пояснюють за рахунок різноманітних зарядів коагуляту ВМС та частинок сатураційних осадів. Але такий тезис справедливий лише для випадку застосування чистих позитивно заряджених частинок CaCO_3 . Нами ж встановлено, що осад соку І та ІІ сатурацій завжди заряджені негативно внаслідок активної адсорбції на них в основному пектинових сполук, а тому вони не можуть агрегатуватися внаслідок електростатичних сил. Тому можна вважати, що агрегування негативно заряджених частинок ВМС та сатураційних осадів відбувається за рахунок Ca(OH)_2 , заряджених позитивно, які шляхом взаємодії з окремими частинками осадів створюють сприятливі умови для з'єднання в агрегати за рахунок місткових зв'язків через іони кальцію. Утворені таким чином агрегати мають відносно незначну міцність і руйнуються навіть при незначній механічній дії (наприклад, при перекачуванні нефільтрованих соків

відцентровими насосами). Такий механізм агрегації пояснює і дещо більшу витрату вапна на ПД (на 20...30 %), від тої, яку потрібно для осадження нецукрів.

Тому можна зробити висновок, що частинки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ виконують важливу роль при стабілізації агрегатів частинок осаду соку І сатурації. В цьому легко можна переконатися, якщо взяти промитий фільтраційний осад соку І сатурації та приготувати з нього водяну суспензію з таким же вмістом твердої фази, як і в не фільтрованому соку І сатурації. Візуально буде видно, що при відстоюванні частинки осаду дуже неоднорідні за величиною, а декантат протягом тривалого часу залишається мутним. Якщо ж до суспензії додати невелику кількість вапняного молока та добре перемішати, то практично зразу ж можна побачити утворення крупних пластівців, які швидко осаджуються з утворенням прозорої рідини над осадом. Так як в суспензії цукроза відсутня, то говорити про пептизуючу або желейну дію реагенту не приходиться.

Руйнування агрегатів фільтраційного осаду при його промиванні та наступне укрупнення можна пояснити зміною ступеню дисоціації карбоксильних груп ПР та білків. При промиванні внаслідок видалення груп OH ступінь дисоціації COOH груп знижується, а за додання вапна навпаки підвищується, що впливає на можливість взаємодії їх з іонами кальцію. Тобто чим більше дисоційовано карбоксильних груп окремих частинок осаду, тим більша можливість взаємодії їх з іонами кальцію, а значить створюються сприятливі умови для з'єднання їх в агрегати. Така взаємодія скоагульованих частинок РКД, карбонату кальцію та іону Ca зв'язане з витісненням зв'язаної води та ущільненням агрегатів. Частинки CaCO_3 знаходяться переважно всередині агрегатів, що сприяє збільшенню їх упругості.

Таким чином можна пояснити і деякі процеси, що відбуваються при активації загущеної суспензії або фільтраційного осаду та її ролі в процесі очищення соку. Тобто для підвищення ефективності ПД запропоновано ряд способів, в яких для повертань рекомендовано використовувати суспензію соку ІІ сатурації, активовану вапняним молоком (спосіб Вукова) або фільтраційний осад, відокремлений на в/ф або ф/п (спосіб Д.Моца). Вважається, що під час активації зростає адсорбційна здатність частинок осаду, а значить підвищиться ефективність такого повертання. Але слід пам'ятати, що основною задачею повертання є укрупнення частинок осаду соку ПД, а аналіз способів з активацією суспензії соку І або ІІ сатурацій не сприяє цьому. Зв'язано це з тим, що частинки непромитого осаду соку І сатурації не перезаряджаються при активації, а соку ІІ сатурації це відбувається при рН близько 12. Введення на ПД таких повертань не сприяє агрегації внаслідок незначної різниці потенціалів агрегатованих частинок та наявності в активованій суспензії частинок $\text{Ca}(\text{OH})^+$. Підтвердженням цього є результати досліджень ВНДЦП, згідно яких при переробленні буряків погіршеної якості повертання на ПД активованих суспензій зумовлює до погіршення фільтраційної здатності соку І сатурації.

При активації промитого сатураційного осаду додання вапна зумовлює до укрупнення частинок суспензії, повертання якої на ПД сприяє утворенню більш крупних агрегатів. Ще краще за цих умов використовувати спосіб, запропонований В.Шалатоновим, який полягає в пересатуванні промитого

фільтраційного осаду до рН 8,0 та наступного розділення суспензії на циклонах з використанням на ПД нижнього сходу (тобто крупніших частинок майже чистого карбонату кальцію).

Місце повертання. Ефективність повертань на ПД залежить від місця його введення в апарат прогресивної ПД. Відносно величини рН зони введення повертань немає єдиної думки. Одні вважають, що при перероблені буряків низької технологічної якості повертання слід направляти в зону з рН 8...9, а при очищенні соку з нормальних буряків – у дифузійний сік. Згідно даним УкрНДІЦП, значення рН у точці введення повертань залежить від чистоти дифузійного соку і може змінюватися від 8 до 10,2.

Ми вважаємо, що так як з повертаннями вводяться центри коагуляції, то його потрібно вводити до осадження нецукрів і таким чином, щоб було досягнуто добре перемішування з дифузійним соком, про що сказано в розділі 1. Для цього слід використовувати суспензію соку II сатурації, а щоб вміст загального вапна в соку ПД складав 0,8...1,2 % СаО (по метил-ор.) різницю компенсувати повертанням нефільтрованого соку I сатурації у зону з рН $\approx$ 8,5...8,8. В такому разі осад попадає в зону з низьким рН і за рахунок пересатурації зменшується його ступінь гідратації, що різко підвищує фільтраційні властивості сатураційного осаду. Але не потрібно забувати, що збільшення кількості повернення нефільтрованого соку I сатурації на 15 % до м.б. зумовлює до додаткової витрати вапна на очищення $\approx$ на 0,1 % СаО до м.б.

Як правило, на заводах повертають нефільтрований сік I сатурації 50...100 % до м.б. та суспензію соку II сатурації. Встановлено, що зменшення кількості повертань соку I сат. з 100 % до 25 % супроводжується підвищенням Дб на 1,5 од, зниженням забарвленості на 9 од. шт. Вважається, що найбільш доцільно в сьогоднішніх умовах повертати суспензію соку II сат. за витрати на дефекацію перед II сат. 20 – 30 % вапна від загальної витрати. При цьому, оскільки такий осад не містить на своїй поверхні великої кількості Нцк, які могли б пептизувати на ОД, то Дб сиропу підвищується на 0,4 - 0,6 од., а Fk зменшується на 30 %.

Потрібно пам'ятати, що повертання не фільтрованого соку I сатурації не тільки сприяє покращенню процесу ПД, але й різко покращує фільтраційні властивості соку I сатурації, що пояснюється не тільки агрегацією частинок осаду в умовах ПД, але й пересатуванням осаду I сат. в умовах ПД, що супроводжується дегідратацією останнього.

Якщо ж на заводі є двохступенева I сатурація (про що буде йти розмова далі), то на ПД необхідно повертати недогазований сік I сатурації (після I “А” сатуратора), що не тільки вдвічі зменшить кількість повертань, але й за рахунок введення високодисперсного СаСО₃ є можливість додатково осадити речовини колоїдної дисперсності (РКД). Пояснюється це не тільки дисперсністю частинок недосатурованого соку, але й наявністю в системі частинок вільного вапна, що сприяє агрегації.

Оптимальні параметри ПД. Виходячи з вищезгаданого, оптимальними технологічними параметрами процесу ПД слід вважати:

а) прогресивне наростання рН; Це одне з основних вимог правильного виконання ПД. П.М.Сілін встановив, що за малої кількості вапна на ПД

осадження Нцк неповне через недостатню кількість осаджуючого реагенту (іону Са), а також через малу концентрацію іонів гідроксилу, через що солі Са, що осаджуються, легко гідролізуються. З іншого боку, за збільшеної кількості вапна та збільшенням рН осадження Нцк також неповне через пептизацію осадів, в якій активну участь приймає цукроза. Встановлено також, що за відсутності цукрози ніякої оптимальної величини рН осадження та коагуляції не було б.

Отже, на ПД оптимальне рН зумовлене не тільки властивостями РКД, але й властивостями всіх з'єднань Са, що осаджуються. Тому величина оптимального рН на ПД в залежності від складу Нцк (особливо натуральної лужності), температури та тривалості розтягнута в інтервалі рН 10,8...11,6.

Критерієм для визначення оптимуму коагуляції на ПД є швидкість осадження коагуляту, тому що сік, який добре відстоюється, містить крупні щільні частинки осаду, що сприяє добрій наступній фільтрації. Тому контроль за оптимумом на ПД здійснюють за величиною рН, а не за лужністю, тому що при переробленні буряків різної якості для досягнення оптимального рН необхідно витратити різну кількість вапна – від 0,15 до 0,3 % СаО до м.б.

Дуже важливо не тільки досягнути оптимальне рН, але й спосіб його досягнення, а саме – прогресивність. Бажано спочатку ПД підвищувати лужність повільно, а в кінці – швидше. В зоні рН близько 9 бажано витримати рН паузу протягом декількох хвилин. Експериментально встановлено, що при прогресивному добавленні вапна на ПД перші частинки, що утворилися при рН-паузі, в наступних зонах служать зародками для осадження інших частинок. В результаті нові частинки не утворюються, а утворені раніше укрупнюються, упаковуються в глобули з впорядкованою структурою. Тому при прогресивній ПД утворюється менший за об'ємом осад, ніж при оптимальній (одноразовій) ПД, коли глобули формують хаотичну сітчасту структуру.

Для унеможливлення місцевого перелужнення вапняне молоко добавляють в останню секцію, що забезпечує прогресивне наростання лужності соку в перших секціях.

б) кінцеве рН визначати за максимального швидкістю седиментації соку в циліндрі (орієнтовно $S_5 \geq 3$ см/хв);

в) тривалість “теплої” ПД ($t = 55$ °С) – 15 хвилин, гарячої ($t = 88$ °С) – ≤ 10 хвилин;

г) в якості повертань необхідно використовувати всю згущену суспензією соку II сатурації (з витратою вапна на другу дефекосатурацію $\geq 0,25$ % СаО до м.б.), яку краще вводити в дифузійний сік разом з парою, або в другу секцію ПД, а нефільтрованим соком I сатурації доводити вміст загального вапна в соку ПД до значення 0,8...1,2 % СаО (по змішаному індикатору або м/о). Ні в якому разі не змішувати суспензію соку II сатурації з нефільтрованим соком I сатурації до вводу їх на ПД.

Управління процесом ПД та нові тенденції. Плавність наростання рН потрібно регулювати:

- рівномірністю потоків дифузійного соку, повертань та вапняного молока;
- зміною положень рухомих перегородок;
- кількістю вапняного молока, його густиною та активністю.

Слід пам'ятати, що якщо в першій секції ПД рН соку вище 9, то різко збільшується F_k та мутність декантату.

- Вміст загального вапна у соку ПД слід регулювати кількістю повертань нефільтрованого соку I сатурації. При цьому необхідно пам'ятати, що надлишкове повертання покращує фільтрацію, але погіршує якість очищеного соку, а недостатня кількість погіршує седиментаційно-фільтраційні властивості.

- При піненні на ПД звертати увагу на :

- підсмоктування повітря насосами, захоплення повітря на мезгоуловлювачах чи відповідність підбору насосів за потужністю;
- частоту обертання валу ПД (може бути завищеною);
- інфікованість соку мікроорганізмами (починаючи з дифузійного апарату по камерах);
- якість буряків, що поступають на перероблення.

Для гасіння піни застосовують жири, але краще застосувати спеціальні поверхнево активні речовини з умовою постійного їх дозування спеціальними насосами-дозаторами.

З метою підвищення стійкості утвореного під час попереднього вапнування осаду до негативних факторів основного вапнування на декількох заводах встановлено вапнокарбонізатор після попереднього вапнування з витратою вапна на нього до 0,4 % СаО. Результати роботи заводів показали високу ефективність такого процесу, особливо під час перероблення буряків погіршеної якості (Волоконовський, Жабінковський та ін ц/з).

4.2.4.4. Основне вапнування (дефекація)

Головною задачею основного вапнування (дефекації) є одержання соку з високою термостійкістю, технологічні якості якого повинні мало змінюватись в процесі його згущення на випарній установці. Як відомо, термостійкість залежить в основному від залишкового вмісту РР, який не повинен перевищувати величину 0,025 % до маси соку.

Розклад РР тісно пов'язаний в технологічному процесі цукрового виробництва з утворенням забарвлених речовин та органічних кислот, які суттєво погіршують якість готової продукції. В умовах цукрового виробництва розклад РР може відбуватися на всіх стадіях технологічного процесу, але важливо розкласти їх до випаровування соку, тобто на основній дефекації (ОД, основне вапнування, ОВ). Це зумовлено ще й тим, що продукти розкладу тоді зможуть частково адсорбуватися на частинках карбонату кальцію на I сатурації.

Забарвлені продукти розкладу РР та незабарвлені нецукри адсорбуються лише на 60 %. При цьому кількість забарвлених речовин (ЗР), що утворюються при розкладі однакової кількості РР, залежить від механізму проходження лужно-термічного розкладу останніх. Складність цього процесу підтверджується і тим, що наприклад при розкладі глюкози може утворитися більше 100 різноманітних з'єднань.

Й.Вашатко експериментально встановив, що кількість забарвлених речовин, що утворюються при розкладі РР, залежить від лужності та температури. Він доказав, що за однакової температури з підвищенням лужності (вірніше кількості

СаО) кількість забарвлених речовин зменшується. Спроба різних авторів пояснити це різною величиною швидкості розкладу РР в залежності від лужності не витримує критики. Якщо б це було зв'язано із швидкістю розкладу РР, то з підвищенням лужності, рН, наприклад шляхом додавання NaOH забарвленість повинна би знижуватися, а вона збільшується.

За твердженням І.Бугасенка різниця у величині забарвлення, що утворюється при розкладі РР за різних лужностей, зв'язано з присутністю частинок нерозчинного гідроксиду кальцію, кількість якого з підвищенням лужності також збільшується. Це підтверджується і тим, що коли рН розчинів доводили до однакової величини за допомогою $\text{Ca}(\text{OH})_2$ або NaOH за відсутності в осаді частинок вапна, то розчини РР в процесі нагрівання змінюються ідентично. В той же час за наявності в осаді 3 % СаО забарвленість розчинів була майже вдвічі меншою, ніж коли в розчині було 1 % СаО.

Вплив нерозчинних частинок $\text{Ca}(\text{OH})_2$, що мають позитивний заряд, на забарвленість розчинів можна пояснити адсорбцією на них проміжних продуктів розпаду РР (негативно заряджених), які в результаті не приймають участі в утворенні барвних сполук.

РР руйнуються і за низької лужності, але продукти такого розкладу дуже погано видаляються адсорбцією на частинках карбонату кальцію, що також свідчить про різноманітну природу барвних сполук при цьому. У зв'язку з цим необхідно остерігатись руйнування РР при високих температурах та низьких лужностях. Тому при холодній ПД утворюється менша кількість барвних сполук, ніж на гарячій.

Розклад РР характеризується константою швидкості розкладу, знаючи яку можна розрахувати необхідну тривалість дефекації. Величина константи швидкості розкладу РР залежить головним чином від температури та величини рН. Для визначення цієї величини рядом авторів запропоновано декілька рівнянь, але розраховані за ними константи відрізняються несуттєво.

Так, при 65 °С (тепла ОД) константа $K = 1,95 \cdot 10^{-3} \text{ c}^{-1}$, а при 90 °С $K = 2,41 \cdot 10^{-2} \text{ c}^{-1}$. Тоді тривалість повного розпаду РР визначають за рівнянням (по А.Сапронову):

$$\tau = \frac{x}{K(1-x) \cdot 60}, \text{ хвилини,}$$

де x – ступінь розкладу РР (відношення різниці вмісту РР в дифузійному і очищеному соках до вмісту в диф. соку). Наприклад, диф. сік містить РР 0,3 % до маси соку, а в очищеному РР повинні бути не більше 0,02 %. Температура дефекації 85 °С. Тоді ступінь розкладу РР буде

$$x = (0,3 - 0,02)/0,3 = 0,93. \text{ Значить } (1-x) = 1 - 0,93 = 0,07.$$

$$\tau = \frac{0,93 \cdot 100}{1,53 \cdot 0,07 \cdot 60} = 14,47 \text{ хв.}$$

Основна кількість РР розкладається на холодному ступені основного вапнування при температурі 50 – 60 °С протягом 15 хв. Для розкладу решти РР за цієї температури потребувалось би досить значний час. Тому використання гарячого ступеня ОВ тривалістю 10 хв. дозволяє досягнути необхідної

залишкової кількості РР (не більше 0,025 % до м.б.) та підвищити ступінь розкладу амідів. Максимально можлива тривалість гарячого ступеня ОВ – 20 хв.

Проте цього часу недостатньо для повного розкладу амідів. Як правило, тривалість “холодного” ОВ 15...20 хв., а гарячого – 10 хв. А в Німеччині тривалість холодного ступеня 5 хв., а гарячого – 20 хв.

Витрати вапна. Для ефективного проведення процесу ОВ витрата вапна на цьому ступені не повинна бути нижче 0,9...1,0 % СаО до м.б., оскільки при такій витраті величина рН соку досягає значення 12,2, необхідного для успішного протікання реакції розкладу. Оптимальна економічно доцільна витрата вапна на очищення, як відомо, залежить від якості дифузійного соку, а точніше від кількості нецукрів в цьому, і приймається 90...120 % СаО до маси нецукрів.

Однією з головних умов успішного проведення основної дефекації є підтримування постійного вмісту СаО в дефекованому соку (відхилення не повинно перевищувати $\pm 0,1$ % СаО, та рівномірний розподіл вапна у соку, що досягається встановленням статичних чи динамічних змішувачів вапняного молока з соком попередньої дефекації до холодного дефекатора. Останнє дозволяє також правильно організувати процес відбору проб дефекованого соку на визначення вмісту в ньому вапна, тому що за цих умов різниця в часі від моменту подачі вапна до аналізу вмісту його в соку складає не більше 1 хвилини, а за типовими способом – не менше 10 хвилин (а при холодно-гарячій схемі не менше 20 хвилин).

Проведення “теплої” дефекації при температурі вище 55 °С зумовлює до зниження швидкості фільтрування соку І сатурації, але температуру дефекації можна регулювати в основному лише кількістю повертань на ПД.

Одним із способів інтенсифікації процесу основної дефекації є аерація. Встановлено, що в присутності кисню повітря процес розпаду РР йде до утворення оксикислот, а не з’єднань з карбонільними групами, які є складовими при утворенні барвних сполук. Звичайний спосіб аерації, враховуючи витрату 1 м³ повітря на 1 м³ соку, досить складний через необхідність встановлення дорогого і потужного компресора та сильне пініння соку при цьому. Тому нами розроблені і запатентовані два способи проведення такого процесу із застосуванням ефекту ежекції чи розрідження.

Аміди в порівнянні із РР більш стійкі до розкладу. Встановлено, що на ПД розкладається до 18 % їх, на основній дефекації – до 45 %, на І та ІІ сатураціях – до 13 %, на ВУ – 12 %, тобто основна кількість розкладається на основній дефекації. Враховуючи, що за останні роки використання азотних добрив збільшилося, питання розкладу амідів стає досить актуальним.

Тому кафедра ТЦ НУХТ зараз активно працює над способом проведення дефекації з одночасною деамонізацією, що дозволить не тільки покращити якість очищеного соку, але й отримати аміачні конденсати з набагато нижчим вмістом аміаку.

При встановленні параметрів окремих ступенів вапняно-вуглекислотного очищення слід враховувати, що із збільшенням температури і тривалості ростуть і втрати цукрози від лужно – термічного її розкладу (так звані невраховані втрати).

Вважається, що за 1 хвилину на ПД розкладається 7 мг цукрози на 1 кг цукру, на основній дефекації – 14 мг/кг, на сатурації і фільтрації – 5 мг/кг.

4.2.4.5. Вимоги до вапняного молока та сатураційного газу.

Ефективність вапняно-вуглекислого очищення дифузійного соку в значній мірі залежить від якості вапняного молока, що є єдиним і основним хімічним реагентом процесу очищення, та складу сатураційного газу. Основними показниками якості вапняного молока є його активність, тобто вміст CaO , що розчиняється в соку, густина та відсутність завислих домішок (“піску”).

Активність вапняного молока зумовлена багатьма факторами, найважливішим з яких є якість випаленого вапна. Для умов цукрового виробництва важливою умовою є відсутність розплавів під час випалювання вапняку. В такому разі випалене вапно буде мати губчасту структуру, добре гаситися, а отримане вапняне молоко буде високоактивним. Оскільки вапняк завжди містить домішки, то необхідно слідкувати, щоб температура випалювання не досягала значень, при яких сплав домішок утворить перепал. Основною умовою недопущення такого явища є в першу чергу рівномірний розподіл коксу між кусками вапняку в кожному окремому місці печі.

Якість вапняного молока залежить не тільки від якості випаленого вапна, але і від умов його гасіння, де визначальним фактором є температура води, що для вищевикладених умов ($t_{\text{випал.}} = 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$) повинна бути $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, а тривалість гасіння – не більше 15 хв. Потрібно пам'ятати, що для м'яковипаленого вапна ($t_{\text{випал.}} = 950\text{ }^{\circ}\text{C}$) температура води для гасіння повинна бути низькою ($t_{\text{води}} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$), оскільки м'яковипалене високоактивне вапно, загашене гарячою водою, діє на соки негативно.

Велика тривалість перебування вапняного молока в резервуарах-дозрівачах дещо негативно впливає на активність внаслідок утворення агрегатів частинок Ca(OH)_2 та води (гексааква-комплекс), внаслідок чого активність знижується. У свій час у ВНДЦП був розроблений спосіб суперкавітаційної активації вапняного молока, який давав прекрасні результати, але не набув широкого розповсюдження внаслідок швидкого “зношування” робочої насадки кавітатора. Нами розроблений спосіб пароконденсаційного кавітаційного підвищення активності вапняного молока, який передбачає оброблення останнього ретурною парою в кількості 0,12...0,15 % до маси буряків у спеціально розробленому пристрої (рис.4.3.) Результати дворічної експлуатації його на Валуйському і Ржевському цукрових заводах (Росія) показали, що активність вапняного молока підвищилася на першому заводі на 5 % (початкова – 87 %) і на другому – на 14 % (початкова – 78 %). Апарат простий у виготовленні і надійний в експлуатації, встановлюється безпосередньо на трубопро-воді подачі вапняного молока перед дозаторами.

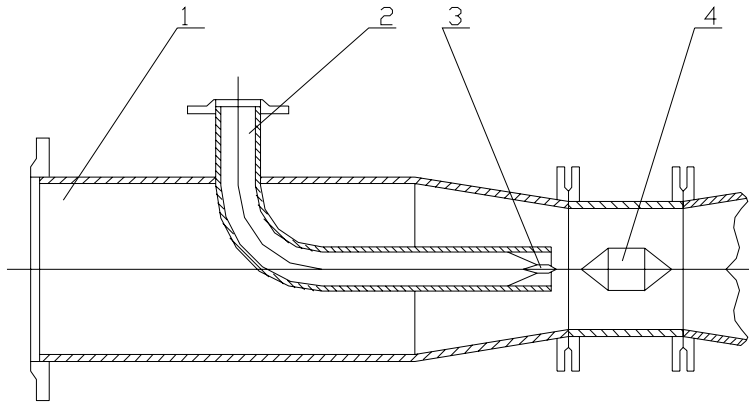


Рис. 4.3. Схема ПК кавітаційного пристрою для активації вапняного молока

1 – трубопровід вапняного молока, 2 – патрубок підведення пари, 3 – сопло, 4 – вставка-розподільник

Лабораторні дослідження впливу активності вапна на швидкість реакцій розкладу нецукрів в умовах ОД показали, що підвищення активності водно-вапняної суспензії на 10 % сприяє підвищенню швидкості розкладу глюкози на 15%.

Важливим показником вапняного молока є його концентрація, яку вважають

густиною і міряють на заводі денсиметром, що неправильно, оскільки останній призначений для дійсних розчинів, а вапняне молоко – це суспензія. Для таких розчинів правильнішим є ваговий спосіб. Але потрібно пам'ятати, що зниження густини вапняного молока на $0,01 \text{ г/см}^3$ зумовлює до додаткового введення на верстат 0,6 % H_2O до м.б. та додаткової витрати пари на випаровування її 0,2 % до м.б.

Для ефективного видалення з вапняного молока завислих дрібних домішок (піску), які спричиняють складність у дозуванні молока, зумовлюють до частих “продувок” апаратів дефекації та додаткових витрат цукрози з “піском”, існують ряд схем та пристроїв, серед яких найефективнішим слід вважати використання гідроциклонів на другому етапі очистки в дві стадії з організацією промивання нижнього сходу циклонів у спеціальному пристрої. З цією метою нами розроблений спеціальний шнек-промивач, в який подається вода, що йде на гасіння вапна, а утворена вапняна вода теж використовується для гасіння. Останнє зумовлює до часткового підвищення активності вапняного молока. Експлуатація такого пристрою на 5 цукрових заводах впродовж трьох сезонів показала, що додатково із заводу видалається 3...6 т промитого піску за добу.

Вимоги до сатураційного газу відомі: вміст CO_2 – не менше 28 %, кисню – не більше 2,0 %, оксиду вуглецю – не більше 1,0 %. За інших показників погіршується якість соку. Тому необхідно звести до мінімуму підсмоктування повітря в піч та підтримувати мінімальну питому витрату палива на випалювання.

4.2.4.6. I карбонізація (сатурація). Завдання I сатурації

Важливе місце в технологічному процесі займає I сатурація, від якої в значній мірі залежить не тільки загальний ефект адсорбційного очищення соку, але й швидкість фільтрування соку та витрати сатураційного газу на виробництво.

Коагулят нецукрів, що випав при ПВ, має рихлу желеподібну структуру, стисливий, тому відділити та промити його в процесі фільтрування складно, оскільки при стисканні різко зменшується об'єм пор в шарі осаду. Тому для забезпечення фільтрації коагулят необхідно або розподілити в надлишку іншого осаду, який би був нестисливий, або ж змінити структуру самого коагуляту шляхом дегідrataції та екранування. Таким матеріалом стали частинки карбонату кальцію.

Тому основним завданням І сатурації є утворення в провапнованому сокові частинок карбонату кальцію, адсорбція на їх поверхні нецукрів та формування осаду з добрими фільтраційно-седиментаційними властивостями.

Оскільки основна кількість нецукрів була осаджена на ПВ при певному надлишку вапна в розчині, то з метою унеможливлення зворотного переходу Нцк в розчин І сатурацію також закінчують при такій же концентрації вапна в розчині, як і на ПВ. Але при цьому приходится вирішувати дві взаємо протилежні задачі: адсорбційна здатність частинок CaCO_3 найбільша при високій лужності (рН), а фільтраційна їх здатність – навпаки, при низьких значеннях лужності. Тому оптимальною лужністю І сатурації слід вважати ту максимальну лужність, за якої наявні на заводі фільтри забезпечують задану продуктивність.

Механізм утворення осаду на І сатурації. Процес утворення осаду на І сатурації досить складний та складається з ряду стадій, лімітуючою при цьому є стадія розчинення CO_2 . Відомо, що швидкість розчинення CO досить невелика та залежить від величини рН середовища і концентрації цукрози. Із збільшенням концентрації Цк швидкість утворення іонів CO_3 зменшується, при 15 % сягає мінімуму а потім знову збільшується.

В провапнованому соку, що поступає на сатурацію, більша частина вапна (85 %) перебуває в осаді і тільки 15 % - в розчині, що еквівалентно приблизно лужності 0,25 % CaO . Але Ca(OH)_2 на І сат. встигає перейти з осаду в розчин, тому лужність швидко знижується від 1,7 - 2,0 % CaO до 0,15 % CaO і тримається на цьому рівні, поки в осаді є вапно. Встановлено, що швидкість розчинення Ca(OH)_2 залежить від дисперсності твердої фази та від гідродинамічної ситуації в реакторі.

Хімічні реакції: $\text{CO}_2 + \text{OH} = \text{HCO}_3$

$\text{HCO}_3 + \text{OH} = \text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

Спочатку в розчині в результаті взаємодії іонів Ca^{2+} та CO_3^{2-} при надлишку першого утворюються міцели CaCO_3 , що є активним адсорбентом. Ступінь їх дисперсності настільки велика, що візуально вони не визначаються, а їх адсорбційна здатність характеризується позитивним ζ – потенціалом, що обумовлюється наявністю в розчині іонів кальцію (потенціал – визначальні іони). У ПЕШ знаходиться еквівалентна кількість проти іонів, які знаходяться в динамічній рівновазі з іонами того ж знаку, що не входять в ПЕШ і знаходяться в розчині. Проти іони, що мають протилежний частинкам карбонату заряд, адсорбуються в такій кількості, що не тільки нейтралізують позитивний заряд карбонату кальцію, але й перезаряджають його.

Але процес утворення кристалічного CaCO_3 надзвичайно складний та проходить через ряд стадій, зв'язаних з утворенням комплексних з'єднань, так званих “вуглекальцієвих цукратів” $(\text{CaCO}_3)_x(\text{CaO})_y(\text{Цк})_z$. В процесі сатурування комплексні з'єднання змінюються. Якщо після їх утворення пропускати CO_2 , то утворюються колоїдні розчини – золь CaCO_3 . За подальшого зменшення лужності золь стає нестійким, желатиноподібним і випадає гель CaCO_3 , який в подальшому переходить в кристалічний CaCO_3 , що добре фільтрується. Звідси висновок – фільтраційна здатність осаду І сатурації буде тим кращою, чим нижче лужність соку, тому що в такому випадку зменшується кількість цукратів.

Структура частинок осаду соку І сатурації. Відносно структури осаду соку І сатурації існує дві точки зору. Згідно однієї з них на позитивно заряджених кристалах CaCO_3 адсорбовані негативно заряджені частинки ВМС, тобто частинки CaCO_3 знаходяться ніби всередині агрегатів осаду.

Дослідження сатураційного осаду з допомогою мікроскопу показали, що значна частина його складається з агрегатів розміром 10 - 12 мкм (Р.Освальд). Крім цього було встановлено, що поверхня частинок осаду колоїдів “інкрустовані” частинками кристалічного CaCO_3 розміром приблизно 0,3 мкм. При цьому така адсорбція CaCO_3 на поверхні осаду ВМС сприяє добрій фільтрації, яка мало залежить від розміру агрегатів.

Взаємодія частинок осаду колоїдів з кристалічним CaCO_3 пояснюється різноманітністю зарядів їх. Величина заряду “інкрустованого” агрегату залежить від кількості кристалічного CaCO_3 , що утворилася в процесі сатурації, тобто від кількості вапна на очищення. “Інкрустовані” частинки CaCO_3 так міцно зв’язані з коагулятом колоїдів ВМС, що спроба відділення їх шляхом перемішування чи в колоїдних млинів не дала результатів.

В літературі є дані, що при добавленні вапна більше 80 % до маси нецукрів дифузійного соку осад соку І сатурації має позитивний заряд. Але проведені нами дослідження показали, що навіть при добавленні 300 % вапна до кількості нецукрів осад завжди має негативний заряд, що пояснюється негативним впливом на заряд частинок осаду такого поліелектроліту як пектин.

У фільтраційному осаді соку І сатурації поряд з карбонатом кальцію та іншими солями міститься також деяка кількість CaO та Ca(OH)_2 , що не вступили в реакцію. Цю кількість можна визначити як різницю в титруванні кислотою не фільтрованого та фільтрованого соків І сатурації. Експериментально встановлено, що ця різниця може складати від 0,05 до 0,1 %, тобто в непромитому фільтраційному осаді вміст CaO складає 0,5 – 1,5 % до м. осаду, що складає 0,1 – 0,3 % CaO до м.б. А ця кількість вапна дала б 0,18 – 0,54 % CaCO_3 , що відповідно підвищило б ефект адсорбційного очищення.

Наявність частинок CaO в осаді можна пояснити тим, що вони знаходяться всередині агрегатів осаду, тобто вони повністю або ж частково екрановані частинками ВМС та CaCO_3 . Вміст частинок CaO у фільтраційному осаді залежить від якості буряків, від схеми очищення та від способу проведення І сатурації.

Вплив різних чинників на видалення нецукрів в умовах І сатурації.
Величина рН (лужності) є визначальним фактором. Встановлено, що залежність видалення нецукрів на І сатурації від лужності має максимум, величина якого знаходиться за лужності 0,11...0,12 % CaO (рис. 4.4.). Потрібно пам’ятати, що величина оптимальної лужності І сатурації залежить від якості буряків, а саме – від натуральної лужності, при збільшенні якої величина оптимальної лужності (ОЛ) зміщується в сторону більших значень. Підтримання високої ОЛ на І сатурації має важливе значення для запобігання випарної станції від “загорання”. Особливо важливо тримати високу лужність на І сатурації за умов роботи з вапняком, що вміщує підвищену кількість магнію, тому що за таких умов магній випадає в осад на сатурації, а не на ВУ. Відомо, що секціонування сатураторів також сприяє підвищенню ефекту адсорбційного очищення. Однією з різновидностей

секціонування є ведення I сатурації у двох окремих апаратах з підтримуванням на першій ступені лужності не менше 0,4 % СаО.

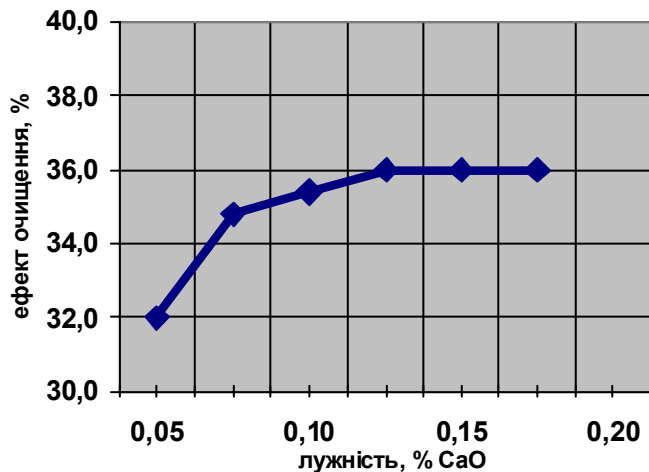


Рис.4.4. Залежність ефекту очищення на I сатурації від величини кінцевої лужності соку

Витрати вапна є напевно найважливішим чинником з точки зору впливу на адсорбційне очищення, оскільки із збільшенням витрат вапна збільшується і кількість утвореного адсорбенту та ступінь видалення нецукрів, хоча лінійної залежності між останніми двома факторами немає. Так при витраті 1,5 % СаО ефект очищення складає 30 %, а при 2,0 % СаО – 37 % . Але не потрібно забувати, що збільшення витрат вапна на

очищення спричиняє до розбавлення соку водою вапняного молока та збільшує кількість сатураційного осаду, що може викликати ускладнення на станції фільтрації та збільшити втрати цукру із осадом (збільшення витрати вапна на 0,1 % СаО до м. б. рівноцінно додатковій втраті 0,004 % цукру, що для заводу 3000 т/добу складає 120 кг за добу).

- **Тривалість I сатурації** і ефект адсорбції мають обернену пропорційність, тому що за короткої (миттєвої), сатурації утворюється більш дрібний осад з великою поверхнею, що покращує адсорбційне очищення. Проте внаслідок малої розчинності $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при високій температурі (менше 1,8 г СаО на 1 л) частинки СаО будуть повністю перетворені в CaCO_3 тільки протягом певного часу та при доброму перемішуванні, чому сприяє організація в сатураторі внутрішньої багатократної рециркуляції. В протилежному разі частинки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ззовні покриваються частинками CaCO_3 , що не тільки збільшує кількість промивів, сприяє різкому “загорянню” фільтрувальної тканини, але й знижує ефект видалення нецукрів за рахунок невикористання частини затраченого вапна, що потрібно на очищення. Тривала сатурація, що має місце при використанні сатураційного газу з низьким вмістом CO_2 , зумовлює до погіршення якості очищеного соку та до значного охолодження соку. Тому зараз рекомендується тривалість I сатурації в одному апараті близько 10 хв, так як при більшій швидкості процесу складно витримувати задану лужність.

Способи ведення I сатурації. До найбільш важливих з технологічної точки зору способів проведення I сатурації можна віднести: спосіб пересатурування, спосіб одночасної дефекосатурації, спосіб внутрішньої рециркуляції та спосіб двохступеневої фракціонованої сатурації.

- **Спосіб пересатурування** до рН нижче оптимального в основному застосовується при переробленні буряків низької якості для покращення седиментаційно-фільтраційних властивостей осаду соку I сатурації. Проте, як відомо, за цих умов підвищується кольоровість соку та вміст солей кальцію, тому

такий спосіб можна використовувати лише як крайню міру для покращення фільтрації

- При **дефекосатурації** вапно і сатураційний газ подають одночасно, завдяки чому протягом всього процесу сатурації є можливість підтримувати певне задане значення рН. Такий спосіб позитивно впливає на фільтраційну здатність осадів, тому що CaCO_3 кристалізується із менш пересичених розчинів протягом тривалого часу, а це забезпечує утворення кристалів CaCO_3 більших розмірів. Низька лужність зумовлює також до меншого розкладу РР, в результаті чого сік одержується меншої забарвленості, але недостатньо термостійкий.

Одночасна дефекосатурація є одним із ефективних способів укрупнення частинок сатураційних осадів і покладений в основу Брауншвейської схеми очищення, в якій така дефекосатурація проводиться в три ступені. В умовах цукрових заводів України одночасну дефекосатурацію можна проводити в разі необхідності різного покращення фільтраційної здатності осаду соку І сатурації, відключивши або максимально скоротивши основну дефекацію та перерозподіливши частину вапна безпосередньо в сатуратор.

- Внутрішня багаторазова рециркуляція проводиться за умов модернізації конструкції апаратів І сатурації, із встановленням внутрішньої циркуляційної труби (рис. 4.5.) або секціонування внутрішнього об'єму за рахунок радіальних перегородок, що утворюють декілька рециркуляційних контурів (рис.5). Така рециркуляція сприяє не тільки покращенню фільтраційних властивостей осаду, а й зумовлює до зменшення вмісту вільного вапна у фільтраційному осаді.

Розроблений нами спосіб модернізації типових сатураторів із організацією внутрішньої безнасосної рециркуляції та зони з підвищеною лужністю за рахунок встановлення променевих барботерів, циркуляційної труби та підведення дефекованого соку через карбонізатор-розподільник дозволяє значно підвищити ефективність проведення І сатурації. Карбонізатор-розподільник забезпечує також одержання ефекту так званої “маятникової” сатурації, що значно покращує фільтраційні властивості соку. Спосіб впроваджено на 9 цукрових заводах. Встановлено, що за цих умов досягається ступінь використання діоксиду вуглецю до 75%, значно покращується фільтраційна здатність соку та спрощується управління процесом, підвищується загальний ефект очищення на 1,4...1,9 %.

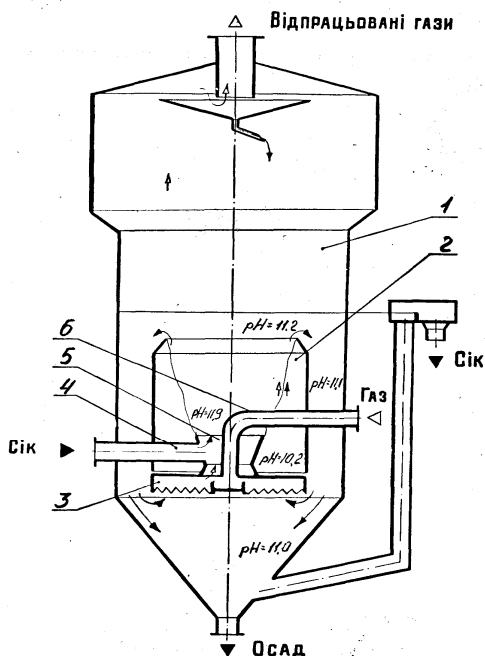


Рис. 4.5. Схема сатуратора із внутрішньою циркуляційною трубою та карбонізатором-розподільником:

1 – корпус; 2- циркуляційна труба; 3 – барботер;
4 – трубопровід дефекованого соку; 5 – карбонізатор-розподільник; 6 – трубопровід сатураційного газу

Наприклад, на Чернянському цукровому заводі (Росія) після впровадження цих двох заходів були відключені відстійники попередньодефекованого соку, після чого кількість фільтрів ФІЛС-100 соку І сатурації не

збільшилась, а один вакуум-фільтр було виключено. На Чортківському цукровому заводі за аналогічної ситуації при середньодобовій продуктивності в 6800 т буряків в роботі було два, інколи три вакуум-фільтри, а витрата фільтрувальної тканини за сезон 2000 року була скорочена в порівнянні за аналогічний по тривалості 1999 року більш як на 30 %. Аналогічні результати одержані на Гнідавському, Володимир-Волинському та Валуйському (Росія) цукрових заводах. До речі, на останньому через обвал футеровки в одній з двох вапняно-випалювальних печей завдяки високому ступеню утилізації вуглекислого газу та добрих фільтраційних властивостей сатураційних осадів вдалося більше місяця працювати із загальною витратою вапна на очищення в межах 1,9...2,0 % CaO до м.б. без зниження продуктивності заводу. І що цікаво, Валуйський цукровий завод за результатами сезону 2000 р. зайняв 1 місце в Росії по виходу цукру та коефіцієнту виробництва.

Проте, як показала практика, на заводах невеликої потужності за наявності сатураторів малого діаметру (до 3 метрів) не доцільно застосовувати циркуляційну трубу через ускладнення при цьому проведення ремонтно-очисних робіт та частому “провалюванню” сатуратора внаслідок утворення “факельного” режиму. Тому нами запропонована нова конструкція апарата з секційними циркуляційними контурами (рис. 4.6.).

Модернізований за таким принципом сатуратор два сезони відпрацював на Соснівецькому цукровому заводі, що дозволило підвищити чистоту очищеного соку на 0,9 %, а ефект очищення – на 2,8 %, підвищити ступінь використання вуглекислого газу на 13 % і зменшити

витрати вапна на 0,1 % CaO до м.б. Крім цього, значно поліпшилось керування процесом сатурації. За таким принципом проведена модернізація апарата II сатурації на Красилівському та Клембівському цукрових заводах.

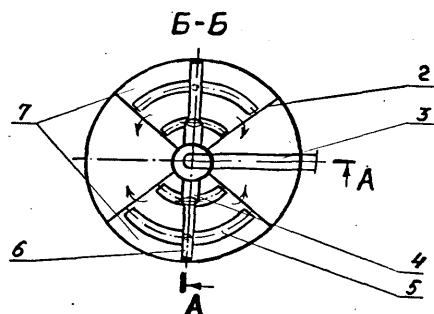
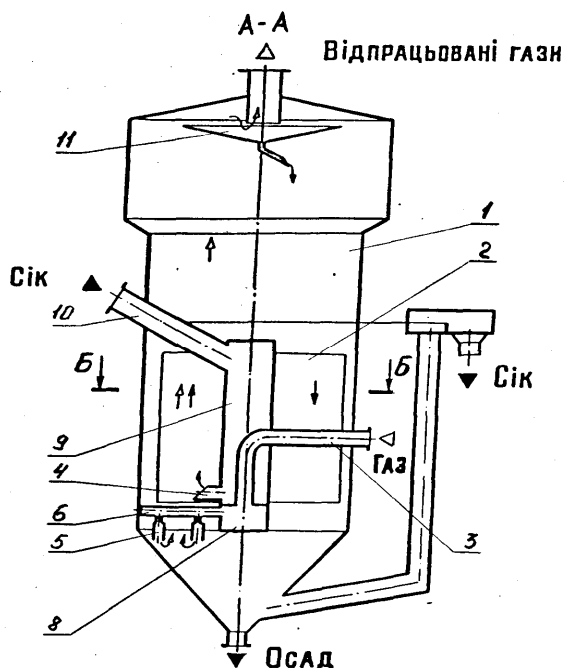


Рис. 4.6. Схема прямоотно-рециркуляційного сатуратора, секційованого шляхом встановлення радіальних перегородок:

1 – корпус; 2 – радіальні перегородки; 3 – трубопровід підводу сатураційного газу; 4 – патрубок; 5 – барботер; 6 – радіальні промені; 7 – більші секції; 8 – колектор сатураційного газу; 9 – труба; 10 – трубопровід; 11 – секатор

Двоступенева сатурація. Процес I сатурації найбільш доцільно проводити у два ступені у двох окремих сатураторах, про що свідчать дані практичної роботи за даною схемою заводів: Шепетівського, Пальмірського, Волочиського, Ланівського, Чернянського та ін.

Двоступенева І сатурація з організацією в І “Б” сатураторі внутрішньої рециркуляції дозволяє не тільки підвищити ефект адсорбційного очищення соку та підвищити ступінь використання діоксиду вуглецю з одночасним зменшенням витрат вапна, але й значно покращити седиментаційно-фільтраційні властивості осаду соку І сатурації. Крім цього, правильне проведення двоступеневої сатурації дозволяє організувати повертання на попередню дефекацію карбонізований на 50 % дефекований сік після І “А” сатуратора, що скорочує кількість повертань більш як на 30 % та значно підвищує ефективність процесу попередньої дефекації. Такий спосіб впроваджено на Волочиському та ім.Цюрупі цукрових заводах, що дозволило не тільки підвищити якість цукру, але й знизити витрати вапна на 0,18...0,20 % СаО до м.б. і значно покращити фільтраційні властивості соку І сатурації.

4.2.4.7. II вапнокарбонізація

Мета II дефекосатурації – завершення максимально можливого розкладу РР, додаткове адсорбційне очищення соку та зниження в ньому до мінімуму вмісту солей кальцію ($L = 0,02\%$ СаО, $pH = 9,0...9,5$).

Вважається, що головну роль в процесах II сатурації виконують луги - калій та натрій, які знаходяться в ДС у вигляді органічних та неорганічних солей кислот. При добавленні вапна проходять реакції обміну, в результаті яких вивільнюється частина лугів у вигляді гідроокисів. Їх суму в еквіваленті СаО називають натуральною лужністю. Величина останньої залежить від вмісту К та натрію в буряках та від кількості кислот, які не утворюють з вапном нерозчинного осаду. Чим більше таких кислот, тим менша величина натуральної лужності (НЛ) (рис.4.7.).

Вміст солей кальцію в соку буде найменшим, коли гідроокиси калію та натрію будуть перетворені в карбонати, які в свою чергу переводять розчинні солі кальцію в осад у вигляді карбонату. В залежності від якості буряків величина опти-мальної лужності складає від 0,018 до 0,022 % СаО, що відповідає pH соку 8,5 – 9,4.

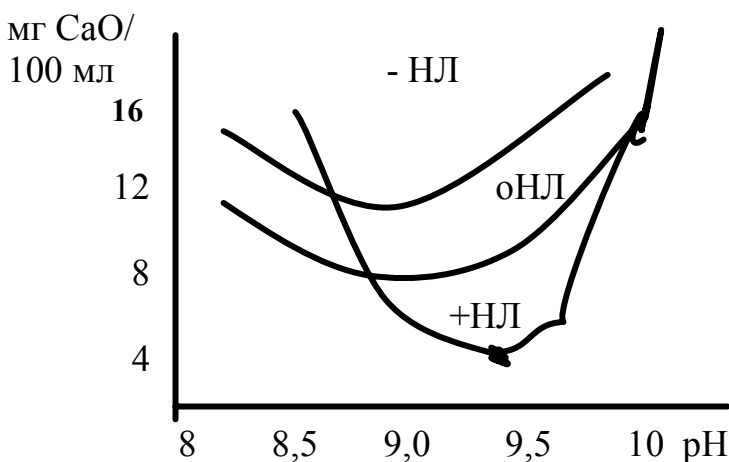


Рис. 4.7. Залежність вмісту солей кальцію в соку під час II сатурації від величини pH

Теоретичну НЛ визначають, титруючи фільтрований сік І сатурації по ф/ф та віднімаючи вміст солей кальцію, визначеного комплексометричним способом. Але так як титрування по ф/ф закінчується при pH 8,2, то в показник НЛ входить і

буферна лужність (аміачна), яка не впливає на видалення солей кальцію. Тому більш правильно користуватися показником “ефективної лужності”, яку визначають, титруючи сік до рН 9,2. Знаючи ЕЛ, можна визначити кількість соди, яку потрібно додати в сік, якщо ЕЛ менше 0,005 % СаО:

$$m\text{Na}_2\text{CO}_3 = 18,9 (0,005 - \text{ЕЛ}), \text{ кг/м}^3$$

Величина ЕЛ, як і НЛ, залежить від складу сировини, умов проведення процесу дифузії та очищення. Різноманітні порушення технологічного режиму (перегрів соку на ДУ, інфікованість мікроорганізмами, підвищений вміст мезги, мала витрата вапна, надлишкова рециркуляція соку, неритмічність роботи заводу) зумовлюють до зниження ЕЛ соку. Тому доцільно визначати її у всіх соках, починаючи з ДС, тому що ЕЛ має бути постійною.

В соку II сатурації частина карбонату кальцію не випадає в осад, а залишається в розчині в пересиченому стані і може сягати 60 – 70 % до загального вмісту в насиченому стані. Утворення пересиченого розчину зв'язано з дією ВМС (пектин, білок, декстрин), які затримують утворення та ріст СаСО₃. З підвищенням температури, збільшенням вміст СаСО₃ та перемішуванні вплив захисної дії колоїдів зменшується.

Для зниження вмісту солей кальцію на II сатурації в сік додають соду, що в ряді випадків не тільки не зменшує “загорання” ВУ, а навпаки, збільшує. Це зв'язано з тим, що солі кальцію за додаванням соди видаляються нерівномірно в залежності від концентрації вільних іонів Са та СО₃. Видалення солей кальцію можна вважати безпечним, якщо відношення концентрації Іонів Са до СО₃ буде близьким до одиниці. Якщо воно буде порушено в сторону збільшення вмісту СО₃, то на ВУ можливо випадання ще більшої кількості осаду в порівнянні з тим, що було без оброблення соку. Пояснюється це присутністю в соку значної кількості таких солей кальцію, як комплексні з'єднання з амінокислотами, які при згущенні випадають в осад.

Крім соди додають і тринатрійфосфат, який утворює з кальцієм малорозчинний трикальційфосфат. Останній випадає в осад значно повніше і скоріше, крім цього він не утворює на поверхні нагріву накипу. Нормативна витрата соди складає 5 кг на 100 т буряків, тринатрійфосфату – 10 кг. Соду бажано додавати в контрольний ящик I сатурації, або навіть на ПВ, тому що при внесенні в контрольний ящик II сатурації на ряді заводів спостерігається деяке зниження рН соків та сиропу. Тринатрійфосфат додається в сік II сатурації.

Але потрібно пам'ятати, що вказані реагенти – сильні мелясоутворювачі: одна маса лужної добавки переводить в мелясу приблизно 5,5 одиниць цукрози, тобто на 1 т соди додатково в мелясу перейде 5 т цукру.

Вважається, що при переробленні буряків доброї якості вміст солей кальцію в очищеному соку складає 0,02 – 0,04 % СаО на 100 г СР соку, а соку середньої якості – 0,04 – 0,07 %. На наших заводах ця величина часто набагато вища – від 0,1 до 0,5 %, що зв'язано з переробленням буряків погіршеної якості та проведенням технологічних процесів в неоптимальному режимі.

К.Вуков запропонував визначати коефіцієнт правильності очищення соку (Кс)

Солі Са в соку II сат.

$$K_c = \frac{\text{Солі Са в соку II сат.}}{0,224 \text{ РР}_{\text{д.с.}} + 2 \alpha\text{-амін. азот}}$$

Якщо K_c до 0,1 – очищення добре, до 0,3 – посереднє.

Зняття пересичення CaCO_3 в соку II сатурації також сприяє проведенню процесу з внутрішньою рециркуляцією.

Багато спеціалістів вважає, що за умов перероблення буряків низької якості більш важливим показником, ніж вміст солей кальцію, є лужність сиропу, тобто рН його не менше 8,0.

Досить ефективним засобом зняття пересичення на II сатурації є додавання невеликої кількості вапна перед II сатурацією.

Додаткове вапнування перед II сатурацією. Параметри дефекації перед II сатурацією: рН = 11,0, тривалість – до 5 хв. Зрозуміло, що при таких параметрах з витратою вапна 0,25 % СаО до м.б. говорити про реакції розкладу та додаткову адсорбцію нецукрів можна цілком умовно.

Але при переробленні буряків низької якості вапнування перед II сатурацією може сприяти покращанню наступних показників роботи заводу:

Ефект очищення соку підвищується на 3...10 % за рахунок адсорбції амінокислот, декстрину, меланоїдинів, продуктів розкладу РР;

Зменшується ступінь “загорання” ВУ та полегшується уварювання утфелів в результаті зменшення вмісту солей кальцію на 20 - 30 %;

Підвищується термостійкість соку. Доказано, що за витрати 0,3 % СаО до м.б. при 95 °С за 3 хв. розкладається майже 100% РР, якщо їх вміст в ДС складав 0,4% до м.б. Але тривалість більше 6 хв. небажана, тому що за цих умов може наступити розклад Цк.

Зменшується ступінь “загорання” підігрівачів перед II сатурацією, якщо вапно добавлено до підігріву.

Але досвід показує, що видалення нецукрів на II сатурації за типовою схемою незначне, складає приблизно 5%, що майже в 3 рази менше у порівнянні з ПВ. Тому устремління по збільшенню витрат вапна на II сатурацію за умов перероблення буряків нормальної якості необґрунтоване, а якщо говорити про перерозподіл вапна в сторону більшого його кількості на II сатурацію за рахунок зменшення на I сатурацію взагалі не витримує критики.

Способи зниження вмісту солей кальцію. Кальцієві солі в соку II сатурації з технологічної точки зору потрібно розділяти на дві групи:

Солі тимчасової жорсткості, у формі пересиченого розчину карбонатів, що здатні кристалізуватися за перемішування чи кип'ятіння соку в присутності частинок CaCO_3 ;

Солі постійної жорсткості, котрі не випадають в осад під час кип'ятіння та не сорбуються карбонатом кальцію.

Тому на II сатурації в основному необхідно боротися за максимальне видалення першої групи солей. Проведені дослідження соку II сатурації за його попереднього оброблення вапном показали, що ефект дозрівання залежить

від рН не фільтрованого соку. Так, якщо рН соку відповідає оптимальному його значенню по мінімуму вмісту солей кальцію ефект дозрівання дорівнює нулю.

Якщо ж рН соку II сатурації нижче оптимального значення, дозрівання при 90 °С за 5 хв. завершується та дає позитивний ефект, вміст солей кальцію помітно зменшується.

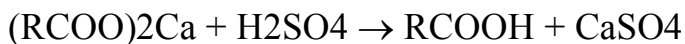
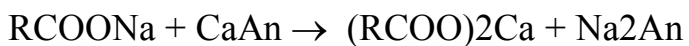
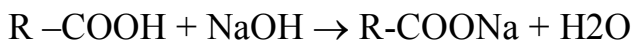
При рН не фільтрованого соку II сатурації вище оптимального значення в процесі дозрівання вміст солей кальцію в соку помітно збільшується.

Підвищення величини НЛ. За умов перероблення буряків з низькою НЛ отримати сироп із лужною реакцією можна двома шляхами:

1. сік II сатурації сатурувати до більш високої лужності – 0,025 ...0,03% СаО, що приблизно на 0,005 - 0,01 % вище за оптимальне значення. Звісно, при цьому має місце дещо завищений вміст солей кальцію, які можуть випасти на поверхні нагріву ВУ. Але це дозволяє уникнути отримання кислих сиропів і тим самим розклад Цк.

Підвищити величину НЛ можна шляхом додавання соди або тринатрійфосфату. Цей спосіб дозволяє отримати більш термостійкий сироп та сприяє меншому “загоранню” ВУ в порівнянні з 1 способом. Але недоліком його є додаткові втрати Цк в мелясі.

2. використання іонообмінників є найбільш ефективним способом пом'якшення соку II сатурації, але класичні способи мають суттєві недоліки. Основним з яких є великі початкові затрати, утилізація відходів та ін. Але вже розроблені способи використання іонообмінників, коли регенерація здійснюється сірчаною кислотою за схемою:



і регенераційна рідина подається в дифузійний апарат для підвищення концентрації СР жому.

Апаратурне оформлення процесу. НВО “Цукор” розробило і впровадило на багатьох заводах України установку типу Ш1-ПСВ, яка складається з дефекатора перед II сатурацією, апарата II сатурації та дозрівача. На більшості ж цукрових заводів для II сатурації використовують безбарботерні апарати з решітками чи без них, що працюють за принципом протитечії, а реально – при однаковій лужності. Недоліками цих апаратів є мала ступінь утилізації CO₂ (≈ 55%), незначне використання адсорбційної здатності частинок СаСО₃ та саме головне – нестабільність в підтримуванні заданої кінцевої величини рН соку.

При використанні вапна на defeкацію перед II сатурацією потрібно мати на увазі, що адсорбція нецукрів в такому разі завершується при ≈ 9,3, тобто за зовсім інших умов, ніж на I сатурації. Тому прагнення до збільшення витрати вапна на defeкацію перед II сатурацією за рахунок зменшення його на I сатурацію при переробленні буряків нормальної якості необґрунтовано і не дає додаткового ефекту.

З метою підвищення ефективності II defeкосатурації нами розроблений новий спосіб проведення процесу, згідно якого фільтрований сік I сатурації,

змішаний з вапняним молоком в кількості 0,25...0,35 % CaO до м.б. та підігрітий до 93 °С, подається не в дефекатор перед II сатурацією, а на форсунки, розташовані у верхній частині апарату II сатурації (рис.4.8.). При цьому за рахунок контакту високолужного соку з відпрацьованим сатураційним газом відбувається часткова карбонізація гідроксиду кальцію (приблизно 18...22 %). За допомогою спеціального пристрою розпилений і частково карбонізований сік збирається у верхній частині апарату і самопливом подається у верхню частину дефекатора. При необхідності туди подається ще до 0,1 % CaO та забезпечується тривалість II дефекації не менше 3 хвилин для максимально можливого розкладу РР та амідів. З дефекатора сік подається в нижню частину апарату II сатурації, обладнаного внутрішньою циркуляційною трубою і променевим барботером, де обробляється свіжим сатураційним газом до оптимальної лужності. Тобто фактично процес II сатурації проводиться у дві стадії.

Така конструкція нижньої частини сатуратора дозволяє організувати в апараті прямоточно-рециркуляційний режим руху сокогазової суміші. За рахунок підвищеної приведенної швидкості газового потоку, що забезпечується малою площею циркуляційної труби та інтенсивним барботажом сатураційного газу, в декілька разів збільшується швидкість утворення частинок CaCO_3 , що також є важливою умовою підвищення їх адсорбційної здатності. Процес утворення міцел карбонату кальцію проходить та завершується у внутрішньому об'ємі циркуляційної труби (зона "активної" сатурації), де соко-газова суміш рухається вгору за рахунок нижчої густини, ніж у соку. За межами циркуляційної труби сік опускається вниз, де утворення нових молекул CaCO_3 не відбувається, тому що в цей об'єм свіжий газ не поступає, але йде активна кристалізація розчинених в соку карбонатів кальцію і магнію на готових частинках CaCO_3 (зона "пасивної"

сатурації). Це сприяє не тільки різкому зниженню пересичення соку цими солями, але й покращує його фільтраційну здатність.

Проведення II сатурації за розроблюваним способом дозволяє підвищити ступінь використання CO_2 до 82...85 % і підвищити чистоту соку II сатурації. Останнє досягається

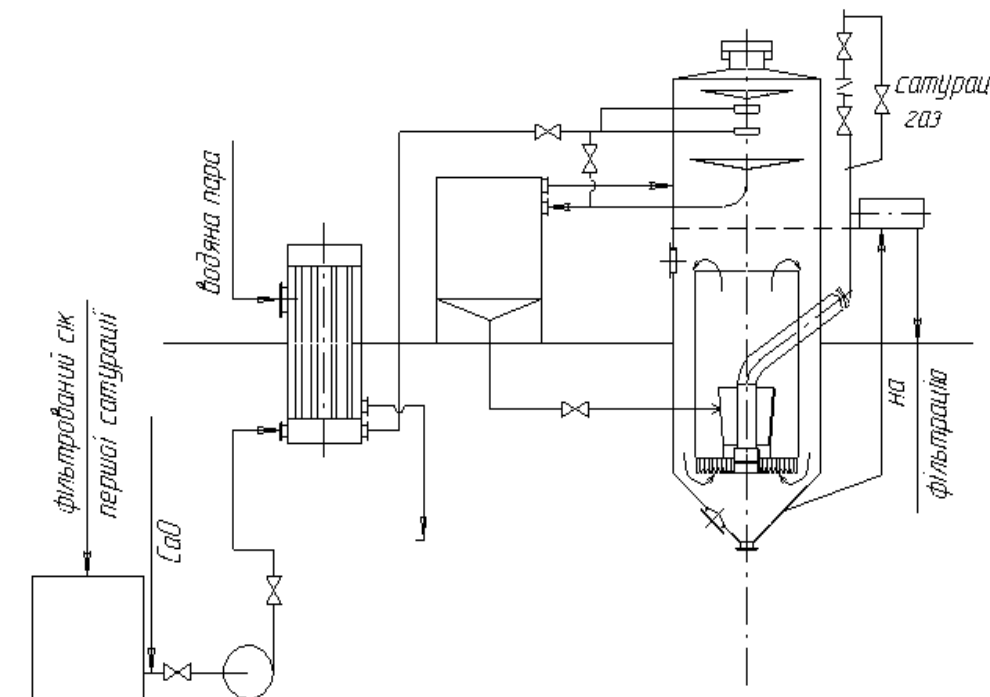


Рис.4.8. Схема проведення процесу другої дефекосатурації з частковою карбонізацією соку перед дефекацією

тим, що утворені на дефекації перед II сатурацією продукти розкладу інвертного цукру та амідів адсорбуються на присутніх в розчині високоактивних частинках

CaCO_3 , утворених при розпилюванні соку у верхній частині сатуратора (перша стадія сатурації). Завдяки високому ступеню дисперсності попередньоутвореного карбонату кальцію та його активації гідроксидом кальцію перед подачею в дефекатор збільшується електрокінетичний потенціал частинок осаду, що сприяє активній адсорбції новоутворених в процесі дефекації меланоїдинів та солей кальцію і їх “екрануванню” свіжо утвореним карбонатом кальцію на другій стадії сатурації. Тому наступне зниження лужності до оптимальної для соку II сатурації не зумовлює їх десорбції.

За описаним принципом в сезон 2001 року на цукровому заводі ім.Цюрупи була змонтована установка для проведення II дефеко-сатурації, яка працювала більше 7 тижнів. Проведенні дослідження показали, що ведення процесу за таким способом зумовлює до зниження в очищеному соку вмісту солей кальцію на 15...17 % та забарвленості на 19...23 %, підвищенню чистоти на 0,30...0,38 од.

Крім того, значно підвищується ступінь поглинання CO_2 , який склав в середньому 83 %, що на 30 % перевищує аналогічний показник за типовим способом.

4.2.5. Технологічні аспекти відокремлення сатураційних осадів

4.2.5.1. Способи укрупнення частинок осаду

Ефективність відокремлення твердої фази осаду від не фільтрованого соку I сатурації залежить в основному від двох факторів:

- Седиментаційно-фільтраційних властивостей соку I сатурації;
- Типу обладнання для відокремлення твердої фази.

Перше залежить від розміру (чим більший, тим краще) та рівномірності частинок осаду. Тому в цукробуряковому виробництві розроблено цілий ряд заходів, направлених на укрупнення частинок осаду. Основними з них є:

1. прогресивне попереднє вапнування;
2. рециркуляція не фільтрованого соку на ПВ;
3. рециркуляція соку в сатураторах;
4. одночасне ПВ з сатурацією. При цьому розрізняють спосіб одночасного ПВ дифузійного соку з сатурацією та сатурування соку ПВ з додаванням або без додавання додаткової кількості вапна до нормальної лужності або з пересатуруванням.
5. використання флокулянтів;
6. пересатуруванням соку I сатурації.

Включення в схему того або іншого способу залежить від того, на що направлено вирішення задачі – на покращання фільтраційної здатності соку чи його якісних показників та визначається в першу чергу якістю буряків.

Розробка способів укрупнення частинок осаду соку I сатурації було зумовлено в першу чергу переходом від періодичних фільтр-пресів до відстійників та вакуум-фільтрів, що було безперечним кроком вперед з точки зору механізації технологічного процесу. Але з технологічної точки зору всі способи

укрупнення частинок осаду є небажаними, тому що вони зумовлюють до погіршення якості соку, додатковому розкладу Цк та додаткових витрат вапна.

Рециркуляція соку на ПВ пов'язана з пептизацією Нцк та додатковим розкладом Цк. Крім цього, при зміні кількості повертань необхідно коригувати і лужність на ОД по ф/ф, що у виробництві практично не проводиться, а це призводить до різкого збільшення витрат вапна на очищення.

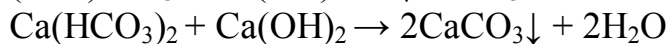
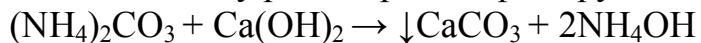
4.2.5.2. Відокремлення осадів

На ефективну роботу любого типу фільтрів впливають три основних чинники: фізико-хімічні властивості фільтраційного осаду, “загорання” фільтруючої тканини та різниця тисків.

Відносно впливу окремих етапів вапняно-вуглекислого очищення на формування малогідратованого та рівномірного осаду було сказано вище. Тому в цьому розділі більш докладно зупинимось на причинах “загорання” тканини, тобто відкладення на ній осадів (інкрустація).

Основною складовою осадів, що відкладаються на тканині фільтрів I та II сатурацій, є CaCO_3 . Через складну суміш нецукрів у заводських соках карбонат кальцію утворює пересичені розчини, з яких він викристалізовується на фільтрах. Одним з ефективних способів зняття такого пересичення до фільтрів є правильне проведення ПД, організація рециркуляційних контурів в сатураторах та застосування відстійників-дозрівачів соку II сатурації.

Другою причиною “загорання” тканин є застосування для промивання осаду води, що містить велику кількість вуглекислого амонію або розчинних бікарбонатів. В такому разі в процесі фільтрування відбуваються такі реакції:



При цьому свіжоутворений CaCO_3 кристалізується на волокнах тканини, величина шпарин зменшується, що різко погіршує фільтрацію. У зв'язку з цим бажано аміачну воду деамонізувати, або ж для зменшення в ній вмісту аміаку вивести аміачні відтяжки в атмосферу. Звідси висновок – в аміачній воді бажано контролювати вміст аміаку (з допомогою реактиву Несслера) навіть якщо ця вода і не використовується для живлення дифузії (що також неправильно)

Затвердіння тканини може спричиняти і застосування для промивання осаду барометричної води з високим вмістом солей. В такому разі воду перед використанням необхідно попередню готувати (наприклад, шляхом дефекосатурації або ж сульфитації), що дозволить продовжити тривалість роботи тканини на 7...10 днів.

Особливо сильне “загорання” відбувається за умови змішування аміачної та барометричної вод, коли для промивання осаду застосовують аміачну, а для регенерації тканини (на вакуум-фільтрах) – барометричну. Різко знижує тривалість служби тканини використання у великих кількостях жирів для піногасіння та формаліну.

На фільтрах II сатурації сильне “загорання” може бути і при добавленні соди в контрольний ящик II сатурації, яка знімає пересичення CaCO_3 . Тому соду краще додавати до II сатурації (особливо при прямій фільтрації соку без відстійника).

Потрібно також пам'ятати, що в разі роботи II сатурації із підвищеною лужністю або ж направлення на сульфітацію мутних соків на фільтрах сульфітованого соку може різко “загорати” тканина внаслідок кристалізації CaSO_4 та CaSO_3 .

4.2.6. Сульфітація та її вплив на якість соків і сиропів.

Задача сульфітації – зниження забарвленості соків шляхом відновлення барвних сполук у безбарвні, зниження лужності і в'язкості сиропу шляхом переводу карбонатів K^+ і Na^+ у відповідні сульфіти. Проводити сульфітацію соку необхідно так, щоб після неї в соку залишилось 0,004...0,03 % надлишкового SO_2 . Встановлено, що інші окислювачі – H_2O_2 , Cl_2 , CaOH_2 , O_3 і т.д. не дають ефекту стабілізації забарвленості, хоча в момент вводу їх в сік спостерігається тимчасове зниження забарвленості.

Сульфітація соку особливо необхідна за умов перероблення соків з високою натурального лужністю, які на II сатурації не можна пересатурувати через підвищення в соку солей кальцію (бікарбонати).

Відомо, що розчинність CaSO_3 майже в десять разів, а CaSO_4 – майже в сто разів вищі, ніж CaCO_3 . Тому дуже важливо максимально видати солі кальцію на II сатурації, інакше на сульфітації будуть утворюватися більш розчинні солі, які на ВУ випадуть в осад. З цієї ж причини не можна на II сатурації тримати вищу від оптимальної лужність соку (“щоб було що сульфітувати”), бо це спричинить до швидкого “загорання” ВУ.

Якщо вибрати між сульфітацією соку чи сиропу, то краще робити сульфітацію соку, оскільки за рахунок блокування, при цьому, функціональних груп, які при нагріванні утворюють барвні речовини, наростання забарвленості сиропу буде набагато меншим. Подвійну сульфітацію бажано проводити при переробленні зіпсованих буряків. Величина рН нормального відсульфітованого соку – 8,0...8,2.

4.2.7. Отримання сиропу та його вплив на якість цукру

Визначальним фактором, який впливає на якість цукру-піску, є якість сиропу з ВУ. Наприклад, висока зольність та підвищена кольоровість цукру є наслідком саме низької якості сиропу.

Відомо, що для одержання цукру доброї якості чистота сиропу повинна бути близько 92 %. Остання залежить в основному від якості буряків та проведення процесів екстрагування і очищення соку. Помилки, які допущені на цих стадіях, потім практично неможливо виправити. Так, за рахунок використання додаткових адсорбентів можна збільшити чистоту сиропу максимум на 0,1 %.

Зниження чистоти дифузійного соку зумовлює до підвищених навантажень на II та III ступенях кристалізації внаслідок збільшення вмісту Нцк, що призводить до збільшення кількості цукру, що потрібно перекристалізовувати, та

кількості клеровок. Крім цього, зниження чистоти сиропу на 1 % зумовлює до збільшення витрати пари на 1...1,1 кг на 100 кг буряків.

Зниження концентрації СР у сиропі зумовлює до збільшення витрати пари на уварювання утфелів, тому що замість багатоступеневого випаровування частина води випаровується одноступенево на ВА. Так, якщо уварювати туфель з сиропу з СР = 45 %, то витрати пари з ВУ збільшаться в порівнянні з сиропом з СР = 65 % майже на 30 %. Частково витрату пари за цих умов можна понизити за рахунок використання не клеровок, а жовтих цукрів.

Вважається, що чистота сиропу в меншій степені залежить від Дг, а в більшій степені – від вмісту золи в буряках. Так для одержання сиропу з чистотою 92 % і більше потрібно, щоб:

- вміст розчинної золи в буряках був не більше 2,0...2,7 г/100 г цукру;
- вміст азотних з'єднань в буряках – 10-20 ммоль/100 г цукру;
- вміст РР в сиропі – не більше 0,5% до його маси;
- забарвленість сиропу – не вище 25...30 ум.од.;
- вміст завислих частинок – не більше 30 мг на 1 л сиропу.

Причини великого забарвлення сиропу:

1. переробляються буряки поганої технологічної якості;
2. незадовільно працює станція очищення соку (основне вапнування);
3. порушено режим роботи ВУ: недостатня подача соку II сатурації, низький рівень соку в апаратах ВУ, велика тривалість перебування соку у ВУ;
4. незадовільна робота станції сокодобування (якість стружки, висока температура, велика відкачка, погано підготовлена живильна вода, сильне мікробіологічне забруднення соку).

Наростання забарвленості на ВУ та шляхи її зниження. Залежить від:

- якості очищеного соку;
- режиму роботи ВУ;
- типу випарних апаратів та їх компоновання.

Інтенсивність наростання забарвленості (утворення фарбників) залежить від рН соку, температури, концентрації Нцк (аміносполуки, РР), тривалості процесу, наявності іонів заліза (прискорюють швидкість утворення фарбників в 2-3 рази) та ін.

Один із найбільш ефективних способів гальмування процесу утворення фарбників на ВУ є повний розклад РР до ВУ, мінімальний розклад Цк на ВУ (добра рециркуляція), мала тривалість випаровування (плівкові апарати), застосування інгібіторів забарвленості (сульфіти, гідросульфїти, сульфїтація).

Утворення осадів. За згущення соку частина кристалоїдів в результаті взаємодії з карбонатами переходить у пересичений стан та випадає в осад.

Нерозчинний осад також утворюється в результаті розкладу бікарбонатів при пересатуванні на II сатурації.

Частина осадів, яка утворилася. (до 20 %) залишається в сиропі у вигляді завислих частинок, а решта відкладаються на поверхні нагрівання ВУ. Якщо накип утворилася на I корпусі ВУ, значить є недоліки в проведенні II сатурації. По корпусах (в середньому): I – 15 %; II – 25 – 30 %; III – 40 – 50 %; IV – 10 %.

В склад осаду входить до 60 % кальцієвих кислот органічних кислот (в основному оксалати), а також карбонати та солі кремнієвої кислоти. Якщо шар накипу в I корпусі 0,5 мм, а в останніх 2 мм, осад необхідно видаляти за допомогою хімічних реагентів.

Перспективним засобом щодо зниження накипоутворення є внесення інгібіторів перед випаровуванням, що зумовлює до зниження товщини накипу майже в 10 разів. Витрата інгібіторів – приблизно 0,002 % до кількості буряків.

Способи зниження вмісту завислих частинок в сиропі з клеровкою.

Сироп повинен бути іскристим, без слідів муті. Остання зумовлена наявністю суспендованих частинок, які складаються з:

- частинок CaCO_3 (якість фільтрування соку II сатурації);
- частинок кальцієвих солей органічних кислот, що випали під час упарювання;
- частинок скоагульованих ВМС;
- кусочків накипу.

Якщо не видалити ці частинки до уварювання на утіль, то вони можуть бути затриманими кристалами цукру, що знизить його якість. Вважається, що сироп доброї якості не повинен містити більше 30 мг/л завислих частинок.

Для фільтрування сиропу використовуються фільтри, в яких в якості фільтрувальної перегородки є:

- тканина;
- тканина з намитим шаром допоміжного фільтруючого засобу (кізельгур, перліт, карбонат кальцію);
- металічна сітка;
- керамічний пористий матеріал.

В сиропі з ВУ є як частинки з розміром більше 1 мкм (грубо дисперсні, частинки CaCO_3 , фосфати кальцію, лимонно-кислий кальцій), так і високодисперсні (ВМС). До останніх відносяться ПР, декстрин. За умови використання карбонату кальцію суспензію соку II сатурації додають в сироп з клеровкою до вмісту в отриманій суміші осаду 0,45 - 0,70 г CaO / 100 мл. Найбільш ефективним способом зменшення питомого опору осадів в процесі фільтрування сиропу є додавання допоміжних фільтраційних матеріалів в процесі фільтрування через попередньо намитий шар осаду. Для цього часто використовують перліт або кизельгур.

Причинами помутніння сиропу можуть бути:

- неправильно вибрана фільтраційна перегородка (великі отвори);
- негерметичне встановлення фільтруючих матеріалів;
- неправильний налив шару осаду з утворенням в ньому тріщин;
- не проведена рециркуляція перших порцій фільтрату на себе;
- пошкоджена тканина;
- тиск фільтрування вище норми.

Вимоги до якості продуктів, що поступають на уварювання утфелю I кристалізації. Суміш сиропу з клеровкою повинна мати СР 60 – 65 %, бути прозорою, мати рН 7,8 - 8,2, містити солей кальцію 0,12 - 0,5 % CaO до маси

сиропу та мати забарвленість не вище 30 ум.од. Якщо ж забарвленість суміші вище 30 у.о., (більше 40), то потрібно проводити очищення додаткове хоча б одного з компонентів. Очищення можна проводити з додаванням активованого вугілля (0,4 - 0,6 % до м.сир.), або додатково. Вапняно-карбонатною очисткою. В останньому випадку витрата вапна на очищення складає приблизно 5 - 6 кг СаО на 1 м³ сиропу при температурі 90 °С проводять одночасну вапно-карбонізацію до рН 7,8 - 8,0. Ефект знебарвлення складає 50 %, вміст солей кальцію зменшується на 38 – 48 %. Такий спосіб особливо раціональний в разі випуску цукру на експорт або для Кока-коли.

4.2.8. Основні принципи правильного уварювання та центрифугування утфелів

1. В/а після спуску утфеля повинен бути старанно пропарений.
2. В якості основи для уварювання утфелів окремих кристалізацій використовувати продукти відповідної якості.
3. Продукти перед набором у в/а повинні бути нагрітими до температури близько 85 °С.
4. Кількість сиропу, що набирається у в/а, повинна бути такою, щоб покрила поверхню нагрівання.
5. Температура утфеля під час заведення кристалів не повинна знижуватися нижче 80 °С.
6. Кількість центрів кристалізації повинна бути достатньою.
7. Уварювання необхідно проводити на частих коротких підкачках.
8. В процесі заведення та нарощування кристалів здійснювати безперервний контроль.
9. Спускати добре відварений утфель.
10. Витримувати циклічність уварювання утфелів.
11. Загружати утфель в центрифугу необхідно при частоті обертів 200 за хв. Та не перевантажувати центрифугу.
12. Проводити по можливості максимальне відділення між кристального відтоку.
13. Правильно проводити розподіл відтоків.
14. Вивантажувати цукор з центрифуги можна тільки після того, як він добре пробілений та підсушений.

4.2.8.1. Ускладнення під час уварювання утфелів та їх усунення

Надлишок чи недостатня кількість сиропу та відтоків. В разі недостатньої кількості продуктів протягом нетривалого часу уварювання уповільнюють або ж зовсім призупиняють. В такому разі різко зменшують або ж відключають подачу пари у в/а, а для запобігання утворення муки через охолодження періодично його прогрівають. Одночасно зменшують розрідження у в/а, прикриваючи основний повітряний вентиль, та проводять невеликі підкачки водою чи соком II сатурації.

Якщо ж можлива відсутність продуктів тривалий час, то у в/а, в яких тільки заведено кристали або сироп загущено, шляхом розкачування водою доводять

концентрацію $CP = 70 \%$ і тримають продукт у в/а за температури 75°C . Якщо ж утфель знаходився на стадії нарощування кристалів, його доварюють на тих продуктах, що є.

Якщо ж продуктів надлишок, це означає, що або ж утфель надто повільно вариться, або ж утворюється велика кількість відтоків під час центрифугування утфелів. Для зменшення кількості відтоків потрібно:

Збільшити вихід кристалічного цукру;

Перевірити, чи не подається вода в утфель перед його центрифугуванням;

Скоротити тривалість уварювання утфелів, використовуючи пару більш високого потенціалу або ж створюючи більш високе розрідження;

Скоординувати розподіл відтоків на уварювання окремих утфелів.

Повільне уварювання. Збільшення тривалості уварювання може бути зумовлене наступними факторами:

- *Недостатньою площею поверхні нагрівання нагрівальної камери в/а.* Мінімальна площа поверхні нагрівання на 1 т утфеля має бути: для I утфеля – 4 м^2 , II – $3,5 \text{ м}^2$, III – 3 м^2 . З метою уніфікації в/а для утфелів всіх продуктів виходять з величини $4 - 4,5 \text{ м}^2$

- *Поганим відведенням конденсатів.*

- *Незадовільним відведенням неконденсованих газів.*

- *Низьким потенціалом нагрівальної пари (тиск).* Використовують пар II, III корпусу ВУ та ретурний з тиском відповідно 0,17, 0,12 та 0,285 МПа. Малий тиск пари може бути зумовлений нерівномірним відбором з ВУ для уварювання утфелів в разі неправильно складеного графіка уварювання. Ретур можна використовувати лише в крайньому разі.

- *Високою температурою утфеля, яка залежить від CP та розрідження.* Спочатку температура нижча, бо CP менші.

- *Поганою циркуляцією утфеля.*

- *“Загоранням” поверхні нагрівання, яке може відбуватися з обидвох сторін, але в основному зі сторони цукрового розчину (солі кальцію органічних кислот).*

- *Малою концентрацією CP у сиропі.*

“Мертве” (важке) уварювання. Характеризується тим, що сироп та відтоки спочатку добре уварюються, а далі уварювання погіршується та зовсім зупиняється, не дивлячись на те, що тиск нагрівальної пари та розрідження в апараті нормальні.

Таке явище пояснюється тим, що на поверхні нагрівання утворюється тонкий шар осаду, який погіршує теплопередачу. Осад може утворитися і в результаті пригорання цукру на поверхні нагрівання.

Часто буває, що температура утфеля збільшується, швидко наростає забарвленість утфеля, а бульбашки пари не утворюються. Причиною цього може бути низька технологічна якість соків. “Мертве” уварювання може спостерігатися і в разі високої лужності соку II сатурації. В такому випадку рекомендується:

- Визначити лужність та вміст солей кальцію в розчинах перед уварюванням. Якщо вони високі, то у в/а добавляється 3 %-ний розчин технічної соляної кислоти. Для зниження лужності на 0,1 % СаО необхідно приблизно 0,4 %

технічної соляної кислоти. Кислота добавляється невеликими порціями з метою доброго перемішування її з всією масою утфеля. Якщо ж лужність низька, то добавляють у в/а вапно або NaOH. Соду вводити у в/а небажано через утворення інтенсивної піни.

- Ввести у в/а ПАР.
- Якщо замічено, що сироп погано уварюється, його краще вводити не для заведення кристалів, а для їх нарощування.
- Звернути у вагу на роботу станції дифузії та сокоочищення з точки зору збільшеного вмісту ПР. Прийдеться збільшити кількість вапна на основну дефекацію (якщо у диф. соку великий вміст ПР).

4.2.8.2. Центрифугування утфеля I

В цукровій промисловості застосовуються автоматизовані фільтруючі центрифуги періодичної дії типу ФПН 125 1Л-2 з програмним управлінням та механічним вивантаженням цукру. Місткість ротора – 650 кг утфеля.

Центрифугуванням відділяється більша частина між кристального розчину, який після центрифугування називають першим відтоком (зелена патока). На відміну від між кристального розчину він містить ще невелику кількість кристалів (різниця чистот не повинна перевищувати 1 %). Так як на кристалах цукру ще залишається невелика кількість між кристального розчину, який надає кристалом жовтуватого відтінку, то для його відділення цукор промивають артезіанською водою з $t = 85 - 90$ °С. В результаті утворюється другий відтік (біла патока). На промивання витрачається 3...3,5 % води до маси утфеля, тривалість промивання 15...30 с. Для того, щоб забезпечити необхідну різницю чистоти першого та другого відтоку (5...7 %), після початку промивання через 10...15 с автоматично повертається сегрегатор.

Після промивання цукор підсушується до вологості 0,8..1,2 %. Після зсипання цукру на фільтрувальному ситі залишається шар цукру товщиною 2...5 мм, який періодично протягом 4...8 с промивають гарячою водою. Промий – у збірник другого відтоку.

Кількість води для промивання на заводах як правило завищують, щоб підвищити якість цукру-піску. Але, як видно з рисунка, кількість видалених красок не пропорційно кількості води. Залежність виходу цукру від кількості води має лінійний характер, а забарвленість змінюється по експоненті.

Як видно з графіка, збільшуючи витрату води в два рази, ми забарвленість цукру знижуємо на 35 %, а вихід кристалічного цукру зменшився на 18 %. Можна прийняти, що збільшення витрати промивної води на 1 % зумовлює до зменшенню виходу кристалічного цукру на 3,7 % до маси утфеля, а на випаровування цієї води потрібно приблизно 0,02 % умовного палива до маси буряків.

Найбільш доцільно проводити промивання у два етапи з використанням на першому розбавлений до СР 70...74 % та нагрітий до 85 °С другий відтік I утфеля. Витрата останнього – 2 % до маси утфеля, а води після нього – 1,5...2 %, тобто кількість води знижується майже в 3 рази.

Перспективне пробілювання парою. Цукор з центрифуг в такому разі виходить з вищою температурою, що не спричиняє до його “розвалу” кристалів в сушильному відділенні, а кількість відтоків зменшується.

4.2.8.3. Способи підвищення ефективності роботи продуктового відділення

До головних заходів для підвищення ефективності роботи продуктового відділення відносяться:

- оптимізація процесу уварювання утфелів, що включає більш ефективний спосіб заведення кристалів;
- автоматизація процесу уварювання;
- ритмічна робота вакуум-апаратів.

Стратегічним направленням є уварювання утфелів за пониженої температури, коли розчинність цукрози менша. За рахунок цього знижується вміст цукрози у між кристальному розчині та збільшується вихід кристалів. Необхідне для цього розрідження у в/а підтримується за рахунок температури барометричної води у конденсаторі для утфелів I та II кристалізацій 50 °С, а утфеля III – 45 °С.

Важливим заходом, що сприяє зниженню вмісту Цк у мелясі, є постійний контроль за роботою центрифуг, особливо останньої кристалізації, тому що через це величина чистоти меляси може зростати на 0,3 - 2,0 %. Головна причина – проходження кристалів через сито. Кількість кристалів, що проходить через сито, залежить від розміру комірок сита. Так, заміна сита з більшим розміром комірок на сито з розмірами комірок 40 мкм дозволяє знизити чистоту меляси на 0,1 - 0,3 %.

4.2.8.4. Способи підвищення якості цукру за рахунок заходів у кристалізаційному відділенні

Кристалізаційне відділення цукрового заводу є одним з найважливіших, тому що від його роботи залежить не тільки вихід готової продукції, але й її якість. У кристалізаційному відділенні відбувається практично перекристалізація, яка, як відомо, є потужним засобом очищення речовини. Тому якість цукру в значній мірі залежить від того, в якій послідовності проводиться процес кристалізації, та з яких продуктів кристалізується цукроза і як ведеться процес кристалізації.

На сьогоднішній час відомо декілька **способів покращання якості цукру**, що можна застосувати в продуктовому відділенні:

- заведення кристалів на основі спеціальних паст;
- уварювання утфелів у в/а з перемішувачами пристроями;
- промивання цукру цукромістким розчином та водою;
- уварювання утфелів на кристалічній основі;
- отримання цукру-піску з утфеля, що уварювався тільки з клерівки жовтих цукрів.

В основі всіх перерахованих способів закладено принцип зменшення кількості та підвищення якості плівки маточного розчину на поверхні кристалів

цукру. Зменшення кількості плівки можливо досягнути покращанням гранулометричного складу цукру, тобто отриманням більш крупних та однорідних кристалів, що мають меншу поверхню в порівнянні з дрібними або за рахунок більш повного відділення її шляхом використання афінації та пробілювання водою.

Покращання якості плівки досягається шляхом використання для уварювання утфелів продуктів більш високої якості.

Робота центрифуг та величина ефекту кристалізації поряд з іншими факторами залежать від рівномірності кристалів цукру, що зумовлено способом заведення кристалів. Чим однорідніші кристали та чим менше в цукрі є друзів, тим менше кількість плівки на поверхні кристалів та тим краще якість цукру. Для заведення кристалів застосовують цукрову пудру або спеціально приготовлену пасту.

Перевагами використання паст є:

- покращання гранулометричного складу цукру-піску;
- скорочення тривалості циклу уварювання утфелів;
- зменшення кількості “муки” та друз;
- збільшення виходу цукру;
- зниження вимог кваліфікації оператора в/а; простота та доступність використання такого методу в системі автоматизації.

Крім просто затравочних паст заслуговує уваги Брауншвейгський спосіб заведення кристалів. За цим способом сироп з СР 75 – 78 % згущують у в/а І кристалізації до $K_{\text{пер.}} = 1,1$, а потім в кристалізаторі-охолоджувачі швидко охолоджують до температури, за якої вводять затравочну пасту (подрібнений цукор з розмірами частинок 6 - 10 мкм в ізопропіловому спирті). Після цього масу охолоджують за інтенсивного перемішування до температури приблизно 30 °С, що спричиняє нарощування кристалів до розмірів 100 - 120 мкм. Отриманий таким чином утфель перекачують у збірник та використовують у якості основи для уварювання утфелів всіх кристалізацій. Він характеризується високою рівномірністю кристалів та не містить конгломератів.

Різновидності затравочних паст, їх переваги та недоліки.

Уварювання утфелів на кристалічній основі. В основі цих методів лежить використання вже готових кристалів цукру як правило II та III кристалізацій. Наявність у в/а спочатку процесу готової кристалічної основи дозволяє скоротити тривалість уварювання і покращити гранулометричний склад кристалів цукру.

Відомо декілька способів використання кристалічної основи :

- уварювання утфеля II кристалізації на кристалічній основі, приготівленій із жовтого цукру утфеля III (використовується у тростинному виробництві);
- уварювання утфеля III з використанням в якості кристалічної основи частини утфеля II;
- послідовне уварювання всіх трьох утфелів на кристалічній основі наступного утфеля, тобто утфеля I на основі утфеля II, а II – на основі III.

2 спосіб рекомендується в разі перероблення буряків пониженої якості, коли виникають труднощі із заведенням кристалів та з отриманням добрих кристалів

жовтого цукру. Готова кристалічна основа дозволяє скоротити тривалість уварювання утфеля ІІІ на 1 - 1,5 год. та значно покращити гранулометричний склад кристалів і збільшити їх розмір в 1,5 - 2,0 рази (0,5 - 0,6 мм).

Втрати цукру в мелясі. Залежать від:

- виходу меляси до кількості буряків (головний фактор);
- вмісту в ній цукрози;

Вихід меляси залежить від якості буряків, вмісту та хімічного складу розчинних Нцк в буряках та змінюється в широких межах навіть на одному і тому ж заводі.

Вміст Цк в мелясі визначається величиною її чистоти та залежить від якості буряків і роботи продуктового відділення.

Основні причини завищеного вмісту Цк в мелясі:

- неритмічна робота заводу;
- коливання величини відкачки;
- не витримування рН в оптимальних межах 7,5 - 8,5;
- підвищена температура під час уварювання утфелів.

4.3. Перспективні напрямки технологічних рішень

Зрізування під шаром соку.

4.3.1. Спосіб екстрагування Стеффена

Він включає теплове оброблення та пресування стружки, яка після цього підлягає екстрагуванню в дифузійному апараті. Стружка нагрівається дифузійним соком та паром до температури 72 °С і направляється в гомогенізатор, де старанно перемішується та направляється в сепаратор для відділення соку. Далше стружка направляється в одношнекові преси Феррарі, де відпресовується до СР = 22 %, після чого змішується з циркуляційним соком та поступає в дифузійний апарат РТ.

Підігрівання стружки відбувається в контактних підігрівачах, що являє собою металічну ємність прямокутного перерізу з нахиленим плоским дном. Стружка та нагрітий сік попадають у верхню частину підігрівача, а сокустружкова суміш відводиться через отвір у днищі.

Гомогенізатор являє собою горизонтальний циліндричний апарат діаметром 2.5 м та довжиною 6 м, всередині якого в якості транспортного та перемішуючого засобу є шнек.

Сепаратор виконаний у вигляді грабельного транспортера з горизонтальними та нахиленими ділянками. Днище його являє собою металічне сито. Сам транспортер знаходиться всередині металічного кожуха, закритого та покритого ізоляцією

Пресування стружки перед надходженням в дифузійний апарат відбувається на одно шнекових пресах звичайної конструкції..

Згідно даних фірми Феррарі нова технологія отримання соку дозволяє знизити витрати електроенергії, зменшити втрати цукру в жомі, підвищити якість соку та продуктивність дифузійних апаратів.

4.3.2. Екстрагування в лужному середовищі

Існуючий сьогодні спосіб екстрагування має ряд недоліків, серед яких необхідність використання хімічних реагентів для підкислення води, збільшення вмісту РР, корозія металу. Її можливості для підвищення ефективності даного способу практично вичерпані.

Тому в останній час проводяться дослідження по способу екстракції з використанням вапна. З теоретичної точки зору використання вапна під час екстракції повинно сприяти:

- Одержання пресованого жому з більш високим вмістом СР;
- Зменшенню розкладання цукрози та утворення РР;
- Зменшенню зносу металу за рахунок корозії.

Попередні дослідження показали, що такий спосіб сприяє зменшенню витрат допоміжних матеріалів у два рази, особливо під час пресування жому.

Відомо [1], що ВМС буряка, особливо РР, можуть приймати участь в реакціях:

- обміну іонів Ca^{2+} на іони Na^{+} та K^{+} , що завдяки взаємодії двох карбоксильних груп РР зменшує перехід останніх в сік;
- етерифікації РР з утворенням метанолу та оцтової кислоти;
- гідролізу з утворенням розчинних РР, котрі погано осаджуються вапном та ускладнюють процес фільтрування.

Протікання цих реакцій суттєво залежить від температури процесу. Так, за температурі більше 20 °С переважають реакції деетерифікації та гідролізу протопектину над реакцією обміну іонів. Результати при обробленні стружки 0,6 % СаО за температури 20 °С показали, що СР пресованого жому збільшились на 5 – 6%, а чистота отриманого при цьому соку майже не відрізнялась від класичного способу.

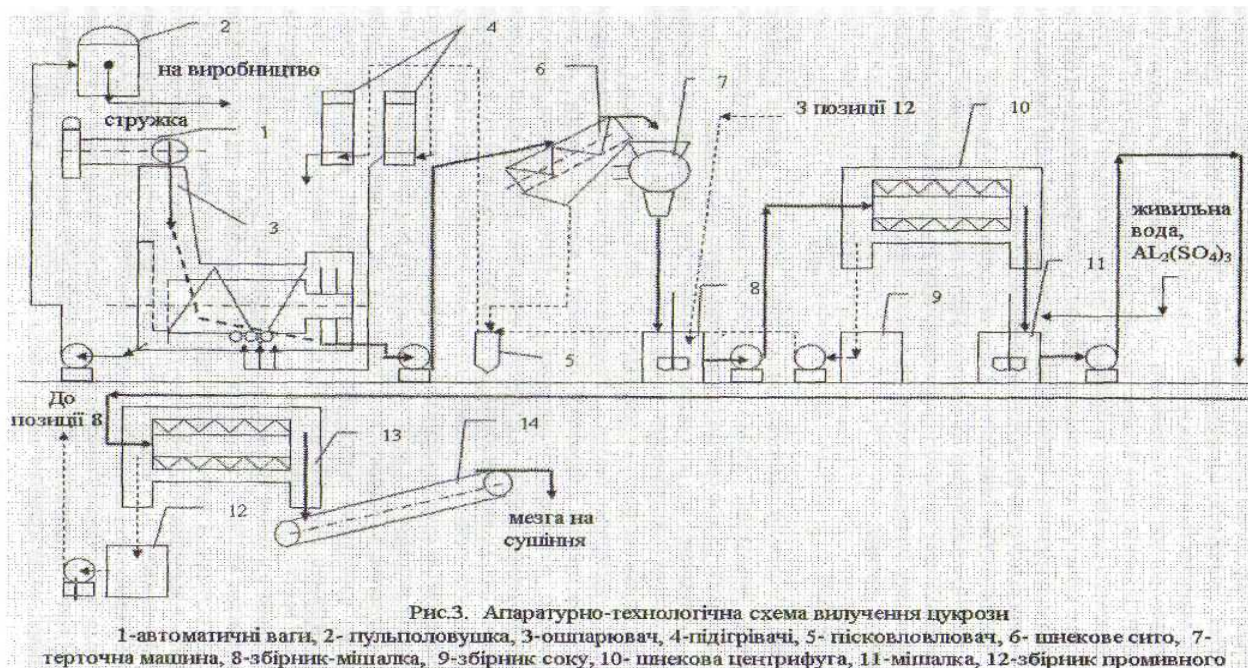
Проте перші напіввиробничі дослідження на дифузії Роберта за звичайних температур (60 - 70 °С) не дали очікуваних результатів, особливо проблематично було з фільтруванням соку. Не дали очікуваних результатів і виробничі дослідження на дифузії РТ з використанням цукату вапна замість вапняного молока.

Тому попрабували провести дифузію із бурякової кашки за температури 20 °С. Отримані за цих умов соки легко фільтрувалися, але ступінь вилучення цукрози склав лише 80 %. Не дивлячись на перші негативні результати, пошуки в цьому напрямку продовжуються.

4.3.3. Отримання дифузійного соку з бурякової мезги

Одним із перспективних напрямків є інтенсифікація процесу вилучення цукрози за одночасного очищення соку в процесі отримання. Існуючий спосіб екстрагування з бурякової стружки має ряд суттєвих недоліків, до яких можна віднести тривалий час екстрагування (90 - 120 хв.), значні втрати від діяльності мікроорганізмів, високі відкачки соку, необхідність отримання бурякової стружки необхідної якості, металоємкість та енергоємність дифузійних установок.

Тому на кафедрі ТЦР НУХТ під керівництвом професора Ліпєца А.А. розроблено спосіб отримання соку з бурякової мезги [3], котрий передбачає, що бурякова стружка після різок проходить термічне оброблення в типовому ошпарювачі дифузійного апарату, насосом подається на шнекове сито, де відділяється сік (кількість вилученої цукрози на цій стадії складає 20 – 25 % від початкового вмісту), а стружка направляється на терточні машини для подрібнення до мезги. Отримана мезга поступає в мішалку, куди подається сік, відокремлений на другому ступені промивання мезги. На першому ступені відділення соку в горизонтальній шнековій центрифугі під дією відцентрової сили з суміші відділяється сік із розірваних клітин (кількість вилученої цукрози на цій стадії складає 30% від початкового вмісту), котрий нагрівається до 85 – 90 °С та направляється в ошпарювач на теплове оброблення свіжої стружки, а потім у виробництво. Мезга з центрифуг поступає в мішалку, куди подається живильна вода за температури 72 °С, що містить сульфат алюмінію в кількості 0,05...0,08% від к.б. Кількість ступенів промивання залежить від кінцевого вмісту цукрози в меззі та може бути 2 - 4. Живильна вода подається в мішалку останнього ступеня промивання. При центрифугуванні до вмісту СР у меззі 22 – 25 % вилучається до 50 % цукрози, що містилася у меззі, тобто залишковий вміст цукрози складає 0,4...0,5 % до к.б. Загальна тривалість процесу вилучення цукрози з мезги складає 7 - 10 хв.



виготовлення самих шнекових центрифуг великої потужності і проблема сушіння чи безпосереднього застосування отриманої бурякової мезги.

Але така технологія може знайти своє застосування для переробки бою та хвостиків ц/б, сумісна переробка яких з основними коренеплодами має ряд відомих недоліків. Попередні ж дослідження переробки бою і хвостиків за способом, що включає подрібнення їх до мезги, термічне та хімічне оброблення мезги при 75...85 °С протягом 5 - 7 хв., промивання мезги та пресування з жомом показали, що за рахунок значного скорочення тривалості знецукрення бурякових уламків ефект очищення отриманого соку склав 18...24 %.

4.3.4. Перспективи розвитку вапняно-вуглекислого очищення

Безперечно, основним показником, що визначає ефективність такого очищення, є висока технологічна якість цукрових буряків, а значить і чистота дифузійного соку. Так, наприклад, за кордоном (Польща, Німеччина) остання складає 90,5...91,2 % проти 85,0...87,0 в Україні. Звідси і відповідна витрата вапна (1,5...1,6 % CaO проти 2,5...2,8 % CaO у нас), вихід та якість цукру, його собівартість. Тому першим етапом процесу перероблення буряків повинна бути висока ступінь їх відмивання, особливо від піску, глини і гички, які спричиняють до різкого підвищення розчинних ВМС та кремнієвих сполук, що погіршує фільтрацію.

У зв'язку із все ширшим застосуванням фільтрпресів, які дозволяють відділяти фільтраційний осад навіть при $F_k \leq 7,5$, необхідно проводити дослідження по попередньому обробленні дифузійного соку (попередньому вапнуванню) з метою скорочення тривалості процесу ПД та різкого скорочення повертань, а значить і витрат вапна. Потребує подальших досліджень і вдосконалення процесу основної дефекації з метою одержання більш термостійких соків та більш повного розкладу амідів і видалення аміаку до випарної станції. З цього приводу необхідно також продовжити дослідження по підвищенню активності вапняного молока та підвищення його густини шляхом покращення реологічних властивостей.

Застосування імпульсних електроплазмолізаторів в бурякопереробному відділенні. Удосконалення технології цукрового виробництва та підвищення ефективності перероблення бурякової сировини неможливе без підвищення якості дифузійного соку. Одним із ефективних напрямків є розробка та застосування електротехнологій.

Встановлено [4], що серед різних факторів, які суттєво впливають на стійкість клітинних мембран, особливе місце займає імпульсне електричне поле високої напруги ($E = 10000 \text{ В/см}$, довжина імпульсів $t = 10^{-6} \text{ с}$) та його взаємодія з клітинними структурами бурякової стружки, компонентами дифузійного соку та інших продуктів цукрового виробництва. Доведено, що ефективність імпульсного електроплазмолізу тканини цукрового буряка залежить від напруженості електричного поля, тривалості імпульсів та міжімпульсних пауз. Лабораторні та промислові дослідження показали, що оптимальним є проведення комбінованої термічно-електричної обробки з попереднім нагріванням сокостружкової суміші

до температури 60...65 °С, що забезпечує мінімізацію енерговитрат на процес електроплазмолізу.

За останні роки запропоновано принципово нові конструкції електроплазмолізаторів з плоскою паралельним розміщенням електродів (дво- і трикамерні) та запропонований універсальний блок живлення.

На Карлівському та Первухінському ц/з змонтовані та працюють декілька сезонів такі установки, встановлені на трубопроводі сокостружкової суміші після ошпарювала перед колоною дифузійного апарату. Промислові випробування показали наступні результати, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

№	Показники	Спосіб екстрагування	
		Типовий	З електрообробленням
1	Ступінь плазмолізу	40...45	84...85
2	Температура сокостружкової суміші, °С	70...75	65...
3	Відкачка дифузійного соку, %	125...130	115...120
4	Ефект очистки на дифузії, %	8...12	20...25
5	Продуктивність дифузійної установки, т/год	125	150
6	Використання формаліну	так	ні
7	Втрати цукрози в жомі, % від к.б.	0,3...0,4	0,17...0,26
8	Невраховані втрати, % від к.б.	0,15...0,31	0,05...0,18
9	Витрати електроенергії, кВт год буряків	-	0,36...0,67

4.3.5. Застосування електргідровлічного ефекту

Дослідження професора Купчика М.П.[3] по впливу електричного поля на процес екстракції цукрози з подрібнених буряків одночасно виявили його знезаражуючу дію на мікрофлору дифузійного соку. А саме, з підвищенням напруженості електричного поля від 0 В/м до 1000 В/м в дифузійному соку зменшується кількість деяких мікроорганізмів по відношенню до необробленого соку. Виявлено, що при збільшенні напруженості кількість термофілів знизилась на 80 %, мезофілів – на 80 %, слизоутворюючих мезофілів – на 90 %, дріжджових грибів – на 30 %, пліснявих грибів зменшилась на 50 % в порівнянні з дифузійним соком, добутих традиційним методом.

Пригнічуюча дія електричного поля на життєдіяльність мікроорганізмів спостерігається вже за напруги 250 В/м, що пояснюється більш високою

локальною напругою електричного поля в зазорах між частинками бурякової стружки.

В останні роки в технології харчових виробництв широкого застосування набуло використання електрогідравлічного ефекту, який є наслідком електроіскрового розряду в рідині [5].

Електрогідравлічний ефект – це складний комплекс фізичних і хімічних явищ, які виникають під час високовольтних електроімпульсних розрядів в рідині: високий тиск, потужні ударні хвилі, кавітаційні процеси, утворення парогазової бульбашки та її пульсація, світлове свічення каналу розряду, іонізація та розклад молекул речовини в плазмі каналу і біля нього, інтенсивне ультрафіолетове та ультразвукове випромінювання, імпульсні магнітні та електричні поля. Ці процеси виникають миттєво і призводять до різноманітних фізико-хімічних змін самої рідини і тих об'єктів, які знаходяться в ній [5].

Всі ці дії, а саме ударна хвиля, ультрафіолетове випромінювання, поява продуктів термолізу та електролізу рідини, в різному ступені здійснюють на присутні в рідині мікроорганізми знезаражуючу (бактерицидну) дію, процес протікання якої можна розглядати наступним чином. В момент розряду в рідині виникають отруйні для мікроорганізмів вторинні продукти розщеплення її молекул у вигляді вільних радикалів та атомарного водню. Під дією утворених продуктів проходить розкладання амінокислот і білків, деполяризація нуклеїнових кислот, розщеплення інших біологічно-активних речовин.

В момент електроімпульсного розряду в рідині утворюється безрідинний канал. Протягом декількох мікросекунд із каналу витісняється вся рідина. Швидке виділення енергії в каналі визначає вибуховий характер процесу, який обумовлює підвищення тиску до надзвичайних величин. Саме накопичення вторинних продуктів розщеплення молекул рідини та надзвичайний тиск призводять до деформації та руйнування клітин мікроорганізмів, що і здійснює бактерицидну

дію на мікрофлору рідини, яка обробляється. Для утворення такого ефекту необхідні невелика інтенсивність ударної хвилі і порівняно велика частота розрядів, і час їх дії.

Було проведено ряд досліджень по визначенню впливу електрогідравлічного ефекту на мікрофлору на експериментальній установці (рис. 4.9.) з між електродними проміжками 16 та 20 мм.

Бактерицидна дія електрогідравлічного ефекту залежить від відстані між

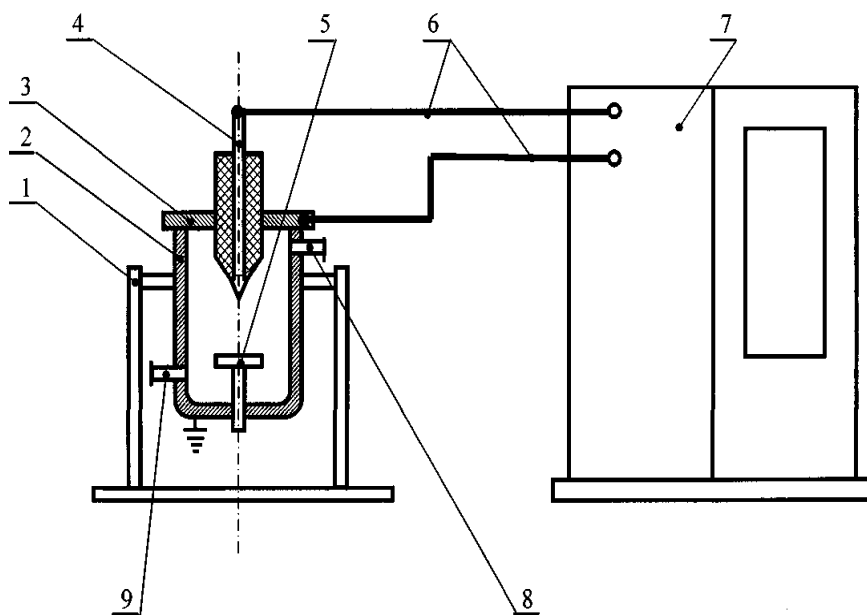


Рис. 4.9. Установа для електрогідравлічного оброблення рідин.
1 – станина; 2 – корпус розрядної камери; 3 – кришка; 4 – позитивний електрод; 5 – від'ємний електрод; 6 – високовольтні кабелі; 7 – генератор імпульсних струмів; 8, 9 – патрубки входу і виходу оброблюваного продукту.

електродами і доцільніше використовувати більшу відстань між ними.

Як показав мікробіологічний аналіз, саме електроіскрове оброблення дифузійного соку при напрузі 30 кВ та чотирьох імпульсах дало можливість інактивувати продуценти клітин у середньому на 88 %. При чому чутливими до знезаражуючої дії електрогідралічного ефекту виявилися вегетативні клітини бактерій, дріжджів, міцеліальних грибів. Резистентними до електроіскрового оброблення виявилися спори мікроміцетів і особливо бактерії *Bac.Subtilis* та *Bac.Cereus*.

Виконаними дослідженнями встановлено, що електроіскрове оброблення дифузійного соку дозволяє досягти ефективного зменшення в ньому мікрофлори, що призведе до зменшення втрат цукрози за рахунок мікробіологічної діяльності і, таким чином, отримання більшої кількості кристалічного білого цукру (рис.4.10.).

Хімічні антисептики, які використовуються на сьогоднішній день, потребують зберігання приготування та дозування, а отже більших затрат робочої сили та часу на обслуговування. Деякі з використовуваних антисептиків досить токсичні і небажані для дезінфекції харчових напівпродуктів.

Використання ж електрогідралічного ефекту не вимагає допоміжних затрат робочої сили і часу та при дотриманні правил безпеки є безпечним. За рахунок всього вищезазначеного запропонований метод дезінфекції дифузійного соку з використанням електрогідралічного ефекту є менш трудомістким та більш ефективним за традиційні методи.



а



б



коагуляту. При локальному перепаді температур внаслідок конденсації пари на поверхні краплини збільшується масообмін, який сприяє активній взаємодії нецукрів дифузійного соку з іоном кальцію. Вапняне молоко, попадаючи в зону розпилювання дифузійного соку та в парове середовище, активується, що також сприяє більш повному проходженню хімічних реакцій. За результатами досліджень оптимальний режим роботи ПКА попередньої дефекації дифузійного соку вважається при витратах пари 1,4 % та вапняного молока в кількості 0,1 % СаО до маси соку.

Враховуючи теперішні тенденції використання прес-фільтрів для одно-стадійної фільтрації соку І сатурації, проведення попередньої дефекації в апаратах пароконтактного типу дозволить різко скоротити тривалість даного процесу та зменшити, або й повністю відмовитися від рециркуляції не фільтрованого соку І сатурації на попередню дефекацію. До того ж апарат має невелику металоємність, простий за конструкцією і може бути виготовлений безпосередньо в умовах цукрового заводу.

Запитання для самоперевірки

1. Як впливає якість цукрових буряків на вибір технологічної схеми їх перероблення.
2. Які є різновидності та особливості сучасних технологічних схем окремих відділень бурякоцукрового виробництва.
3. Які є способи підвищення ефективності роботи кристалізаційного відділення.
4. Причини підвищеного забарвлення сиропу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пархомец А.П. Усовершенствованное обратное водоснабжение //Сахарная пром-ть.- 1984. - № 4.- с.25-27.
2. Бугаенко И.Ф. Принципы эффективного сахарного производства. М.: - МСК Сахар. Бизнес России.- 2003. – 288 с.
3. Паламарчук Н.І. Удосконалення технології вилучення цукрози з бурякової сировини./Автореф. канд. дис. К.: - НУХТ. – 2007. – 20с.
4. Застосування електротехнологій в цукровому виробництві//Купчик М.П., Гулий І.С., Лебовка М.І., Рудь І.М. / Цукор України, 2003. - № 1 – с. 8-11.
5. И. Н.Рогов, А.В.Горбатов Физические методы обработки пищевых продуктов. – М: Пищевая промышленность,1974,- 565с.

Т Е М А № 5**ЕНЕРГО- ТА РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ У
БУРЯКОЦУКРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ****План**

5.1. Визначення питомих витрат окремих видів енергії на перероблення коренеплодів цукрових буряків.

5.2. Технологічні аспекти енерго- та ресурсозбереження у виробництві цукру з буряків.

5.2.1. Основний фактор ресурсо- та енергозбереження в бурякоцукровій галузі.

5.2.2. Технології.

5.2.3. Попереднє вапнування (п/в) (попередня дефекація).

5.2.4. Зниження лужності провапнованого (дефекованого) соку.

5.2.5. Розділення суспензій.

5.2.6. Вапняне молоко.

5.2.7. Накип.

5.2.8. Пробілювання утфелю.

5.2.9. Загальні витрати води.

5.2.10. Основні технологічні критерії.

5.3. Аналіз витрат вапна на технологічні потреби

5.3.1. Активність, дисперсність та густина вапняного молока. Вимоги до сатураційного газу.

5.4. Застосування природних мінеральних сорбентів для очищення напівпродуктів бурякоцукрового виробництва.

5.5. Основні принципи створення безвідходного бурякоцукрового виробництва.

5.5.1. Критерії оцінки безвідходності бурякоцукрового виробництва.

Стратегічним завданням для України є створення потужної цукрової промисловості з доведенням показників її ефективності до рівня економічно розвинених держав. Цукрова промисловість є енергоємною. В Україні в середньому на 100 т буряків витрачається 6,24 тонн умовного палива (в Європі – 3,44 т умовного палива). *Умовне паливо – це паливо при спалюванні 1 кг якого виділяється 29323 кДж тепла/кг.* Багато ТЕЦ цукрових заводів є ізольованими від загальної енергосистеми.

Процес підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів на цукрових заводах не може бути стихійним, ним необхідно кваліфіковано керувати. Основним важелем управління процесу зменшення питомих витрат енергії є енергетичний менеджмент. Це не нове модне слово, а перевірена роками система виживання підприємств, незалежно від їх підпорядкування і форм власності. Практикою західноєвропейських країн доведено, що в результаті впровадження енергетичного менеджменту можливо досягти економії 10 % від витрат енергії за рік при вартості робіт 3 - 5 %, тобто термін окупності приблизно 1 рік.

Енергетичний менеджмент – це система постійного управління потоками енергії та витратами коштів на придбання палива, виробництво і споживання теплової та електричної енергії, що включає:

- отримання правдивої інформації про існуючу ефективність використання палива та енергії, а також про основні причини, які призводять до ірраціональних витрат і втрат енергоресурсів;
- отримання кваліфікованого техніко-економічного обґрунтування конкретних першочергових заходів, які дають змогу зменшити на 10 % паливно-енергетичних ресурсів з терміном окупності не більше 1 виробничого сезону.
- отримання ґрунтовної концепції реструктуризації енерготехнічної системи цукрових заводів по досягненню мінімально необхідних витрат палива та енергії на виробництва цукру.
- достатню інформацію про ефективне енергетичне, теплове та енерготехнологічне обладнання та про його виробників та постачальників.
- кошти (кредити, інвестиції, тощо) або добре підготовлені бізнес-плани для отримання коштів, необхідних для реструктуризації (модернізації) виробництва. Це має робити заступник директора по енергозбереженню, який відповідає за енергетичну ефективність підприємства.

Першим кроком енергетичного менеджменту є проведення енергетичного аудиту організаціями, що мають спеціальний дозвіл центральної групи енергетичного аудиту при Держкоменергозбереженні України, якій дасть об'єктивну інформацію про ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів, а також першочергові та перспективні заходи, які необхідні керівництву заводу для прийняття рішення по фінансуванню енергозберігаючих заходів. Робота має проводитись поетапно.

I етап – запуск системи та визначення на підставі енергетичного аудиту стану справ в енергетиці підприємства;

II етап – аналіз енергоспоживання шляхом співставлення фактичних питомих витрат палива і енергії з нормативними та мінімально необхідними.

III етап – визначення пріоритетів при реалізації енергозберігаючих заходів;

IV етап – прорахування бюджету підприємства за умови впровадження заходів по економії палива і енергії.

V етап – повсякденний контроль за реалізацією тих рівнів споживання енергоносіїв, які визначені в бюджеті підприємства, виявлення додаткових причин, енергоспоживання та розроблення заходів по їх усуненню.

5.1. Визначення питомих витрат окремих видів енергії на перероблення коренеплодів цукрових буряків

Витрати умовного палива на цукровому заводі розподіляються таким чином:

- на технологічні потреби – 80 %;
- на отримання електричної енергії – 10 %;
- на випалювання вапняку – 10 %;

Стимул для зменшення енерговитрат у цукровому виробництві досить вагомий, але результати поки що незадовільні. Протягом останніх 10 років комплексні питомі витрати палива, тобто витрати на котельню - це виробництво

пари та електричної енергії та вапняно-випалювальну піч, практично не змінилися і знаходяться на рівні 6,1 - 6,2 % умовного палива до маси перероблених буряків. Загальні ж питомі витрати палива на виробництво цукру, з урахуванням енерговитрат на пуск заводу, простої та центрифугування утфелів в кінці виробництва останні роки навіть зросли і досягають 7 - 7,3 % умовного палива до маси буряків.

Можливість зменшення енерговитрат існує досить реальна і вона практично доведена до ряду цукрових заводів України, які мають комплексні витрати умовного палива менше 5,5 %, а такий цукровий завод, як Чортківський, уже кілька сезонів працює з питомими витратами палива на рівні 4 %. Тобто реальна можливість суттєвого зменшення енерговитрат в наших умовах, на існуючому технічному рівні виробництва цілком реальна.

Для забезпечення зменшення енерговитрат на технологічні потреби дуже важливо змінити підхід і саме відношення до енергозбереження з боку спеціалістів галузі.

Треба брати приклад з підходу до цього питання спеціалістів із Західної Європи, де досягнуто суттєвих успіхів і в питанні енергозбереження в досягненні високих технологічних показників. Так, наприклад, в технічній документації, яку надали французькі спеціалісти при будівництві нового цукрового заводу в Ставропольському краї, записано: *“якщо погіршиться якість стружки, то можуть вирости втрати цукрози в жомі, але відкачка соку має залишатися на рівні 110 %.”* Тобто технологічна проблема вирішується не за рахунок погіршення теплотехнічних показників, а треба шукати більш раціональні рішення, в даному випадку – покращити якість стружки, підтримувати оптимальні технологічні умови процесу екстракції цукрози з бурякової стружки, тощо.

На жаль, навіть деякі нові розробки створюються при повному нехтуванні питань енергозбереження. Це пропозиції по вдуванню пари в дифузійні апарати або в сік при очищенні соку. Питання не в тому, що такі розробки не можна застосовувати, але необхідно відноситися до їх впровадження зважено і знати дійсні енерговитрати та їх справжню вартість, а також реальний ефект від впровадження цих розробок.

На нинішньому етапі дуже важливо мати можливість постійного поточного контролю енерговитрат. Технічні засоби для цього є, але використовуються вони не кращим чином. На багатьох заводах встановлені автоматичні системи управління на основі мікропроцесорної техніки. Контролюється багато показників – витрати продукту, рН, температура. І хоч зовсім не складно реалізувати при цьому контроль теплових потоків, цього ніде не зроблено.

Нормування витрат палива та енергоресурсів потрібно зробити на сучасному рівні, з урахуванням зміни умов в яких працюють цукрові заводи, але перш за все необхідно вирішити основне питання – направленість нормування. Норми мають допомагати заводам поступово поліпшувати стан з енергоспоживання.

Цукровим заводам необхідно взяти на себе розроблення нових норм витрат енергоресурсів і підпорядкувати їх вирішенню своїх галузевих потреб.

5.2. Технологічні аспекти енерго- та ресурсозбереження у виробництві цукру з буряків

Суттєве подорожчання паливно-енергетичних ресурсів за останнє півріччя змушує виробників цукру вишукувати нові резерви та можливості до зменшення витрат палива у технологічному процесі. Якщо прийняти за 100 % всі можливі заходи, що сприяють енергозбереженню, то лише близько 30 % з них стосуються впровадженню теплоенергетичних рішень, а решта – суто технологічних.

Проблему енергозбереження за сучасної складної економічної ситуації доцільно вирішувати у два етапи:

на першому етапі забезпечити обов'язкову економію палива та енергії у виробничому процесі за рахунок максимальної реалізації організаційно-технічних заходів, які не потребують значних капіталовкладень, що дозволить зменшити питомі витрати умовного палива на рівні 0,6...0,8 % до кількості буряків (к. б.);

на другому етапі здійснити комплексне впровадження взаємо збалансованих технічних рішень, які за рахунок удосконалення технологічного процесу і раціонального розподілу вторинної пари корпусів ВУ забезпечать отримання сиропу необхідної концентрації, а також ефективне використання вторинних енергоресурсів (туфельної пари та конденсатів), що дозволить зменшити питомі витрати умовного палива додатково на 1,0...1,2 % до к.б.

Враховуючи той факт, що на випаровування 10 % води до к.б. за кратності випаровування 2,5 необхідно витратити 4 % пари з ТЕЦ та не менше 0,4 % умовного палива до кількості буряків, *першим і головним етапом* робіт по економії палива повинно стати виконання заходів, що зменшують введення води на верстат до рівня:

- з дифузійним соком – до 100 % до к.б. (має факт 110 – 130 %);
- з вапняним молоком – до 8 % до к.б. (факт 10 – 15 %);
- з промивками та розливами – до 2 % до к.б. (факт 4 – 15 %).

Розглянемо більш конкретно вклад окремих чинників технологічного процесу одержання цукру з буряків на зменшення витрати палива.

5.2.1. Основний фактор ресурсо- та енергозбереження в бурякоцукровій галузі

Основний фактор ресурсо- та енергозбереження в бурякоцукровій галузі – підвищення технологічних якостей цукрових буряків. Особливо це стосується підвищення їх цукристості та зменшення зольності (до 0,4 % проти існуючої 0,55%) шляхом налагодження закупівлі буряків за цукристістю та організації комплексного обслуговування буряководів (забезпечення якісним насінням, консультації, нагляд, оцінка пестицидів, прогноз якості буряків до виробничого сезону і т. д.). Певним чином це відобразиться і на якості дифузійного соку, що означатиме менший вміст нецукрів а ньому та відповідно менші витрати вапна на його очищення[].

5.2.2. Технології

Якщо почати з „технології”, тобто з технічних рішень по зменшенню відбору соку з дифузії та надходження води в соковий потік, то результат по зменшенню витрат палива буде одержано в перший же рік роботи заводу. Звісно, основним критерієм в такому разі буде слугувати вихід цукру до кількості перероблених буряків та його собівартість. Добрим помічником в цьому слугуватиме розроблена в НУХТ комп’ютерна програма з визначення економічної доцільності знецукрювання бурякової стружки в екстракторах.

У зв’язку з цим актуальним стає питання стосовно повертання в екстрактор жомопресової води, основним критерієм якого є чистота останньої. Вважаю, що основною причиною низької чистоти жомопресової води є дуже довгий час проведення екстрагування у дифузійному апараті та низький вміст цукрози у „сирому” жомі. Другий аспект – дуже довгий шлях повертання такої води. Наприклад, на цукровому заводі „Люблін” (Польща) жомопресова вода зразу ж після пресів глибокого віджимання без відділення пульпи та збірників направляється в дифузійний апарат. Практика роботи Крижопільського, Чортківського та ряду заводів Білорусі показала, що таке рішення вигідне та результативне, але за умови сталої високої якості бурякової стружки. Тому сьогодні критерієм реального ресурсозбереження є *максимальне використання потужності дифузійної установки* у поєднанні з обов’язковим використанням пресів глибокого віджимання жому та повертання отриманої води в дифузійний апарат. Застосування дифузійно-пресової технології не тільки дозволяє реально знизити відбір соку на виробництво на 12...15 % (а це рівноцінно зменшенню надходження на верстат заводу продуктивністю 3000 т буряків від 360 до 450 т води за добу), але й підвищити якість дифузійного соку (звісно питання не стоїть про перероблення гнилих буряків).

5.2.3. Попереднє вапнування (п/в) (попередня дефекація)

Впроваджувалась в шістдесяті роки минулого століття у зв’язку з необхідністю підвищення седиментаційно-фільтраційних властивостей сатураційного соку під час переходу заводів від прес-фільтрів до відстійників та дискових фільтрів. Є сьогодні однією з найважливіших ланок в системі очищення соку. Здійснюється в різних режимах, але з обов’язковим поверненням не менше 60 % соку I карбонізації та суспензії соку II карбонізації. Таке проведення процесу п/в не тільки погіршує ефект адсорбційного очищення соку під час наступної карбонізації за рахунок розбавлення концентрації не цукрів, але й зумовлює до суттєвого підвищення витрати вапна на очищення. Так, наприклад, для підтримання лужності соку основного вапнування 1 % СаО на кожні 100 т соку необхідно додати 1 т чистого СаО, що складає 4 т вапняного молока густиною 1,19, якого реально на заводах немає, а фактично для густини 1,16 це 4,6 т, в якому 3,6 т – це просто вода. Якщо ж разом з повертаннями кількість соку стане 160 т, то для підтримання такої ж лужності необхідно додати 1,6 т чистого СаО, що складає 7,36 т вапняного молока, з яким в сік буде введено 5,76 т води. Таким чином на кожні 10 % повертань приходить додатково добавляти вапна в кількості 0,1 % СаО до к. б., що становить 0,46 % вапняного молока, в якому 0,36 % води. В реальних цифрах це значить, що на кожні 10 % повертань

для заводу $A = 3000$ т/д на верстат за добу додатково з вапняним молоком вливається 10,8 т води, а для 60 % повертань це становить додатково 64,8 т води за добу.

Чи існує альтернатива такому становищу? Так, це проведення попереднього вапнування дифузійного соку в режимі ступінчастої прогресивної вапно карбонізації (дефекосатурації) із зовнішньою рециркуляцією. Тобто в якості повертань буде використовуватися лише суспензія соку II карбонізації в кількості 5...8 % до кількості буряків, а для доведення загальної лужності соку п/в до 0,7 % СаО застосовується контур зовнішньої рециркуляції. За рахунок зменшення кількості соку на ОВ такий захід сприятиме зменшенню витрат вапна на очищення на 0,5 % СаО до кількості буряків, або 1,0 % вапнякового каменю, що на добу складе 30 т каменю та зменшення кількості води на верстат на 54 т. Такі дослідження завершуються на кафедрі технології цукристих речовин НУХТ і ми готові пропонувати заводам відповідні розробки для реального впровадження. Більш того, попередні аналізи показали, що виконання п/в за таким принципом сприяє ще й додатковому підвищенню ефекту очищення за рахунок більшого ступеня видалення азотистих речовин та зменшенню пептизації утвореного осаду в умовах основного вапнування (в схемі без відділення осаду п/в).

5.2.4. Зниження лужності провапнованого (дефекованого) соку

Для зниження лужності провапнованого (дефекованого) соку на 0,1 % СаО за коефіцієнта використання CO_2 $k = 72$ % потрібно подати в *карбонізатор* (сатуратор) приблизно 2 м^3 газу на 1 м^3 соку. Таким чином для I карбонізації витрата газу становить близько 20 м^3 газу на 1 м^3 соку, а для II карбонізації – приблизно 6 м^3 газу на 1 м^3 соку. Як правило, на заводах використовуються решітчасті проти плинні карбонізатори зі ступенем утилізації газу 65% і менше, що спричиняє до додаткової витрати 4 - 5 м^3 газу на 1 м^3 соку, що не тільки вимагає додаткової електроенергії для його перекачування, але й зумовлює до додаткового охолодження соку на 1 – 2 °С. Тому реальний вихід із становища – модернізація апаратів I та II карбонізації із організацією прямоточно-рециркуляційного режиму проведення, що не тільки підвищує ступінь використання CO_2 до 75 – 78 %, а значить сприяє меншому охолодженню соків, але й різко підвищує ефективність адсорбційного очищення соку карбонатом кальцію та покращує фільтраційну здатність сатураційного осаду. Ще оптимальніший варіант – проведення двоступеневої першої карбонізації, що окрім всього сприяє ще й багатоваріантності схеми за перероблення буряків різної якості. Накопичений нами досвід по модернізації цукрових заводів за таким принципом є яскравим підтвердженням цього (Саливінківський, Чортківський, Іваничівський, Чернянський та ін.).

5.2.5. Розділення суспензій

Використання фільтрів типу ФІЛС крім суттєвої витрати тканини вимагає частого контролювання стану між рамкового простору та вимивання утвореного осаду вручну. Останнє зумовлює до неконтрольованої витрати води, що

надходить на верстат, тому якщо вже приходиться мити їх, то краще це робити соком, а не водою. Але кращим варіантом є модернізація способу підведення не фільтрованого соку у фільтр, що практично виключає необхідність такого промивання.

Враховуючи наявність на більшості цукрових заводів синтетичних флокулянтів та існуючих і незадіяних корпусів відстійників, надто привабливим постає питання їх використання для розділення суспензій після відповідної модернізації відстійників, що не тільки зменшить витрати тканини та матеріальних затрат на автоматику, але й за рахунок зниження пересичення по карбонату кальцію зумовлює до підвищення якості очищеного соку, особливо соку II карбонізації.

Безальтернативним є питання щодо придбання фільтрпресів, немає значення, чи на пряме фільтрування, чи на роздільне. І головна причина з точки ресурсозбереження не стільки у зменшенні втрат цукрози з осадом та зменшенні кількості води на промивання осаду (у 2 - 3 рази у порівнянні з вакуум-фільтрами), скільки в уможливленні відділення осаду від соку навіть при значенні фільтраційного коефіцієнту F_k більше 6,0, що практично неможливо для іншого роду фільтрів (F_k для яких не повинен перевищувати 4). А це реальна можливість спрощення схеми очищення та зменшення витрат вапна на 0,3 % CaO до к.б.

5.2.6. Вапняне молоко

Один із самих вагомих недоліків вітчизняної технології бурякоцукрового виробництва є використання вапна у вигляді вапняного молока, при цьому на його приготування майже не використовуються промивки, а лише аміачна вода. Таким чином, за витрати вапна на очищення 2,5 % CaO для заводу $A = 3000$ т/д щодобово приходиться вливати на верстат $2,5 \cdot 4,6 = 11,5$ % вапняного молока, що містить 9 % води, тобто 270 т за добу (в кращому разі), а це приблизно 0,45 % додаткового палива. Один із виходів з метою зменшення кількості води – приготування вапняного молока у дві стадії із застосуванням промивку сатураційного осаду, що дозволить для такого заводу зменшити кількість води на верстат приблизно на 200 – 220 т за добу!

Витрата вапна залежить, як відомо від якості дифузійного соку, а отже в достатній мірі від якості цукрових буряків. Так, за чистоти дифузійного соку 85 % за теоретичної витрати вапна 100% до кількості не цукрів його кількість складе 2,34 % CaO до кількості буряків, а за чистоти 88 % - 1,87 % CaO. Велике значення має і активність вапняного молока. Так, зниження активності на 5 % зумовлює до збільшення витрати вапна на очищення на 0,12 % CaO до к.б., що еквівалентно 0,23 % вапнякового каменю до к.б. (7 т за добу)! Нами розроблений спосіб та пристрій пароконденсаційної активації вапняного молока, застосування яких дозволяє підтримувати стабільну активність вапняного молока в межах 92...95 %, що підтверджується практикою роботи Дубнівського, Ржевського, Валуйського, Саливонківського та ін. ц/з.

5.2.7. Накип

Накип, що утворюється на поверхні теплообмінної апаратури, відноситься до типу лужноземельних. Накип на перших корпусах ВУ складається в основному із карбонатів та залежить від правильності виконання II карбонізації (сатурації). Накип на 3 корпусі ВУ складається в основному із малорозчинних солей кальцію і її кількість залежить від правильності проведення попереднього вапнування та I карбонізації і станції фільтрування. Накип же на останніх корпусах ВУ та в/а більш ніж на 50 % складається із трудно розчинних солей органічних кислот (щавлевої, лимонної, винної та ін.) і її кількість залежить в основному від якості цукрового буряку (чистоти клітинного соку) та правильності проведення процесу екстрагування.

Відомо, що наявність накипу на поверхні нагріву призводить до зниження коефіцієнту теплопередачі: продуктивність чистої поверхні нагріву знижується з 100 до 40...48 % за товщини накипу в 1 мм та до 30 % за товщини накипу 2 мм.

За рахунок лише утворення накипу цукрові заводи України за сезон перевитрачають до 100 тис. т умовного палива. Тому можна вважати, що вміст залишкових солей кальцію в соку II карбонізації, котрі крім іншого впливають також і на уварювання та центрифугування утфелів, є одним з найважливіших показників його якості. Оцінюючи соки II карбонізації за цим показником, можна вважати, що за вмісту в соку менше 0,3 % СаО на 100 сухих речовин (СР) вони мають високу якість, до 0,7 % на 100 СР – середнє, більше 1,0 % на 100 СР – низьке.

Вміст залишкових розчинних солей кальцію в очищеному соку залежить в основному від якісного та кількісного складу аніонів кислот. Головними джерелами таких аніонів є:

- цукрові буряки, а саме їх сорт, добрива, що вносилися, умови зберігання;
- живильна вода;
- мікробіологічні процеси на дифузійній установці;
- реакції розкладу РР, формаліну, пептизації білкових речовин.

Однією з причин підвищеного вмісту солей кальцію в очищеному соку є також кількість вапна, що витрачається на очищення. Орієнтовно можна вважати, що зміна на 10 % кількості вапна на очищення відповідно змінює вміст солей кальцію в очищеному соку на 7...8 %.

Методи зниження вмісту солей кальцію:

- додавання соди чи тринатрійфосфату. Недоліком є утворення високодисперсних осадів, що погано фільтруються, та збільшення виходу меляси;
- організація рециркуляційного контуру в апараті II карбонізації та використання відстійників для соку II карбонізації. За цих умов відбувається зниження пересичення соку по карбонатах та укріплюються частинки осаду, що сприяє ще й покращенню фільтрації.

Застосування спеціальних хімічних реагентів, як правило на основі полімерів акрилової кислоти, котрі мають значну кількість вільних карбоксильних груп, що з'єднуються з іонами Са.

5.2.8. Пробілювання утфелю

Вважається, що під час пробілювання утфелю 1 кг промивної води розчиняє в середньому 2,5 кг цукру. Тому кількість промивної води повинна бути мінімальною в залежності від фактору розділення центрифуги, температури води та якості утфелю та повинна складати 2,0...3,5 % від кількості утфелю (для заводу А = 3000 т/д це складає від 12 до 15,5 т води на добу). Значного зменшення розчинення кристалів цукру можна досягнути комбінованою промивкою цукру: спочатку насиченим цукровим розчином, а тоді зменшеною кількістю води. В якості цукрового розчину можуть бути сироп, клеровка жовтого цукру II кристалізації, другий відтік I утфелю. В такому разі кількість води на пробілювання зменшується в два рази.

5.2.9. Загальні витрати води

За даними паспортизації ц/з України витрати свіжої води в середньому складають 420 % до кількості буряків, а кількість стічних вод – 220 % до к.б. Це дуже великі показники. Підвищення витрати свіжої води і скидів – це результат порушення температурного і водного режимів оборотних систем. Наприклад, недоохолодження оборотної води I категорії на 1 °С призведе до збільшення витрат її на 40 % до к.б. Тому необхідно підвищувати ефективність роботи охолоджувача, звернувши увагу на роботу вентиляторів.

5.2.10. Основні технологічні критерії

Підсумовуючи сказане, вважаю, що *основними технологічними критеріями* ефективного ресурсозберігаючого проведення процесу одержання цукру з буряків є:

- ритмічна робота заводу з ефективним очищенням сировини та відповідною підготовкою ножів і бурякорізок та заміна ножів за погодинним графіком;
- відбір соку з дифузії в межах 112 – 115 % за максимальної різниці між цукристістю стружки та СР соку 1 %;
- пресування сирого жому до вмісту сухих речовин 26 – 28 %, термічну стерилізацію жомотресової води при температурі 90 °С, охолодження її до 70 °С в регенеративному циклі з нагріванням вихідної жомотресової води і повне її використання для живлення дифузійних апаратів;
- мінімальне розбавлення соку до випарної установки (максимум 1,4 %) за рахунок підготовки вапняного молока високої активності та максимально можливої з точки зору текучості густини і зменшення кількості промивків;
- одержання сиропу не менше 65 % СР для звичайних вакуум-апаратів та 71 % СР – для вакуум-апаратів з механічними циркуляторами;
- проведення процесу уварювання утфелів без сокових та водних підкачок за рахунок маніпуляції розрідженням;
- пробілювання цукру у два ступені із впровадженням системи фірми „Опекс”.

Для досягнення витрати палива в межах 3,6...4,1 % до к.б. цукровий завод повинен дотримуватися наступних вимог:

Відбір соку (відкачка).....до 115 % до к.б.

Температура диф. соку.....близько 30 °С
 СР диф. сокублизько 15 %
 СР перед ВУ (падіння до 1,4 % СР).....14 %
 Вода з промивками до 2 %
 Кількість повернень на п/в до 25 % до к.б.
 Втрати температ. від диф. до ВУ ... макс.12 °С
 Ефективність ВУне менше 2,5
 Температура конденсату від заводу – 95 °С.

Потенційно можлива енерготехнологічна схема для умов вітчизняної цукрової промисловості повинна передбачати максимальне використання комплексу наступних науково-технічних рішень які на сучасному етапі забезпечують роботу з мінімально-необхідними питомими витратами тепла на перероблення цукрових буряків, а саме:

- деамонізацію всіх надлишкових (понад потреб ТЕЦ або промислової котельні) конденсатів при температурі 104 – 105 °С з відбором випарів із деамонізатора для обігрівання підігрівачів (наприклад, циркулюючого соку при колонних дифузійних апаратах) і використання для приготування вапняного молока;

- охолодження деамонізованих конденсатів до температури 85 °С, в теплообмінниках 2-ї групи, для нагрівання соку перед дефекацією і використання конденсатів з цією температурою для знецукрювання осаду в фільтрах та інших технологічних потреб, а також подальше охолодження решти конденсатів до температури 56 °С в теплообмінниках 1-ї групи для нагрівання соку перед дефекацією і використання необхідної кількості конденсатів з цією температурою для знецукрювання і охолодження жому у вигрузочній частині дифузійного апарата;

- нагрівання дифузійного соку в теплообмінниках до переддефекатора за рахунок охолодження до 27 - 28 °С конденсатів, які залишились після відборів на знецукрювання осаду і живлення дифузійних апаратів;

- застосування для нагріву очищеного соку перед випарною установкою підігрівачів пластинчастого типу, які забезпечують недогрів соку до температури грючої пари не більше 3 °С;

- використання у якості 1-го корпусу випарної установки принципово-нових випарних апаратів (плівкових, пластинчастих, прямоточно-плівкових, тощо) з метою зменшення нарощування забарвленості сиропу і втрат цукрози від розкладання при згущенні соку від 20 до 30 % сухих речовин при температурі 127 - 130 °С.

- згущення соку у випарній установці до концентрації 65 % сухих речовин, сульфитування і фільтрування цього сиропу та використання для клерування жовтого цукру 2-ї кристалізації і афінаційного цукру з одержанням сиропу з клеровкою з вмістом сухих речовин 72 - 74 %.

- удосконалення технологічної схеми і модернізацію устаткування кристалізаційного відділення з метою одержання високоякісного цукру з

максимальним виходом та мінімальними витратами пари на одержання утфелю 1,2,3-ї кристалізації;

– здійснення закритої конденсаційної схеми, яка забезпечує збирання всіх конденсатів і раціональне їх використання після деамонізації.

Важливо підкреслити, що всі заходи по підвищенню виходу цукру із звареного утфелю одночасно зменшують як вміст цукру в мелясі, так і витрати пари на уварювання утфелю, тобто вони одночасно є технологічні і теплотехнічні. Затрати на їх впровадження окупаються одночасно як за рахунок збільшення виходу цукру, так і економії палива. Ці заходи можуть доповнювати комплекс робіт по підвищенню концентрації сиропу з клеровкою.

Таким чином, на перших етапах впровадження енергозберігаючих заходів найдоцільніше зосередитися на впровадженні енергозберігаючих заходів комплексного характеру, які мають високу ефективність. Так, збільшення концентрації сиропу та клеровки на 10 % СР зменшує витрати пари на технологічні потреби на 6,5 % до маси буряків, що еквівалентно витратам палива на виробництво електричної енергії, яка споживається заводом, або на отримання вапна в газових печах. При досягненні концентрації сиропу близької до граничних, необхідно ширше впроваджувати енергозберігаючі заходи, які створюють потенціал економії пари. Одночасно слід впроваджувати компенсуючі заходи, що дозволить підвищити їх ефективність за рахунок повної реалізації створюваного ними потенціалу економії.

5.3. Аналіз витрат вапна на технологічні потреби

Зниження витрат вапна для очищення дифузійного соку є однією з найважливіших задач цукрової промисловості. Загальна витрата вапна залежить від якості цукрових буряків, схеми очищення та її апаратурного оформлення та від типу фільтраційного обладнання.

Професором Бугаєнко І.Ф. на основі рівняння адсорбції Фрейндліха розроблено алгоритм та програма розрахунку необхідної кількості вапна на очистку дифузійного соку в залежності від його якості і отримано графічну залежність витрати вапна від вмісту не цукрів у дифузійному соку:

Для ефективного проведення процесу ОВ витрата вапна на цьому ступені не повинна бути нижче 0,9...1,0 % СаО до м.б., оскільки при такій витраті величина рН соку досягає значення 12,2, необхідного для успішного протікання реакції розкладу. Оптимальна економічно доцільна витрата вапна на очищення, як відомо, залежить від якості дифузійного соку, а точніше від кількості нецукрів в цьому, і приймається 90...120 % СаО від кількості нецукрів.

5.3.1.Активність, дисперсність та густина вапняного молока.

Вимоги до сатураційного газу.

Ефективність вапняно-вуглекислого очищення дифузійного соку в значній мірі залежить від якості вапняного молока, що є єдиним і основним хімічним реагентом процесу очищення, та складу сатураційного газу.

Основні вимоги цукрового виробництва до технологічної якості вапняного молока зводяться до трьох основних пунктів: вапняне молоко повинне бути максимально густим, максимально очищеним від домішок та мати високу активність [5].

Максимальна густина вапняного молока забезпечує мінімум води, що потрапляє на верстат сокоочисного відділення, а потім підлягає випаровуванню на ВУ. Звичайно густина, або концентрація СаО, яка її забезпечує, мають бути стабільними, щоб не порушувати стабільність процесу очищення соку та його автоматизації.

Як можна вищий ступінь очищення від домішок, які не погасилися, забезпечить зменшення кількості продувок апаратів дефекосатурації, втрати цукру з продувками та буде гарантією утримання стабільного рН нормально відкарбонізованих соків I та II карбонізації.

Висока активність вапна у вапняному молоці – це запорука підвищеної здатності гідроксиду кальцію до переходу у розчин, що забезпечить більш повне осадження та розклад нецукрів під час вапнування та рівномірність протікання процесів карбонізації за всіх інших рівних умов. Висока активність вапна у вапняному молоці це також гарантія скорочення витрати вапна на очищення дифузійного соку.

Але на сьогоднішній день цих вимог до технологічної якості вапняного молока недостатньо. Із аналізу першоджерел та висновків із практичного досвіду цукрових заводів слідує, що необхідно визначитись із межами в'язкості водно-вапняної суспензії, за яких вона не втрачатиме своєї текучості та стабільності.

Основними показниками якості вапняного молока є його активність, тобто вміст СаО, що розчиняється в соку, густина та відсутність завислих домішок ("піску").

Активність вапняного молока зумовлена багатьма факторами, найважливішим з яких є якість випаленого вапна. Для умов цукрового виробництва важливою умовою є відсутність розплавів під час випалювання вапняку. В такому разі випалене вапно буде мати губчасту структуру, добре гаситися, а отримане вапняне молоко буде високоактивним. Оскільки вапняк завжди містить домішки, то необхідно слідкувати, щоб температура випалювання не досягала значень, при яких сплав домішок утворить перепал. Основною умовою недопущення такого явища є в першу чергу рівномірний розподіл коксу між кусками вапняку в кожному окремому місці печі.

Якість вапняного молока залежить не тільки від якості випаленого вапна, але і від умов його гасіння, де визначальним фактором є температура води, що для вищевикладених умов ($t_{\text{випал.}} = 1250\text{ }^{\circ}\text{C}$) повинна бути $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, а тривалість гасіння – не більше 15 хв. Потрібно пам'ятати, що для м'яко випаленого вапна ($t_{\text{випал.}} = 950\text{ }^{\circ}\text{C}$) температура води для гасіння повинна бути низькою ($t_{\text{води}} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$), оскільки м'яко-випалене високоактивне вапно, загашене гарячою водою, діє на соки негативно.

Можна дійти висновку, що при встановленні оптимального режиму випалу вапняку необхідно враховувати вихідну кристалічну структуру випалюваної сировини. А саме, для отримання вапна з оптимальною питомою поверхнею 0,165

– 0,185 м²/г, що забезпечить оптимальну питому поверхню Са(ОН)₂ вапняного молока в межах 4,1 – 4,43 м²/г, випал дрібнозернистих вапняків проводити за більш жорстких температурних умов (1150 ... 1250 °С), а крупнокристалічних карбонатних порід та середньозернистих вапняків – в м'якому режимі. Враховуючи те, що цукрова галузь використовує для випалу на вапно переважно дрібнозернисті вапняки (крейдоподібні, мармуроподібні, ракушняки) та середньозернисті металургійні, в разі погіршення реологічних властивостей вапняного молока, згідно даних наших досліджень, слід переводити випал вапняків на більш жорсткий режим.

Такий підхід підтримують фахівці з технології випалу, обґрунтовуючи це більш економічним використанням вапняку. За середньожорсткого випалу майже на 1/3 зменшиться кількість недопалу, з'явиться можливість без перешкод отримувати вапняне молоко із густиною 1,18 – 1,20 г/см³ та можливість уникати тих негативних явищ, які були наведені вище. Тому середньо жорсткий режим випалу слід розглядати як оптимальний для нашої галузі.

Сьогодні в цукровій галузі з метою економії палива на випал вапняку всі вапняні печі переведені на випал за низьких температур, який зветься м'яким.

Такий режим при всій його привабливості має негативні технологічні наслідки, які з'являються вже у вапняному відділенні. Це пов'язано з тим, що вапну, яке випалене за невисоких температур, притаманна висока дисперсність (п. 4.1.). А так як оксид кальцію характеризується високою гідрофільністю, то при гасінні високодисперсного вапна утворюється водно-вапняна суспензія, в якій майже не залишається вільної води, так як більша частина її переходить у зв'язаний стан. Така суспензія втрачає свої реологічні властивості (п. 3.4.). Щоб транспортувати подібне вапняне молоко по трубопроводах, очистити від домішок та дозувати у сік виробничники вимушені розбавляти його в 2 – 2,5 рази водою майже до густини 1,1 г/см³, що значно збільшує кількість води, яка з реагентом потрапляє на верстат сокоочисного відділення, а потім і на випарну установку.

Потрапляючи в сік, рідке вапняне молоко штучно збільшує загальний об'єм потоку, який повинен оброблятися вапном. А так як дозування вапна здійснюється за об'ємом соку, то для підтримання в ньому сталої загальної оптимальної лужності, необхідно додавати вапна більше в середньому на 0,33 % до маси буряків, ніж за використання вапняного молока з густиною 1,2 г/см³. Для отримання цієї кількості вапна необхідно випалити на 0,7 % більше вапняку, на що потрібно на 0,05 % більше палива. Там, де вапняні печі за потужністю не задовольняють потужність цукрового заводу, потрібно форсувати їх роботу.

Штучне збільшення кількості вапна на очищення дифузійного соку призводить до збільшення кількості фільтраційного осаду. Так, при збільшенні кількості вапна на 0,33 % до маси буряків кількість фільтраційного осаду після I карбонізації при 50% його вологості збільшиться на 1,33 % до маси буряків. Це збільшить на 2,66 % кількість води, що дається на промивання осаду, та втрати цукрози в ньому на 0,013 % до маси буряків (із розрахунку, що на знецукрювання осаду витрачається 200 % води до його маси, а цукру навіть при ретельному знецукренні осаду залишається до 1 % до його маси). Зниження густини вапняного молока з 1,2 до 1,1 г/см³ призведе в подальшому до збільшення

кількості води, яка підлягає випарюванню на випарній установці, та витрат палива і природного газу, що підтверджується даними, наведеними у табл. 3.12.

Якщо до перевитрат палива, які виникають у зв'язку із зниженням густини вапняного молока від 1,2 до 1,1 г/см³, додати вартість цукру, який втрачається у фільтраційному осаді та витрати на випал додаткової кількості вапняку, тоді загальні витрати зростуть у 1,5 рази. Тому переваги м'якого випалу з технологічної та економічної точок зору дуже сумнівні.

Проведені вище дослідження (п. 3.1.) засвідчили вплив кристалічної структури вапняку в разі його м'якого випалу на кристалічну структуру вапна та гідроксиду кальцію вапняного молока. Це пояснюється тим, що за умов м'якого випалу розвиваються температури, які не перевищують 1150 °С. За таких температур ідуть тільки процеси дисоціації карбонату кальцію, а побічні процеси: рекристалізація вапна, спікання його та реакції з домішками, відсутні. Тому кристали карбонату кальцію після дисоціації та перебудови ромбоєдра кальциту у куб оксиду кальцію зберігають розміри, притаманні розмірам вихідного CaCO₃ у вапняках.

Велика тривалість перебування вапняного молока в резервуарах-дозрівачах дещо негативно впливає на активність внаслідок утворення агрегатів частинок Ca(OH)₂ та води (гекса-аква-комплекс), внаслідок чого активність знижується. У свій час у ВНДІЦП був розроблений спосіб суперкавітаційної активації вапняного молока, який давав прекрасні результати, але не набув широкого розповсюдження внаслідок швидкого “зношування” робочої насадки кавітатора. Нами розроблений спосіб пароконденсаційного кавітаційного підвищення активності вапняного молока, який передбачає оброблення останнього ретурною парою в кількості 0,12...0,15 % до маси буряків у спеціально розробленому пристрої. Результати дворічної експлуатації його на Валуйському і Ржевському цукрових заводах (Росія) показали, що активність вапняного молока підвищилася на першому заводі на 5 % (початкова – 87 %) і на другому – на 14 % (початкова – 78 %). Апарат простий у виготовленні і надійний в експлуатації, встановлюється безпосередньо на трубопроводі подачі вапняного молока перед дозаторами.

Лабораторні дослідження впливу активності вапна на швидкість реакцій розкладу нецукрів в умовах ОД показали, що підвищення активності водно-вапняної суспензії на 10% сприяє підвищенню швидкості розкладу глюкози на 15%.

Важливим показником вапняного молока є його концентрація, яку вважають густиною і міряють на заводі денсиметром, що неправильно, оскільки останній призначений для дійсних розчинів, а вапняне молоко – це суспензія. Для таких розчинів правильнішим є ваговий спосіб. Але потрібно пам'ятати, що зниження густини вапняного молока на 0,01 г/см³ зумовлює до додаткового введення на верстат 0,6 % H₂O до м.б. та додаткової витрати пари на випаровування її 0,2 % до м.б.

Для ефективного видалення з вапняного молока завислих дрібних домішок (піску), які спричиняють складність у дозуванні молока, зумовлюють до частих “продувок” апаратів дефекації та додаткових витрат цукрози з “піском”, існують ряд схем та пристроїв, серед яких найефективнішим слід вважати використання

гідроциклонів на другому етапі очистки в дві стадії з організацією промивання нижнього сходу циклонів у спеціальному пристрої. З цією метою нами розроблений спеціальний шнек-промивач, в який подається вода, що йде на гасіння вапна, а утворена вапняна вода теж використовується для гасіння. Останнє зумовлює до часткового підвищення активності вапняного молока. Експлуатація такого пристрою на 5 цукрових заводах впродовж трьох сезонів показала, що додатково із заводу видаляється 3...6 т промитого піску за добу.

Вимоги до сатураційного газу відомі: вміст CO_2 – не менше 28 %, кисню – не більше 2,0 %, оксиду вуглецю – не більше 1,0 %. За інших показників погіршується якість соку. Тому необхідно звести до мінімуму підсмоктування повітря в піч та підтримувати мінімальну питому витрату палива на випалювання.

5.4. Застосування природних мінеральних сорбентів для очищення напівпродуктів бурякоцукрового виробництва

В надрах України є значні запаси дисперсних мінералів, які можуть використовуватись і як сорбенти, і як декальцинатори. В результаті комплексного дослідження десятків мінералів в напрямку їх використання для додаткової сорбції нецукрів і декальцинації соку II сатурації були обрані мінерали монтморилоніт та глауконіт.

При введенні монтморилоніту в кількості від 1,0 до 0,5 % в не фільтрований сік II сатурації проф. Ревою Л.П. встановлено, що солі кальцію зменшуються на 20...28 %, а чистота збільшується на 0,5...0,8 од.

Разом з тим, дослідження Точнової О.В. показали, що найбільш ефективні є сорбенти класу гідролюд – глауконітів. Для підвищення їх адсорбційної здатності існує декілька способів: термічний, кислотний, механічний. Термічний полягає у видаленні міжшарової води ($T = 100 - 300\text{ }^{\circ}\text{C}$) та видаленні гідроксильних груп за температури 450 - 650 $^{\circ}\text{C}$ із кристалічної ґратки.

Адсорбційна здатність глинистих мінералів визначається двома фактурами: іонообмінною адсорбцією у між шаровому просторі мінералу та молекулярною адсорбцією зовнішньою поверхнею кристалів мінералу, що зумовлена утворенням водневих зв'язків між поверхнею адсорбенту та адсорбату.

Природні мінерали типу глауконіту під час очищення промислових цукрових розчинів виявляють іонообмінну та молекулярну адсорбцію. За рахунок іонообмінної адсорбції може відбуватися заміна іонів розчину на іони мінералу (де мінералізація, пом'якшення соків).

Добавка глауконіту до соків з підвищеним вмістом декстринів та пектинових речовин показало, що декстрини та ПР адсорбуються поверхнею мінералу, утворюючи желеподібні структури, що осідають. Експериментально встановлено, що для оптимальної адсорбції декстрину з дифузійного соку кількість глауконіту становить 0,3...0,5 % до кількості соку, а для ПР – 0,7 % до к.с.

На основі цього запропонована технологічна схема очищення дифузійного соку з додаванням в дифузійний сік до попереднього вапнування 0,3 % термоактивованого глауконіту та 0,3 % до не фільтрованого соку II сатурації з витриманням до фільтрування 10 хв. За такою схемою, випробуваною на Городенківському ц/з, чистота очищеного соку збільшується на 0,5...0,7 %, ефект

очистки збільшується на 4,5 - 5,0 %, забарвленість соку II сатурації зменшується майже вдвічі. І саме головне – в залежності від якості ц/б, особливо за недостатньої натуральної лужності та при підвищеному вмісту ВМС, такий спосіб досить перспективний. Крім цього, його застосування сприяє зменшенню витрати вапна на 0,1...0,3 % СаО до к.б.

5.5. Основні принципи створення безвідходного бурякоцукрового виробництва

Створення маловідходних та безвідходних виробництв – основний шлях вирішення проблеми раціонального використання природних ресурсів та охорони навколишнього середовища від промислових забруднень. У зв'язку з цим актуальною є розробка наукових основ безвідходного бурякоцукрового виробництва, а також визначення критеріїв його оцінки.

Під безвідходним бурякоцукровим виробництвом за пропозицією академіків Н.А.Семенова та І.В. Петранова-Соколова розуміють таке окреме виробництво або сукупність виробництв, в результаті роботи яких не відбувається негативної дії на навколишнє середовище. При цьому безвідходна технологічна система представляє собою сукупність організаційно-технічних заходів, способів підготовки сировини, матеріалів і технологічних процесів, що забезпечують максимальне і комплексне використання сировини і енергії, що дозволяють виключити або звести до екологічно нешкідливого мінімуму негативне вплив на навколишнє середовище.

У ряді західноєвропейських країн іноді замість терміну "маловідходна і безвідходна технологія" застосовується термін "чиста" і "чистіша технологія", але по суті, мається на увазі одне і теж.

Слід мати на увазі, що концепція безвідходної технології в деякій мірі є умовною. Під безвідходною технологією розуміється ідеальна модель виробництва, яка в більшості випадків не може бути реалізована повною мірою (маловідходна технологія).

Комплексне використання матеріальних ресурсів - основний принцип безвідходного виробництва. Він забезпечує найповніше економічно виправдане використання всіх корисних компонентів, що містяться в сировині, а також у вторинних матеріальних ресурсах.

Принцип комплексного використання матеріальних ресурсів може бути реалізований в галузі шляхом виконання наступних вимог:

- ресурсозбереження, тобто повнішого використання сировини, палива, теплової і електричної енергії, інших матеріальних ресурсів;
- підвищення ефективності використання побічних продуктів шляхом переробки, вилучення найбільш цінних компонентів;
- переробки всіх видів відходів виробництва з отриманням товарної продукції.

Забезпечення першої вимоги можливе за рахунок здійснення виробничого процесу при мінімально можливому числі технологічних стадій і апаратів та поєднанні операцій (оскільки на кожній з них втрачається бурякомаса, цукор і можуть утворюватися відходи), забезпечення безперервності всіх технологічних

процесів, збільшенні одиничної потужності агрегатів, інтенсифікації виробничих процесів, а також створення економічних енерготехнологічних процесів.

За останні роки на цукрових заводах досягнуто зниження втрат бурякомаси і цукру за рахунок широкого застосування прогресивної технології.

Відомо, що в безвідходному виробництві головним є створення таких технологічних процесів, де відходи б не утворювалися, а всі компоненти сировини і матеріалів переходили в різну готову продукцію або використовувалися з користю. Проте як правило в маловідходному і навіть безвідходному виробництві певна кількість відходів утворюється. Тому велике значення має визначення шляхів їх повного використання.

До теперішнього часу ступінь використання більшості відходів залишається низьким, що пов'язане з наступними причинами:

- при проектуванні і реконструкції цукрових заводів в технологічний цикл не вводять нарівні з очисними спорудами установки для переробки відходів або їх підготовки до переробки на підприємствах інших галузей;
- відсутній економічно обґрунтовані методики розрахунку ефективності переробки відходів з урахуванням екологічних вимог;
- не застосовується економічне стимулювання підприємств, що приймають заходи по використанню відходів і зниженню шкідливої дії виробництва на навколишнє середовище.

Численні дослідження по вивченню порівняльної дії осаду фільтрації і стандартних вапнякових добрив на зниження кислотності ґрунту показали, що при внесенні в еквівалентних по діючій речовині (CaCO_3) кількостях, осад не поступається промисловим вапняним добривам, а у ряді випадків і перевершує їх. Позитивна дія осаду фільтрації на урожай, як правило, вище, ніж стандартних вапняних добрив, що пов'язане з наявністю в осаданні інших корисних для рослин домішок. При цьому він найдешевший з меліорантів.

Осад фільтрації може бути використаний як добавка для отримання комплексного добрива із вмістом карбонату кальцію не більше 10%. Таке добриво можливо застосовувати на всіх ґрунтах і під всі сільськогосподарські культури. Воно буде істотним джерелом поповнення ґрунту кальцієм, вуглецем, мікроелементами, частково азотом і фосфором, біологічно активними речовинами.

5.5.1. Критерії оцінки безвідходності бурякоцукрового виробництва

Пропонується оцінювати рівень безвідходності бурякоцукрового виробництва коефіцієнтом, що визначається як добуток окремих складових, що індивідуально характеризують виробництво з погляду повноти вилучення сахарози із заготовленої сировини, використання вторинних матеріальних ресурсів, енергоємності переробки буряка, а також ступені його дії на навколишнє середовище за формулою:

$$K = K_{\pi} \cdot K_m \cdot K_e \cdot K_o,$$

де:

K_{π} – коефіцієнт виробництва(вилучення сахарози із заготовленого буряка);

K_m – коефіцієнт повноти використання вторинних матеріальних ресурсів;

K_e – коефіцієнт енергоємності переробки цукрового буряка;

K_o – коефіцієнт відповідності екологічним вимогам.

Величина коефіцієнта безвідходності і його складових може змінюватись від 0 до 1.

З урахуванням значень окремих складових обчислюється коефіцієнт K і виробництву встановлюється категорія безвідходності (рядове, маловідходне чи безвідходне).

Розрахунок коефіцієнта K може проводитися:

- при розробці початкових даних на проектування цукрового заводу;
- по завершенню проектування виробництва;
- на стадії виробництва, що діє.

Коефіцієнт повноти використання вторинних матеріальних ресурсів K_m за виробничий сезон розраховується з урахуванням натуральних показників, а також норм витрат матеріалів і утворення відходів на основі рівняння матеріального балансу за формулою:

$$K_m = \frac{\sum M_{н.о.}}{M_{св} + M_m + \sum M_o}$$

де:

$\sum M_{н.о.}$ – сумарна кількість невикористаних відходів виробництва, т;

$M_{св}$ – кількість переробленого буряку, т;

M_T – кількість умовного палива, що витрачається, т;

$\sum M_d$ – сумарна кількість допоміжних ресурсів, що витрачаються, т.

Запитання для самоперевірки

1. Які ви знаєте заходи забезпечення енергозбереження та завдання Комітету в Україні?
2. Як здійснюється енергетичний менеджмент як система, основні її складові?
3. Які існують технологічні можливості зменшення енерговитрат на перероблення цукрових буряків?
4. Як нормуються витрати енергоресурсів?
5. Як вирішуються проблеми зменшення витрат електроенергії?

ЛІТЕРАТУРА

1. Христенко В.И., Штангеев К.О., Міщук Р.Ц. Спрощені розрахунки теплових схем цукрових заводів// Цукор України. - 2001, -№1-2. -С.34-35.
- 2.Христенко В.И., Штангеев К.О., Мищук Р.Ц. Влияние эксплуатационных факторов на теплопотребление в продуктовом отделении// Сахар. —2000, -№3. - С.15-17.
3. Рева Л.П. Про раціональні витрати вапна в технології бурякоцукрового виробництва // Цукор України. – 2005. - №3. – с. 16 – 21.

4. Гусарук Т.С., Верченко Л.М., Хомічак Л.М. Оптимальний режим випалу вапняку – запорука економії енергоресурсів // Цукор України. №5. 2006. с. 20 -21.

5. Гусарук Т.С., Верченко Л.М., Хомічак Л.М., Мірошник В.О. Вплив дисперсності гідроксиду кальцію вапняного молока на його реологічні властивості // Цукор України. - 2007. - №1. - с. 24 – 27.

6. Верченко Л.М., Хомічак Л.М., Гусарук Т.С. та ін. Вплив кристалічної структури вапняку на дисперсність вапняного молока // Цукор України. №1-2. 2005. с. 31-34.

Т Е М А № 6

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРИСТАЛІЗАЦІЇ ЦУКРОЗИ

План

6.1. Основні параметри, що впливають на ефективність кристалізації цукрози у вакуум-апаратах.

6.1.1. Сучасні та перспективні технології уварювання утфелю І кристалізації.

6.1.2. Центрифугування утфеля І.

6.1.3. Удосконалення уварювання та кристалізації утфелю останнього продукту.

6.1.3.1. Раціональний спосіб кристалізації утфеля ІІІ продукту, розроблений Жвирблянським.

6.1.3.2. Спосіб розкачування утфеля ІІІ продукту, запропонований Фелером.

6.1.3.3. Спосіб Акіндінова.

6.1.3.4. Спосіб уварювання утфеля ІІІ кристалізації на кристалічній основі утфеля ІІ кристалізації.

6.1.3.5. Спосіб отримання утфеля останньої кристалізації з проведенням кінцевого згущення в кожному вакуум-апараті в 2 стадії.

6.2. Використанням ПАР для уварювання утфелі.

6.3. Способи підвищення ефективності кристалізації цукрози.

6.4. Номограма для встановлення технологічного режиму кристалізації цукрози, оцінки ефективності його проведення та прогнозування роботи продуктового відділення.

Кристалізаційне відділення цукрового заводу є одним з найважливіших, тому що від його роботи залежить не тільки вихід готової продукції, але й її якість. У кристалізаційному відділенні відбувається практично перекристалізація, яка, як відомо, є потужним засобом очищення речовини. Тому якість цукру в значній мірі

залежить від того, в якій послідовності проводиться процес кристалізації, та з яких продуктів кристалізується цукроза і як ведеться процес кристалізації.

На сьогоднішній час відомо декілька способів покращання якості цукру, що можна застосувати в продуктовому відділенні:

- заведення кристалів на основі спеціальних паст;
- уварювання утфелів у в/а з перемішувачами;
- промивання цукру цукромістким розчином та водою;
- уварювання утфелів на кристалічній основі;
- отримання цукру-піску з утфеля, що уварювався тільки з клерівки жовтих цукрів.

В основі всіх перерахованих способів закладено принцип зменшення кількості та підвищення якості плівки маточного розчину на поверхні кристалів цукру. Зменшення кількості плівки можливо досягнути покращанням гранулометричного складу цукру, тобто отриманням більш крупних та однорідних кристалів, що мають меншу поверхню в порівнянні з дрібними або за рахунок більш повного відділення її шляхом використання афінації та пробілювання водою. Покращання якості плівки досягається шляхом використання для уварювання утфелів продуктів більш високої якості.

До основних заходів щодо підвищення ефективності роботи кристалізаційних відділень в першу чергу потрібно віднести:

- Оптимізацію уварювання утфелі, що включає ефективний спосіб заведення кристалів;
- Автоматизацію процесів уварювання;
- Ритмічну роботу вакуум-апаратів.

Стратегічним напрямком є уварювання утфелі за понижених температур, коли розчинність цукрози менша. Необхідний для цього вакуум досягається шляхом підтримування температури барометричної води в конденсаторі для утфелі I та II кристалізації 50° С, а утфеля III кристалізації – 45° С.

Ще одним заходом, що сприяє зменшенню вмісту цукру в мелясі, є ретельний контроль за роботою центрифуг, особливо утфеля останньої кристалізації. Відомо, що при відхиленнях в роботі центрифуг чистота меляси може збільшитись на 0,3...2,0%. Головною причиною такого є прохід через сито дрібних кристаліків цукру. Експериментально встановлено, що через сито з комірками в 40 мкм проходить від 0,2 до 1,3% дрібних кристалів, а через сито з розмірами комірок в 60 мкм – 0,4...2,2%, тобто лише заміна сита на густіше сприяє пониженню чистоти меляси на 0,1...0,3%.

6.1. Основні параметри, що впливають на ефективність кристалізації цукрози у вакуум-апаратах

Розглядаючи параметри, котрі впливають на ефективність кристалізації цукрози, потрібно відзначити, що багато з них не можуть бути зміненими, тому що вони зв'язані з роботою попередніх відділень цукрового заводу або ж можуть змінюватися лише в неширокому діапазоні. Так, витрата та якість *сиропу* визначається якістю та кількістю останнього, котрий отриманий на ВУ, а *відтоків* – якістю роботи окремих станцій кристалізації. Як правило, ці параметри

відносяться до *числа незалежних*. Тиск та температуру граючої пари можна також змінювати в рамках дуже вузького діапазону, тому що це зв'язано з технічними можливостями генерування пари та його перерозподілу між окремими корпусами ВУ та споживачами по заводу.

Тому особливу увагу потрібно звертати на рівень утфелю у в/а періодичної дії. Висота цього шару впливає на залишковий тиск та температуру всередині в/а, а відповідно, і на величину швидкості кристалізації цукрози, швидкість термічного розкладу її та витрату граючої пари.

Швидкість кристалізації цукрози залежить від температури утфелю, в'язкості та густини міжкристального розчину і відносної швидкості руху кристалів в ньому. Всі ці параметри прямо чи опосередковано залежать від висоти (товщини) шару утфелю у в/а. Крім цього, на величину швидкості кристалізації цукрози суттєво впливає також і відносний відсоток кристалів цукрози в утфелі. Значить, за допомогою цього параметру можна інтенсифікувати процес кристалізації цукрози.

Величина гідростатичного тиску туфельної маси впливає також на величину температури кипіння утфелю, підвищуючи чи знижуючи її, а відповідно і на процес термічного розкладу цукрози. Професором Бугаєнко І.Ф. встановлено, що величина розкладу цукрози за рН утфелю І та ІІ кристалізації в межах 8,0...6,5 та температурі в 75 °С в середньому складає 0,03 % від к.б. з підвищенням температури на 10 °С втрати збільшуються в два рази.

Гідродинамічна обстановка у в/а періодичної дії постійно змінюється. При цьому швидкість циркуляції утфелю коливається та поступово знижується до кінця варки до мінімуму. За звичайних умов єдиною рушійною силою циркуляції є різниця в'язкості утфелю при стінках кип'ятильних трубок та всередині їх. Оскільки температура граючої пари у в/а як правило не регулюється, то підвищення термічного опору і зменшення швидкості циркуляції супроводжується зниженням теплового потоку, що в свою чергу зумовлює до зниження паровмісту та рухомої сили циркуляції.

На заключних стадіях уварювання утфелі можливі такі режими роботи в/а, коли кипіння утфелю не відбувається, останній тільки нагрівається. Тому з метою підвищення циркуляції запропоновано ряд способів:

- Вдуванням повітря (пари) під нижню трубну решітку;
- Встановлення додаткових нагрівальних елементів;
- Встановлення механічних циркуляторів.

6.1.1. Сучасні та перспективні технології уварювання утфелю І кристалізації

Процес отримання утфелю І кристалізації можна розділити на наступні етапи: набір вакуум-апарат сиропом і згущення його до проби; утворення центрів кристалізації; нарощування кристалів, згущення утфелю, вивантаження утфелю в мішалку і пропарювання вакуум-апарата.

Найбільш розповсюдженим методом проведення цих етапів процесу є робота з періодичним веденням сиропу. Періодичне введення сиропу здійснюється

звичайно при досягненні коефіцієнта пересичення міжкристалевого розчину 1,15 - 1,18 і закінчується при коефіцієнті пересичення 1,02 - 1,05.

Дуже часто введення сиропу починають при більшому значенні коефіцієнта пересичення – на межі появи вторинних центрів, а іноді і після початку їх появи. Нічого, крім шкоди, такий спосіб роботи не дає. Значні коливання пересичення збільшують тривалість процесу, що зменшує масову швидкість кристалізації.

Спеціалістами УкрНДІЦП на Яготинському цукровому заводі випробуваний спосіб отримання утфелю I кристалізації при безперервному вводиті сиропу у вакуум-апарат, який полягає в наступному: спочатку у вакуум-апарат набирається така кількість сиропу, щоб після згущення його до потрібної концентрації він повністю покривав поверхню нагріву, далі згущення сиропу ведеться при максимальному розрідженні, тобто при мінімальній температурі кипіння.

Після досягнення коефіцієнта пересичення сиропу 1,25 у вакуум-апарат вводиться біля 20 г цукрової пудри. Через 1-2 хв. відбирають пробу для спостереження за кількістю утворених кристалів. Після утворення достатньої кількості кристалів у вакуум-апарат вводять сироп для зменшення коефіцієнта пересичення міжкристалевого розчину до 1,1 та припинення подальшого виділення центрів кристалізації. В подальшому кристали цукру нарощують при безперервному надходженні сиропу у вакуум-апарат. Процес регулюється так, щоб коефіцієнт пересичення міжкристалевого розчину утримувався на постійному рівні (біля 1,1). При такому значенні коефіцієнта пересичення забезпечується досить висока швидкість кристалізації та не утворюються нові центри кристалізації.

Впровадження способу отримання утфелю I кристалізації при безперервному способі введення сиропу у вакуум-апарат дозволяє значно зменшити тривалість процесу (приблизно на 22,5 %) при одночасному покращенні якості білого цукру (гранулометричний склад, забарвленість).

Майже на всіх бурякоцукрових заводах при отриманні утфелю I кристалізації у вакуум-апаратах періодичної дії на початковій стадії у вакуум-апарат вводять велику кількість води або соку для запобігання пересиченню сиропу. Це значно збільшує витрати пари при отриманні утфелю, і, відповідно, витрати палива. Наступною причиною великих витрат палива є низька концентрація сиропу (48-56%), що використовується при отриманні утфелю I кристалізації.

Спеціалістами УкрНДІЦП розроблений спосіб отримання утфелю I кристалізації із сиропу підвищеної концентрації (70 – 73 %), який включає водні та сокові підкачки. Спосіб полягає в наступному.

Після ретельно пропарки апарат і з'єднування його з конденсатором у вакуум-апарат набирають мінімальну кількість сиропу. Коли вакуум-апарат набрався сиропом, подають пару і вакуум-апарат виконує функції випарної установки, тому випарювання повинне здійснюватись при повністю відкритому повітряному вентилі, при можливо низькій для даного вакуум-апарат температурі. Коли сироп досягне пересиченого стану наближається момент утворення центрів кристалізації, повітряний вентиль закривають

Внаслідок чого температура киплячої маси поступово підвищується до 84 – 86 °С. В апарат вводять цукрову пудру, причому бажано утворення кристалів

проводити при невисокому коефіцієнті пересичення. За кількістю утворених центрів кристалізації необхідно постійно слідкувати.

Коли необхідна кількість центрів кристалізації утворилася, процес переривають, знижуючи пересичення між кристального розчину введенням свіжого сиропу. При утворенні центрів кристалізації потрібно уникати занадто великого введення сиропу. Необхідно уникати також різкого коливання температури у вакуум-апараті, оскільки підвищення температури може призвести до розчинення утворених центрів кристалізації, а зниження температури – викликати моментальне виділення кристалів цукру у великій кількості.

Сироп, що надходить в апарат, повинен мати температуру на кілька градусів вищу за температуру утфелю у вакуум апараті. Перегрітий сироп, потрапляючи у вакуум-апарат, швидко закипає, виділення бульбашок пари посилюється, що підвищує циркуляцію утфелю і сприяє процесу нарощування кристалів. Після утворення центрів кристалізації, температуру кипіння утфелю знижують до 80-82°C, поступово відкриваючи повітряний вентиль.

При необхідності підвищення температури кипіння утфелю з метою розчинення дрібних кристалів цукру може здійснюватися багаторазово. В подальшому подача сиропу повторюється до тих пір, поки утфелем не заповниться весь об'єм апарата. На цій стадії температура утфелю поступово знижується і досягає 78 – 79 °C, при якій утфель остаточно згущується до вмісту в ньому 92,5 - 93 % сухих речовин.

Якісні показники утфелю I кристалізації із сиропів підвищеної концентрації в технологічній схемі заводу необхідно передбачити між корпусну сульфитацію та фільтрування сиропу.

Впровадження способу, розробленого в УкрНДІЦП, дозволить зменшити витрати пари на підігрів вакуум-апаратів на 2,3 % від маси буряку, на 1,7 % зменшити використання води, стабілізувати споживання пари, збільшити продуктивність вакуум-апаратів на 10 %, тому навіть якщо ВУ не забезпечує отримання концентрованих сиропів, застосування його залишається доцільним.

Надійно працювати з високими концентраціями, отримуючи високоякісний утфель I кристалізації, дозволяє відносно новий метод з використанням маточного утфелю, широко розповсюджений на цукрових заводах Німеччини, Великобританії та інших країн.

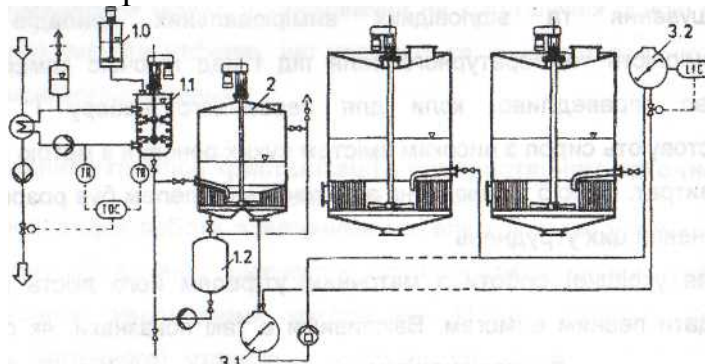


Рис.6.1. Апаратурно-технологічна схема роботи за Брауншвейським способом

Маточний утфель для I кристалізації повинен відповідати особливим вимогам, тому метод його підготовки достатньо складний і вимагає додаткового обладнання. Ідея його полягає в тому, що процес початкового кристалоутворення та закріплення кристалів виділяється із циклу отримання утфелю в окремий процес підготовки маточного утфелю.

Процес підготовки маточного утфелю включає три етапи:

Попередня підготовка кристалічної затравочної суспензії у мішалці 1.0;

Одержання кристалічної основи з середніми розмірами кристалів 100-120 мкм (0,1..0,12 мм) при охолодженні (мішалка-кристалізатор 1.1);

Нарощування кристалів основи при випарюванні в окремому вакуум-апараті (2) до середнього розміру кристалів 300 мкм.

Суть Брауншвейського методу полягає в наступному. Сироп доводиться у спеціальному випарному апараті до концентрації СР 75 %, а потім, через проміжний резервуар, потрапляє в кристалізатор-охолоджувач (1.1), ступінь охолодження в якому регулюється контурами охолодження. При температурі біля 50°C пересичення досягає величини 1,1 і з відповідної мішалки подається підготовлена затравочна паста. Після охолодження отриманого продукту розмір кристалів досягає приблизно 0,1 - 0,13 мм. Така кристалічна затравка може бути безпосередньо використана для одержання дрібнокристалічного утфелю, або спрямовується на подальшу обробку у вакуум-апарат (2), де розмір затравлювальних кристалів доводиться до 0,3 мм. Кристалічна затравочна суспензія по трубопроводах замкненого контуру з прийомної мішалки 3.1 насосом подається в мішалку 3.2, що встановлена на площадці в/а. Первинний набір у в/а необхідної кількості кристалічної основи (маточного утфелю) проводиться із трубопроводу, що з'єднує ці дві мішалки.

Створення якісної кристалічної затравки сприяє значному полегшенню процесу кристалізації, оскільки критичні фази утворення і нарощування кристалів відбуваються не в апараті для виробництва кінцевого продукту.

Незважаючи на відносну складність одержання маточного утфелю, він має високі якісні показники (рівномірність кристалів, відсутність конгломератів), що дозволяє використовувати сиропи високої концентрації, збільшити продуктивність в/а, зменшити споживання пари та збільшити вихід кристалічного цукру з утфелю за рахунок більшої рівномірності кристалів. Що сприяє зменшенню води на пробілювання. Виробничі дослідження показують, що впровадження такого способу уварювання утфелю забезпечує збільшення виходу кристалічного цукру з утфелю від 43 до 52 %, зменшення витрат води на пробілювання з 2,6 до 1,8 % до маси утфелю та зменшення витрат палива на 0,3 % до кількості буряків.

Розрахунки показують, що застосування такого способу дозволяє на 20 – 30% збільшити продуктивність в/а I ступеня кристалізації та на 10 – 15 % - II і III ступенів, зменшити витрати пари та електроенергії в кристалізаційному відділенні на 10 – 15 %, зменшити втрати цукру від термічного розкладу.

В Україні вперше такий спосіб було впроваджено на Чортківському ц/з.

Для приготування затравочної пасту в МДУХП розроблений новий спосіб, у відповідності до якого мікрозатравку приготували, змішуючи пересичений розчин

цукрози з етиловим спиртом, і потім суміш охолоджували до 22 - 25 °С. Мікро кристали, що самовільно зародилися, розміром 10 - 50 мкм відділяли в полі відцентрових сил і змішували з гліцерином, насиченим цукрозою. Для нарощування отриманих кристалів мікрозатравки до розмірів 80 - 120 мкм запропонована конструкція оригінального кристалізатора - охолоджувача, виготовленого із матеріалу, який має низькі адгезійні властивості. Для приготування 35 т утфелю І кристалізації витрати затравочної суспензії з кристалами 0,1 мм складають 400 кг, тому робоча місткість кристалізатора - охолоджувача прийнята 4 т (на 10 виробничих циклів).

Новий спосіб приготування затравочної суспензії, на відміну від „Брауншвейгського", дає можливість виключити злипання мікро кристалів. Немає необхідності із затравочної суспензії готувати маточний утфель з кристалами біля 0,3 мм в окремому проміжному апараті. Це обумовлено тим, що затравочна суспензія подається у вже пересичений сироп, і її кристали відразу починають рости у вакуум-апараті.

Автори показують, що однією із основних умов забезпечення рівномірних кристалів цурку при одержанні утфелю є створення у вакуум-апараті кристалічної основи, що складається із суворо визначеного числа зародків однакового розміру.

Зусиллями працівників УкрНДІЦП та ВНПП „Магмас" була розроблена технологія приготування твердо пластичної затравочної пасти. Цей твердий посівний матеріал являє собою готовий продукт, що не потребує спеціальної підготовки перед внесенням у вакуум-апарат. Містить мікро кристали цукру високого ступеню рівномірності в легкоплавкому твердому наповнювачі, в якості якого використовується поверхнево-активна речовина АМГД (ацетильований моно гліцерид дистильований). Така „тверда" суспензія сформована у вигляді циліндрів заданої маси, може зберігатись без зміни властивостей до 18 місяців.

Твердопластична затравочна паста дозволяє отримати в утфелі кристали високого ступеню рівномірності з мінімальним вмістом конгломератів, зменшити витрати води на промивання цукру, збільшити вихід кристалічного цукру на 3 %.

Витрати затравочної пасти на один цикл визначають із співвідношення 1,0-1,5 г на 1 т готового утфелю у вакуум-апараті (для утфелю І кристалізації). Для утфелів II і III кристалізації дозу збільшують в 1,5 рази.

Незважаючи на складність процесу підготовки маточного утфелю, його якісні показники (рівномірність кристалів, відсутність конгломератів) дозволяють збільшити продуктивність вакуум-апаратів, зменшити витрати пари при одержанні утфелів, і, головне, збільшити вихід кристалічного цукру при центрифугуванні.

Одним із напрямків подальшої інтенсифікації процесів, що відбуваються в продуктовому відділенні, є додаткова кристалізація цукру із утфелю його охолодженням в кристалізаторах під вакуумом, яка отримує все більшого розповсюдження в цукровій промисловості Франції, Німеччини, Італії. За рахунок охолодження утфелю і додаткового випарювання води зменшується розчинність цукру, збільшується пересичення розчину, що підвищує ефект кристалізації без додаткових витрат тепла.

Об'єднання трьох факторів, що забезпечують кристалізацію цукрози (охолодження, випарювання води, перемішування утфелю), досягнуто в апаратурному оформленні, яке отримало назву Multistage EBulism Tank (MET) або трьохступінчастий вакуумний кристалізатор – охолоджувач.

Вакуумний кристалізатор – охолоджувач має вертикальний корпус, розділений на три секції, кожна з яких обладнана мішалкою, патрубками для введення цукромісних розчинів і води, клапаном для вивантаження утфелю і водяною „сорочкою” під конічним дном. В кожній секції підтримується автономний тиск і відповідна температура. Кристалізатор-охолоджувач працює в безперервному режимі, який регулюється системою управління, яка підтримує на постійному рівні вихід утфелю, ступінь охолодження, витрати сиропу ат відтоків, вміст сухих речовин в них. Середня тривалість перебування утфелю, необхідна для росту кристалів, складає не більше 35 хв. для всіх трьох секцій, тобто для всієї установки.

Трьохступінчастий кристалізатор – охолоджувач працює за наступним принципом: в умовах поступового зниження тиску відбувається випарювання води і охолодження утфелю. Поступова дегідратація та зниження температура приводять до пересичення, що, в свою чергу, веде до утворення кристалів цукру. При цьому виток останньої фази кристалізації повинен обов'язково повертатися в установку для підтримання кількості кристалів на необхідному рівні. Трьохступінчасті вертикальні вакуумні кристалізатори – охолоджувачі MET встановлені та успішно використовуються на ряді цукрових заводів Італії.

В процесі експлуатації кристалізаторів – охолоджувачів MET встановлені наступні переваги:

- збільшення виходу кристалічного цукру в порівнянні з традиційними апаратами, що пов'язане з явищем само випаровування при переході до нового рівноважного стану внаслідок різниці абсолютних тисків між входом і виходом вакуумного кристалізатора – охолоджувача;
- зменшення забарвленості цукру внаслідок того, що кристалізація проводиться при понижених температурах;
- підвищення виходу цукру завдяки центрифугуванню утфелю з температурою нижчою за звичайну.

Фірмою Берген-Сей розроблена технологія використання горизонтальних вакуумних кристалізаторів – охолоджувачів, яка пройшла попередні випробування на рафінадному заводі Нант. За результатами випробувань була створена двохступінчаста установка безперервних вакуумних кристалізаторів – охолоджувачів. Вона працювала на протязі всього виробничого сезону і замінила одну ступінь кристалізації.

Горизонтальний кристалізатор – охолоджувач заповнюється тільки на 50-60%, що дозволяє отримати велику поверхню випарювання. Введення витоків в апарат здійснюється в чотирьох місцях: перше – в місці надходження утфелю, три інших розподілені таким чином, щоб уникнути пересичення.

6.1.2. Центрифугування утфеля І

Центрифугуванням відділяється більша частина між кристального розчину, який після центрифугування називають першим відтоком (зелена патока). На відміну від між кристального розчину він містить ще невелику кількість кристалів (різниця чистот не повинна перевищувати 1%). Так як на кристалах цукру ще залишається невелика кількість між кристального розчину, який надає кристалам жовтуватого відтінку, то для його відділення цукор промивають артезіанською водою з $t = 85 - 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. В результаті утворюється другий відтік (біла патока). На промивання витрачається 3...3,5 % води до маси утфеля, тривалість промивання 15...30 с. Для того, щоб забезпечити необхідну різницю чистоти першого та другого відтоку (5...7 %), після початку промивання через 10...15 с автоматично повертається сегрегатор.

Після промивання цукор підсушується до вологості 0,8..1,2 %. Після зсипання цукру на фільтрувальному ситі залишається шар цукру товщиною 2...5 мм, який періодично протягом 4...8 с промивають гарячою водою. Промий – у збірник другого відтоку.

Кількість води для промивання на заводах як правило завищують, щоб підвищити якість цукру-піску. Але, як видно з рисунка, кількість видалених красок не пропорційно кількості води. Залежність виходу цукру від кількості води має лінійний характер, а забарвленість змінюється по експоненті.

Збільшуючи витрату води в два рази, ми забарвленість цукру знижуємо на 35%, а вихід кристалічного цукру зменшився на 18%. Можна прийняти, що збільшення витрати промивної води на 1% зумовлює до зменшенню виходу кристалічного цукру на 3,7 % до маси утфеля, а на випаровування цієї води потрібно приблизно 0,02 % умовного палива до маси буряків.

Таким чином існуючі варіанти пробілювання утфелі мають ряд недоліків, основними з яких є те, що від 20 до 30 % цукру розчиняється під час пробілювання водою, а через змішування відтоків (нечітка робота сегрегаторів) підвищується забарвленість та вміст золи у готовій продукції.

З огляду на це заслуговує уваги система ТОВ „ПромОПЕКС”, застосування котрої дозволяє проводити безперервний контроль забарвленості цукру на віброконвейєрі з метою оптимізації витрат води на пробілювання, автоматичне визначення якості утфелі та корекцію параметрів центрифугування, пробілювання та сушки в кожному циклі, кероване чітке розділення відтоків або їх перерозподіл в залежності від якості проуктів і т.д. (див. схему – рис. 6.2.).

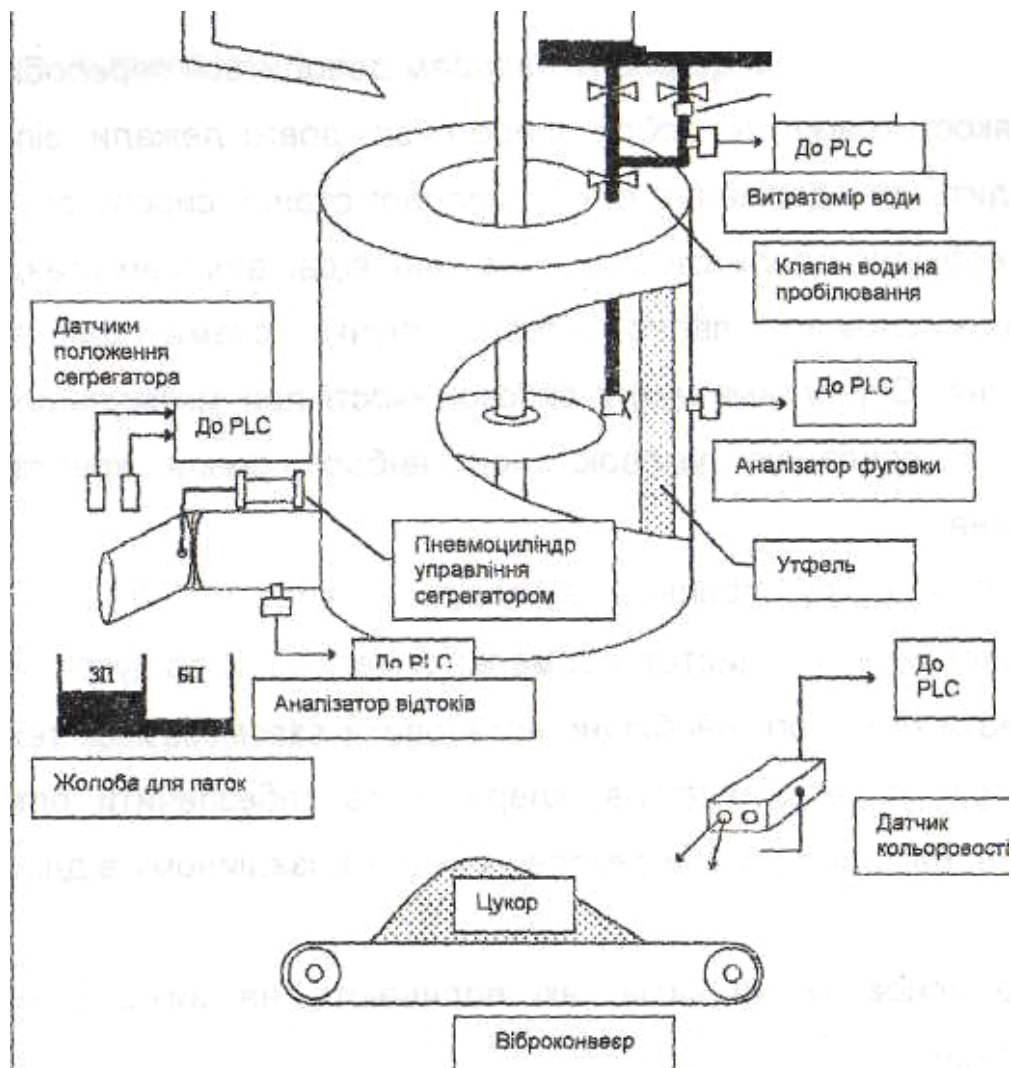


Рис.6.2. Принципова схема підключення датчиків та приладів автоматичної системи обробки утфелів

Практична цінність вказаної системи автоматизації оброблення утфелі полягає в тому, що враховуються різні ситуації, які зустрічаються в процесі роботи продуктового відділення. Крім цього, вона здійснює автоматичне регулювання режиму комбінованої промивки цукру білою патокою (сиропом) та водою. За рахунок зменшення кількості води на промивку від 20 до 200 % збільшується вихід кристалічного цукру на 1,2...2,0 т за один цикл уварювання, що наприклад, для Володимир-Волинського ц/з дозволило для виробітку 10 тис. Т цукру зменшити на кількість зварених вакуум-апаратів на 70.

Найбільш доцільно проводити промивання у два етапи з використанням на першому розбавлений до СР 70...74 % та нагрітий до 85°C другий відтік І утфеля. Витрата останнього – 2 % до маси утфеля, а води після нього – 1,5...2 %, тобто кількість води знижується майже в 3 рази.

Перспективне пробілювання парою. Цукор з центрифуг в такому разі виходить з вищою температурою, що не спричиняє до його “розвалу” кристалів в сушильному відділенні, а кількість відтоків зменшується.

6.1.3. Удосконалення уварювання та кристалізації утфелю останнього продукту

Уварювання утфелю останнього ступеню кристалізації характеризується тим, що в вакуум-апарат поступають відтоки, які мають значно більше нецукрів, ніж на I і II ступенях кристалізації. Це приводить до значного збільшення вмісту сухих речовин, а також в'язкості уварюваної маси при досягненні необхідного пересичення і зниженню швидкості кристалізації. В результаті цього повний цикл уварювання утфеля III кристалізації в 1,5...2,5 рази довше, ніж цикл уварювання утфеля II кристалізації.

Міжкристальний розчин утфеля III кристалізації намагається знецукрити найбільш повно, тому що зниження його чистоти в кінці процесу на 1 % дає можливість збільшити вихід цукру-піску на 0,07-0,1 % до маси буряків. Всього в відтоку утфеля останньої кристалізації залишається біля 2,5 % Цк до маси буряків.

Варочно-кристалізаційна станція цукрового заводу, яка працює по двох-чи трьохпродуктовій схемі, ставить перед собою завдання отримати максимально можливу кількість цукру при найбільшому знецукренні меляси.

6.1.3.1. Раціональний спосіб кристалізації утфеля III продукту, розроблений Жвирблянським

Утфель III продукту уварюють до різного вмісту СР в залежності від доброякості зеленої патоки – чим вона вища, тим більш повно уварюється утфель.

Утфель при спуску з вакуум-апарата обприскується точно розрахованою кількістю води, щоб запобігти утворенню муки внаслідок надмірного пересичення, яке викликається різним падінням температури утфеля.

З метою зменшення вмісту кристалів цукру в утфелі при його кристалізації в мішалки вводять розкачки з нерозбавленої підігрітої меляси.

Охолоджений утфель в мішалках перед фуговкою нагрівають до температури, при якій в'язкість міжкристальної патоки досягає 4000 спз.

Жвирблянський, аналізуючи роботу на станції кристалізації III продукту по використанню раціонального метода кристалізації, відмічає наступне.

Цей спосіб не є методом, в якому використовуються тільки паточні розкачки. Цей метод включає ряд мір по уварюванні утфеля в вакуум-апаратах, обприскування його водою при спуску, розкачування в утфелемішалках і підігрів перед фуговкою.

Автор вказує, що можуть використовуватися розкачки з допомогою розбавленої патоки і навіть води в залежності від доброякісності утфеля і в'язкості міжкристальної патоки.

Недоліки способу:

методика аналізів, необхідних для регулювання раціонального метода кристалізації, як, наприклад, методика визначення кількості і складу розкачок і способи їх виконання, дуже складна і вимагає більшої затрати часу.

Паточні розкачки не тільки зменшують вміст кристалів в утфелі, але й механічно знижують чистоту міжкристальної патоки, внаслідок чого погіршуються умови кристалізації утфеля – збільшується в'язкість утфеля.

Уварювання утфеля вище 95,5 % вмісту СР затягує варку утфеля, сильно ускладнює його спуск і викликає необхідність збільшеної розкачки, внаслідок чого втрачається ефект сильного згущування утфеля.

Паточні розкачки просто збільшують відстань між кристалами цукру в утфелі, але не зменшують в'язкості середовища, тобто маточного розчину, що негативно відображається на кристалізації цукру.

Паточна розкачка дуже повільно “приймається” утфельною масою внаслідок великої її в'язкості, так як по вмісту СР вона еквівалентна міжкристальному розчину утфеля.

6.1.3.2. Спосіб розкачування утфеля III продукту, запропонований Фелером

Утфель III продукту уварюється до можливо більшого вмісту СР в залежності від поверхні нагріву і конструкції апарата, умов спуску утфеля в мішалки;

при спуску утфеля із апарата його обприскують протягом всього часу спуску водою чи патокою або сумішшю води і патоки, температура яких на 2-3° С вище температури утфеля. При цьому досягається зниження істинного коефіцієнта пересичення до 1,1, що не допускає утворення муки. Це розкачка розрахована також на вміст кристалічного цукру в кінці кристалізації не більше 42 % до маси утфеля, що не допускає поломки перемішувача в мішалках кристалізаторах за 2 год. перед фуговкою, коли утфель має температуру 40°С, його розкачують водою в кількості; необхідній для зниження густини міжкристальної патоки до 82-83 % вмісту СР, що забезпечує нормальну фуговку утфеля.

6.1.3.3. Спосіб Акіндінова

Новий метод кристалізації утфеля останнього продукту є одним з варіантів розробки і уточнення режиму кристалізації по Красильщикову і Жвирблянському. Ними запропоновано для зниження вмісту кристалів в утфелі до прийнятої норми при кристалізації його в мішалках використовують паточні чи водні розкачки. Запропонували використовувати проміжну фуговку останнього утфеля з метою розрідження кристалізаційного утфеля в мішалках отриманим міжкристальним розчином. Спосіб Акіндінова заключається в тому, що зменшення кількості кристалів в утфелі роблять не паточними розкачками, а попередньою фуговкою утфеля з поверненням міжкристальної патоки, причому починати попередню фуговку утфеля треба не одразу після спуску, а тільки при досягненні в утфелі допустимої кількості кристалів цукру, під час кристалізації його в мішалках.

Повернення після попередньої фуговки утфеля міжкристальної патоки дозволяє при розжиженні утфеля залишити в ньому максимально допустиму кількість кристалів цукру.

Для більш глибокого знецукрення міжкристального розчину автор нового методу рекомендує направляти міжкристальну патоку після попередньої фуговки утфеля не в наступну, а в ту ж мішалку кристалізатор.

У випадку тяжкої фуговки, яка викликана підвищенням в'язкості утфеля, треба знизити в'язкість міжкристального розчину шляхом нагрівання відтоку від попередньої фуговки відкритою парою. Якщо природна в'язкість міжкристального розчину висока, то міжкристальний розчин розбавляють гарячою водою.

6.1.3.4. Спосіб уварювання утфеля III кристалізації на кристалічній основі утфеля II кристалізації

Завданням цієї схеми є:

- покращення кристалічної структури утфеля III кристалізації (збільшення розмірів кристалів та їх рівномірності);
- скорочення тривалості уварювання і центрифугування утфеля III кристалізації;
- підвищення якості жовтого цукру;
- зменшення вмісту цукру в мелясі.

Для збереження стабільних показників кристалізацій і центрифугування утфеля III кристалізації чистоту утфеля треба підтримувати постійною 76 - 77 % незалежно від якості переробленого цукрового буряка. Це досягається зміною кількості утфеля II кристалізації, який відбирається для кристалічної основи і відтоків, що поступають на уварювання утфеля III кристалізації. Кількість перетягнутого утфеля визначається технологічною лабораторією заводу і складає 30 - 45 % об'єму вакуум-апарата. Утфель II кристалізації уварюється на мілкій кристалічній основі 0,25 - 0,30 мм. Чистота його в межах 83 - 84 %.

Опит роботи цукрових заводів показує, що введення трьохкристалізаційної схеми з використанням кристалізаційної основи для уварювання утфеля III кристалізації дозволяє знизити вміст цукру в мелясі на 0,1 - 0,3 % до маси цукрового буряка.

6.1.3.5. Спосіб отримання утфеля останньої кристалізації з проведенням кінцевого згущення в кожному вакуум-апараті в 2 стадії

Спосіб отримання утфеля полягає в згущенні цукровмісного розчину в вакуум-апараті, заведення кристалів, їх нарощування до отримання кристалічної основи, відбір частини останньої і подачу її в другий вакуум-апарат, послідовне нарощування кристалів в вакуум-апараті і кінцеве згущення утфелів. Нарощування кристалів в вакуум-апаратах здійснюють при підтримці вмісту кристалів в утфелі 30 - 35 %, а кінцеве згущення утфеля в кожному апараті проводять в дві стадії: першу з яких при розрідженні 660 - 670 мм рт.ст. до вмісту $CP = 89,0 - 91,0 \%$, а другу при розрідженні 600 - 615 мм рт.ст. до досягнення заданого вмісту CP . цей спосіб зменшує тривалість уварювання на 40 хв, підвищує вміст кристалів цукру в утфелі перед спуском на 0,8 - 1,6 % і дозволяє отримати цукор кращої якості.

6.2. Використанням ПАР для уварювання утфелі

У цукрових буряках містяться речовини, що мають поверхнево-активні властивості: сапоніни, білки, продукти розкладу білків (амінокислоти та бетаїн), ПР, жири. Всі вони в основному мають колоїдний характер. Накопичуються в сиропі і з ним приходять в кристалізаційне відділення. Таким чином вони спричиняють утворенню піни, адсорбуються на поверхні кристалів, уповільнюють швидкість кристалізації, погіршують якість продукції.

В останнє десятиліття виник новий напрямок інтенсифікації процесів кристалізації цукру шляхом застосування синтетичних ПАР. Існує дві великі групи ПАР, що відрізняються характером адсорбції та механізмом стабілізації дисперсних систем. До першої групи можна віднести низькомолекулярні сполуки дифільного характеру, що мають гідрофільну головну частину ($-\text{OH}$, SO_3H , $-\text{COOMe}$, і т.д.) та гідрофобну хвостову частину. За застосуванням ПАР цієї групи поділяються на змочувачі, емульгатори, миючі агенти, піноутворювачі. До другої групи належать ПАР, в яких має місце чергування гідрофільних та гідрофобних груп, рівномірно розподілених по довжині полімерного ланцюжка (поліакриламід, желатин та ін.). найбільший інтерес представляє застосування ПАР для інтенсифікації процесів кристалізації цукрози.

Утфелі II і III кристалізації відрізняються підвищеною в'язкістю і властивостями до піноутворення і пониженою швидкістю кристалізації. Використання ПАР може мати значний вплив на пониження в'язкості і збільшення текучості утфелів. При поганій якості утфеля оптимальна величина додавання ПАР досягає 100 мг/кг утфеля. Якщо уварювання утфелів останньої кристалізації з чистотою 76 - 80 % не супроводжується піненням, величина добавки ПАР може бути знижена до 50 мг/кг утфеля.

Особливо великий вплив ПАР є при переробці буряків пониженої технологічної якості. При введенні ПАР в утфель зникає пінення, зменшується в'язкість, підвищується антиадгезійні властивості. В зв'язку з цим значно покращується гранулометричний склад утфелів. Центрифугування утфелів останнього ступеня кристалізації з високою в'язкістю при двох чи трьох кристалізаційній схемі пов'язано з збільшенням водними розкачками в утфелемішалках чи використанням закожушної пари, що сприяє збільшенню вмісту цукру в мелясі.

Додавання емульсії ПАР (АМГСК-100) до утфеля останньої кристалізації перед центрифугуванням скорочує цикл центрифугування, покращує якість цукру, запобігає залипанню сит, полегшує вивантаження цукру з центрифуг. Приготування емульсії виконують шляхом змішування ПАР з водою. При неперервній кристалізації утфеля емульсією ПАР вводять в останню мішалку-кристалізатор перед подаванням утфеля в розподільник. Заводка емульсії ПАР в утфель перед центрифугуванням треба використовувати в тих випадках, коли різко погіршується відокремлення меляси від кристалів в центрифугах, наприклад при надмірному зниженні чистоти утфеля, його переохолодженні і накопиченні утфеля через зупинки центрифуг, які є вимушеними. При введенні ПАР в вакуум-апарати останньої кристалізації добавку його до утфеля перед центрифугуванням

виконують з урахуванням раніше введеного в вакуум-апарат, в сумарній кількості, яка не перевищує 80 - 100 мг/кг утфеля.

У зв'язку з тим, що дія ПАР короткострокова, доцільно подавати їх у в/а не менше чотирьох разів за цикл уварювання. Для цього ПАР розчиняють у сиропі у співвідношенні 1:1 за температури 60 °С.

Спосіб інтенсифікації процесу кристалізації шляхом застосування ПАР показав такі переваги:

скорочення тривалості уварювання утфелі II та III кристалізацій на 20...30 %;

підвищення рівномірності кристалів;

поліпшення якості цукру;

зменшення тривалості центрифугування;

зниження чистоти меляси приблизно на 1 од.. та вмісту цукру в ній на 0,01 % від к.б.

6.3. Способи підвищення ефективності кристалізації цукрози

На цукрових заводах Німеччини для отримання цукру рафінадної якості використовується 4-х кристалізаційна схема (рис. 6.3) :

Така схема базується на звичайній 3-х кристалізаційній, але відрізняється тим, що клеровка цукру II не направляється на уварювання утфелю I, а уварюється разом з частиною (20...30 %) клеровки афінованого цукру останнього продукту на утфель 0. Враховуючи той факт, що клеровка II утфеля по своїй якості значно краще суміші сиропу з клеровкою, в результаті отримують цукор більш високої якості.

Із сиропу, частини клеровки афінованого цукру III та першого відтоку утфеля 0 уварюється утфель I, з якого отримують цукор-пісок, якісні показники якого дещо гірші, ніж цукру 0. обидва ці цукри змішують – 75 % цукру 0 та 25 % цукру-піску та направляють на зберігання.

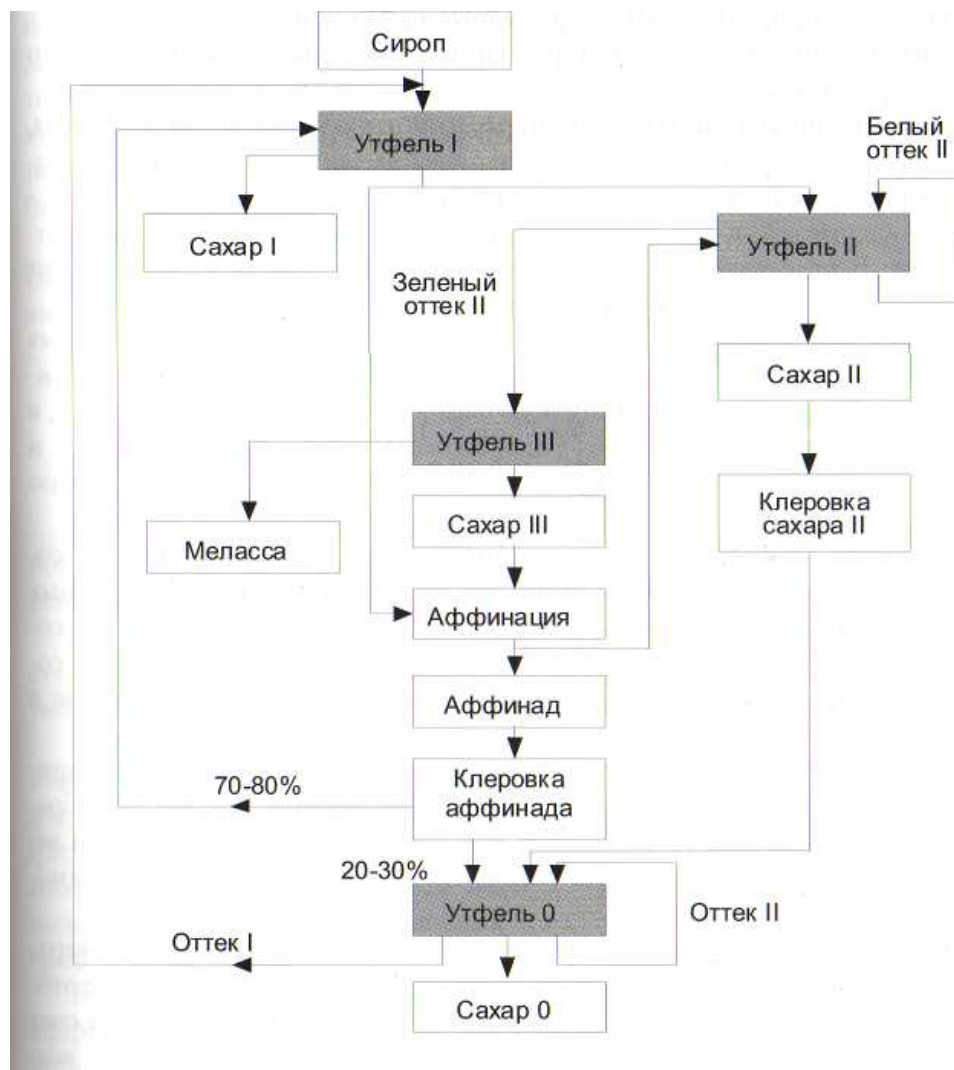


Рис.6.3. Схема отримання цукру високої якості шляхом перекристалізації жовтих цукрів

Враховуючи той факт, що чистота сиропу в Німеччині близька до такової в Україні (92 %), така схема представляє безсумнівно інтерес при реконструкції заводів, котрі ставлять своєю задачею отримання цукру високої якості.

6.4. Номограма для встановлення технологічного режиму кристалізації цукрози, оцінки ефективності його проведення та прогнозування роботи продуктового відділення.

Через суттєву зміну технологічної якості цукрових буряків під час виробничого сезону приходиться достатньо часто корегувати не тільки технологічний режим роботи продуктового відділення, а й саму технологічну схему роботи, тобто кількість ступенів кристалізації. Як правило, такі зміни проводять, опираючись на виробничий досвід або ж на складні технологічні розрахунки (які ніхто не робить).

З метою вибору ефективної роботи продуктового відділення та оперативного контролю його роботи проф. Люсим М.А. розроблена номограма, в яку включені наступні показники: чистота утфелю Ч_y та міжкристального розчину $\text{Ч}_{\text{м.р.}}$, вміст сухих речовин в утфелі СВ_y і в міжкристальному розчині $\text{СВ}_{\text{м.р.}}$, вміст кристалів

цукрози в утфелі К [13] та котра представляє собою графічне зображення процесів уварювання і кристалізації утфелі цукрового виробництва.

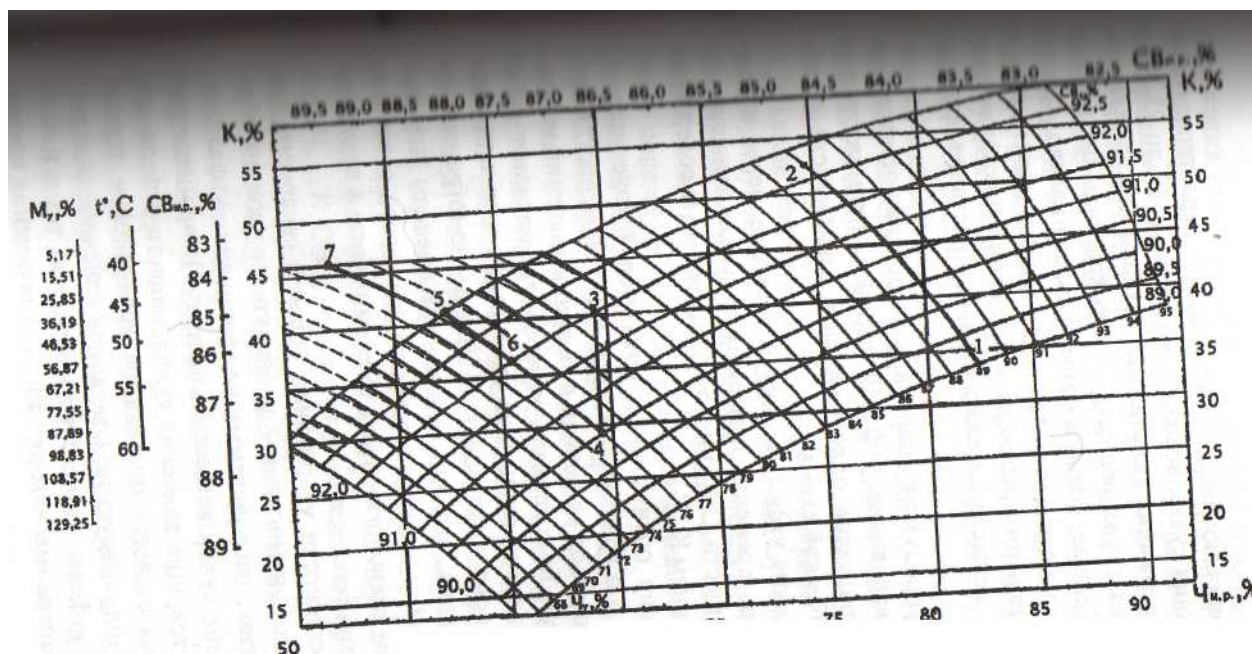


Рис. 6.4. Номограма для встановлення технологічного режиму кристалізації цукрози

На осі ординат розташована шкала відсоткового вмісту кристалів цукрози в утфелі від 13 до 59 %. На нижній осі абсцис розташовані значення чистоти між кристалічного розчину в діапазоні від 50 до 92 %. У верхній частині номограми на осі абсцис розташована шкала вмісту СР (СВ) у між кристалічному розчині в діапазоні 89,5 - 82,5 %.

Криві, що понижаються справа наліво, характеризують зміну вмісту СР в утфелі від 89 до 93 % за відповідного вмісту кристалів цукрози в ньому в залежності від вмісту СР у між кристалічному розчині. Криві, що підвищуються справа наліво, характеризують зміну чистоти утфелю від 66 до 95 % в залежності від чистоти між кристалічного розчину, вмісту кристалічного цукру та СР у між кристалічному розчині.

Контроль ефективності уварювання утфелі проводять наступним чином. У напівпродуктах, що направляються на уварювання, визначають вміст СР та чистоту. У процесі уварювання вимірюють миттєве значення СР утфелю, при цьому чистота утфелю залишається величиною постійною та залежить тільки від чистоти напівпродуктів, а задане кінцеве значення вмісту СР утфелю залежить від вибраної технологічної схеми. За допомогою номограми знаходять точку перетину кривих вмісту СР в утфелі $СВ_y$ та чистоти утфелю $Ч_y$.

Представлена номограма дозволяє оперативно приймати рішення, направлені на покращання технологічної ситуації у продуктовому відділенні. Вона враховує взаємозалежність основних технологічних параметрів продуктів та напівпродуктів. Тому її використання дозволяє не тільки своєчасно коректувати технологічний режим, але й прогнозувати можливі зміни в процесі виробництва.

Запитання для самоперевірки

1. Як отримують утфель І кристалізації за прогресивною технологією?
2. Що таке кристалічна затравка та які ви знаєте способи її приготування?
3. Як готують твердо пластичну затравочну пасту, переваги її застосування?
4. Які ви знаєте способи інтенсифікації процесу отримання утфелю І кристалізації?
5. Які ви знаєте типи кристалізаторів та пояснити принцип їх роботи?
6. Які переваги способу уварювання утфелю ІІІ кристалізації на кристалічній основі утфелю ІІ кристалізації.
7. Які переваги має спосіб уварювання утфелю ІІ і ІІІ кристалізації з використанням ПАР.

ЛІТЕРАТУРА

1. Скорик К.Д. Промислова кристалізація цукрози. – К.: ТОВ "Сталь", 2004. – 202 с.
2. Люсый Н.А., Люсый И.Н., Молотилин Ю.И. Кристаллизация сахарозы. Краснодар. – 2004. – 303 с.

ТЕМА № 7

ЗАСТОСУВАННЯ ХІМІЧНИХ РЕАГЕНТІВ, МЕМБРАННИХ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЙ У ЦУКРОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

План

- 7.1. Застосування флокулянтів для розділення осаду в соках І та ІІ карбонізацій.
- 7.2. Застосування іонообмінних та хроматографічних технологій.
- 7.3. Мембранні технології: суть, ефективність та їх застосування під час виробництва цукру з буряків.
- 7.4. Застосування електротехнологій для підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва
 - 7.4.1. Застосування способу електричного розряду у рідині (ЕРР) для знезараження бурякової стружки та активації вапняного молока.
 - 7.4.2. Застосування імпульсного електроплазмолізу тканини цукрового буряку.
 - 7.4.3. Спосіб мікрохвильового нагрівання утфеля.

Класична технологія отримання цукру з буряків має ряд суттєвих недоліків:

- Складне та громіздке обладнання;
- Досить тривалий виробничий процес;
- Необхідність використання досить агресивних умов (рН, t та ін.);
- Низький вихід цукру та високі виробничі втрати (1 %);
- Значні потреби енергетичних (6,5 %) та матеріальних ресурсів;

- Екологічні проблеми (стічні води, осадок, гази).

Ще одним суттєвим недоліком є неефективне використання побічних продуктів виробництва.

Для підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва існує два основних шляхи:

1. **удосконалення існуючої схеми виробництва:**

- Удосконалення реагентного методу очистки цукромісткого розчину;
- Підбір оптимальних умов проведення технологічних процесів;
- Використання нового апаратурного оформлення процесів.

2. **впровадження принципово нових технологій та їх застосування в комбінації з традиційною схемою виробництва в якості додаткових операцій або альтернативи окремим процесам.** До таких технологій, виходячи із іноземного досвіду, слід віднести сорбційні, іонообмінні, хроматографічні та мембранні процеси.

У вітчизняній цукровій промисловості поки що використовується *перший* шлях підвищення ефективності виробництва. Було запропоновано ряд досить прогресивних способів та прийомів, більшість з яких уже впроваджена у виробництво, але вони не дали помітного прогресу у підвищенні ефективності цукрового виробництва, тому що існують певні обмеження можливостей існуючої технології.

Другий, більш досконалий шлях підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва закладається у впровадженні нових, прогресивних технологій, котрі доповнюють традиційну схему та частково замінюють декотрі її стадії. На рисунку показано основні виробничі процеси, що використовуються у закордонній практиці [3].

Як видно із схеми, за кордоном не користуються сульфитацією, тому що вважається, що після обробки соку сірчистим газом в цукрі залишаються шкідливі для здоров'я сполуки. Соки для знебарвлення обробляються іонами або ультрафільтруються. Оброблення ж соку вапном та сатураційним газом як правило використовують лише для попереднього очищення соку. В деяких схемах вони повністю замінені мембранними процесами мікро- та ультрафільтрації. Як правило, у цукровому виробництві за кордоном завжди присутні стадії пом'якшення та демінералізації соку іонообміном.



Рис. 7.1. Виробничі процеси, що використовуються у цукровій промисловості за кордоном

Згущення соку здійснюється або традиційним способом, або з допомогою більш досконалих мембранних процесів – високо селективної нанофільтрації або зворотного осмосу. Кристалізацію цукру здійснюють методом уварювання під розрідженням. Для оброблення відтоків інколи використовують процес Квентіна або ж іонообмін. На багатьох закордонних заводах цукрозу з меляси вилучають методом хроматографії, що знижує загальні втрати.

7.1. Застосування флокулянтів для розділення осаду в соках І та ІІ карбонізацій

Флокулянти розділяються на три групи: неорганічні речовини, природні полімери синтетичні полімери. До першої групи відносять активну кремнієву кислоту, що являє собою структурований розчин діоксиду кремнію. До групи природних полімерів відносяться крохмаль, похідні целюлози, флокулянти, отримані мікробіологічним шляхом та ін. Природними флокулянтами є також дифузійний сік та жомова пилука. Недоліками природних флокулянтів є їх невисока флокулююча здатність, перевага – абсолютна нешкідливість. Синтетичні флокулянти розділяють на три групи: неаніонні, аніонні та катіонні. До неіонних відноситься поліакриламід (ПАА), поліетиленоксид, полівініловий спирт та ін. поліакрилат натрію полістирол сульфокислота відносяться до аніонного типу. Досить ефективними є флокулянти катіонного типу ВА-2, ВПК-101 та ін..

Існує декілька поширених уявлень з інтерпретації закономірностей флокуляції високодисперсних ВМС: мостикутворювання, гетеро коагуляція, флокуляція у вторинному мінімумі та ін. Найбільш просте пояснення флокуляції

протилежно заряджених дисперсій поліелектролітами – це зниження ефективного заряду та потенціалу частинок. Разом з тим не можна відхиляти і роль мостикових зв'язків, за користь чого свідчить ріст ступеня флокуляції по мірі збільшення молекулярної маси реагенту та концентрації твердої фази.

Дуже важливе значення має місце введення флокулянта, а саме – він повинен вводитися в точку, що забезпечує однорідне змішування реагенту з розчином та так, щоб не руйнувати утворений агломерат.

Досить довго в цукровій галузі використовувався ПАА, але в останній час широкого застосування для інтенсифікації процесу розділення осадів набув флокулянт типу “Магнофлок ЛТ” (Англія), що являє собою синтетичний водорозчинний поліелектроліт надвисокої молекулярної маси катіонної (ЛТ24) та аніонної (ЛТ27) природи. Витрата флокулянта складає 1...5 мг/л (1...5 г/т).

Результати практичного застосування флокулянта для соків І та ІІ карбонізацій показали, що це не тільки сприяє підвищенню швидкості осадження частинок (у 3-4 рази), але й зниженню забарвленості та мутності соків, зниженню витрати вапна на очистку, збільшенню швидкості фільтрування на 10.15%, зменшенню втрати цукрози з осадом на 0,04 % від к.б., можна відмовитися від контрольного фільтрування.

В останній час поширення набуває органічний поліелектроліт високого ступеня полімеризації “Престол” (Німеччина) за витрати 1-2 г/т. фільтраційний осад, отриманий із застосуванням цього флокулянта можна використовувати в якості добрив, тому що на полях під дією мікроорганізмів ґрунту він руйнується.

7.2. Застосування іонообмінних та хроматографічних технологій

За кордоном за допомогою іонітів видаляють солі кальцію із соків перед випаровуванням, здійснюють очистку від іоногенних нецукрів, піддаючи так званій деіонізації як соки, так і концентровані розчини, знижують вміст цукрози в мелясі шляхом заміни лужних металів на катіони магнію та кальцію, видаляють забарвлені сполуки із розчинів перед кристалізацією та ін.

У вітчизняній цукровій промисловості у свій час набув деякого поширення лише метод знебарвлення цукрових розчинів на рафінадних заводах для цієї мети використовували виготовлений на основі співполімерів пористий аніоніт АВ-17-2П, що дозволяло знебарвити сироп на 80 – 90 %.

Комбіновані схеми, котрі суміщають вапняно-карбонатне очищення соку з подальшою обробкою його на іонообмінних смолах, дозволяють значно підвищити ефект очистки соку, проте їм властиві ряд суттєвих недоліків:

- значна витрата реагентів;
- необхідність часткої регенерації іонітів, в результаті чого утворюється значна кількість агресивних стічних вод.

Остання проблема може бути вирішена за допомогою очистки відпрацьованих регенеруючи розчинів та повертання їх на повторне використання. Відповідна технологія розроблена компанією Tonqat-Hulett Suqar (ЮАР), котра передбачає застосування нанофільтрації, що уможливорює виділяти у фільтраті до 96 % хлориду натрію, що міститься в базовому (исходном) розчині та повернути його у виробництво [3].

Метод розділення цукровміщуючих розчинів відносно новий, проте досить широко використовується для вилучення цукрози з меляси. Використовується спеціально розроблена компанією Amalgamated Sugar (США) технологія хроматографії у псевдо рухомому шарі сорбенту. Процес проходить в ряді сорбційних колон з нерухомим шаром сорбенту (одновалентна іонообмінна смола). Потоки цукровміщуючого розчину та розчинника для елюювання вводять з різних точок. Вони рухаються по контуру колони. Створюючи профіль концентрацій. Процес поєднує в собі рідинну екстракцію та хроматографію. Цукроза переходить в екстракт, нецукри – в рафінад. Решта речовини затримуються сорбентом. Чистота цукрози в екстракті досить висока і складає 97-99 %. Нецукри в рафінаді також в достатньо чистому стані, і після концентрування цей продукт використовують як харчову добавку для корму худоби. За такою схемою до 80 % всієї меляси, що отримується на цукрових заводах США, переробляють за даною технологією.

Крім цієї, тою ж компанією розроблена технологія прямого очищення сиропу методом хроматографії. Схема цукрового виробництва із застосуванням даної технології включає в себе:

- отримання дифузійного соку звичайним шляхом;
- попереднє фільтрування з метою видалення завислих домішок;
- зм'ягчення соку іонообміном;
- концентрування соку;
- хроматографічне розділення на одновалентній смолі з використанням води в якості розчинника;
- кристалізацію.

В процесі розділення видаляється 75 – 85 % не цукрів, 80 – 95 % іонів (відбувається денонізація розчинів), 95 % барвних сполук.

Але разом з тим є і ряд складностей у застосуванні такої схеми. Так, перед попаданням розчину в хроматографічний сепаратор з нього повинні бути видалені всі завислі частинки та проведена дегазація для запобігання окислення смоли розчиненим киснем. Цукромісткий розчин повинен бути попередньо зм'ягчений, щоб видалити двохвалентні катіони, що знижують ефективність розділення. З огляду на це найбільш широкого застосування отримали мембранні технології розділення.

7.3. Мембранні технології: суть, ефективність та їх застосування під час виробництва цукру з буряків

В останні роки мембранні процеси розділення рідких багатокомпонентних сумішей найшли досить широке застосування в багатьох галузях промисловості. Як крупно масштабна така технологія застосовується в металургійній, хімічній, біологічній та в багатьох інших промисловостях, в тому числі і в харчовій. Можливість і ефективність використання мембранних процесів – ефектродіалізу, зворотного осмосу, мікро- і ультрафільтрації у виробництві цукру доведені давно, але над цією проблемою продовжують працювати і сьогодні в багатьох країнах світу, що виробляють цукор. Наприклад, англійські учені вважають, що технологія отримання цукру з цукрового буряка в перспективі складатиметься з

наступних процесів: подрібнення буряка, екстрагування сахарози, освітлювання соку за допомогою мембран, випаровування і трьохступінчатої кристалізації сахарози.

Відомо, що напівпроникна мембрана – це пориста перегородка, що володіє властивістю переважно пропускати певні компоненти рідкої суміші, проникнення яких залежить від їх розмірів. Ультрафільтраційні мембрани відокремлюють макромолекули і частинки розміром 0,001 - 0,1 мкм, молекулярна маса їх знаходиться в межах 1000 - 100000. У дифузійному соку міститься значна кількість колоїдних речовин, молекули яких мають розмір більше 0,1 мкм. Вони можуть закупорити пори мембрани і тим самим істотно понизити продуктивність процесу. Тому для повнішого використання фільтруючої здатності ультрафільтраційної мембрани необхідно заздалегідь їх видалити. Для цього можуть бути використані відомі технології з відділенням переддефекованого осаду.

Мембранне розділення виконують в режимі тангенсійного, тобто дотичного до поверхні мембрани потоку розчину, що фільтрується. За кордоном цей режим прийнято називати „кросс-флоу”. Потік початкового розчину розділяється на два: той, що проходить через мембрану – фільтрат (пермеат) та той, що тече над мембраною – концентрат. В кожному з цих потоків у зв'язку з селективними властивостями мембран змінюється і склад суміші. Проникнення речовини через мембрану є результатом складних молекулярних взаємодій. Рушійною силою мембранних процесів розділення є градієнт тисків, тому їх ще часто називають баромембранами. Між порами в мембрані та градієнтом тиску існує певний взаємозв'язок: із зменшенням розмірів пор в мембрані, що сприяє затримувannya більш дрібних частинок, тиск адекватно зростає.

Для розділення цукровміщуючих розчинів можна використовувати чотири основних баромембранних процеси: мікро фільтрацію, ультрафільтрацію, нанофільтрацію та зворотній осмос. Можливі напрямки використання цих процесів у цукровому виробництві показані на рис.7.2. як видно, існують два основних напрямки застосування мембранних процесів у виробництві цукру – очистка дифузійного соку чи сиропу від різноманітних домішок та концентрування очищеного соку замість традиційного випаровування. У першому випадку використовуються мембрани з крупними порами (мікро- та ультрафільтрація) і цей напрямок сьогодні є одним з найперспективніших.



Рис. 7.2. Сфери застосування мембранних процесів в цукровій промисловості

У другому випадку для концентрування соку використовують нанофільтраційні та зворотньоосмотичні мембрани з малим розміром пор. При цьому можливо використовувати різноманітні типи мембранних елементів – трубчаті рулони, плоскі, циліндричні з керамічною мембраною. В протилежність мікро- та ультрафільтрації корисним середовищем, що містить цукрозу, тут є концентрат. Для цього з метою недопущення втрат цукрози у фільтраті необхідно використати високо селективні на фільтраційні мембрани.

Так фірма Danisko пропонує використовувати концентрування очищеного соку, що стало можливим з появою нового покоління нанофільтраційних мембран, що мають високу затримуючу здатність по цукрозі та середню – по одновалентних іонах, витримують температуру до 80 °С, можуть розвинути продуктивність до 70 л/м² год (при зворотньому осмосі вдвічі менше). Таке концентрування соку дозволяє на 10 % зменшити втрати цукрози в мелясі.

Запропонована схема виробничого процесу включає в себе: класичне отримання дифузійного соку та його очищення, ультрафільтрацію, пом'якшення іонітами. Потім очищений сік поступає на стадію нанофільтрації для сгущення. В процесі нанофільтрації відбувається розділення на два потоки: 70 - 80 % розчину залишається в концентраті та поступає на подальшу кристалізацію, а 20 – 30 % переходить у фільтрат, склад котрого практично чиста вода з незначним вмістом низькомолекулярних компонентів, що пройшли через мембрану. Фільтрат пропонується направляти назад у дифузійний апарат.

Застосування такої технології дозволяє скоротити експлуатаційні затрати на паливо, хімічні реагенти, утилізацію відходів. Крім цього, можливий приріст доходів від скорочення втрат цукрози в мелясі.

Складність реалізації мембранних процесів у вітчизняній цукровій промисловості в теперішній час пов'язана з відсутністю мембран, мембранних

апаратів та технологій, що відповідали б вимогам виробництва цукру. Разом з тим, у цукрове виробництво потрохи впроваджуються нові технології іонообміну та сорбції, що спричиняє до необхідності утилізації відпрацьованих реагентів та промивних вод. Більшість з цих рідин можливо очистити мембранними методами з поверненням у виробництво очищених розчинів, що різко скоротить експлуатаційні витрати на хімічні реагенти та воду.

7.4. Застосування електротехнологій для підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва

Один з можливих шляхів вирішення проблеми раціонального природовикористання в майбутньому – застосування методів електротехнології як на основних стадіях процесу виробництва цукрового буряка, так і при переробці відходів. Очевидну перевагу при цьому мають електрофізичні методи, коли електричним полем впливають безпосередньо на сировину біологічного походження, наприклад – цукровий буряк.

При зміні режимів дії на оброблюваний об'єкт – щільність струму, напруга, тривалість дії і ін. – можна тонко і направлено регулювати основні фізико-хімічні, тепломасообмінні і мікробіологічні процеси, що виникають при переробці буряка.

До теперішнього часу промисловість має науково-виробничу базу для комплексного вирішення питань, пов'язаних з екологічною безпекою виробництва. У дослідженні мікробіологічного стану вод I і II категорії при рециркуляції розроблений новий спосіб знезараження вод гіпохлоритом натрію, отримуваним електролізом розчину куховарської солі. Про результати очищення води методом електрофлотації свідчать наступні дані: вміст зважених речовин, ХПК і БПК в транспортно-мийній воді понижений на 97,6; 68,8 і 63,5 % відповідно, загальна кількість мікроорганізмів скоротилася приблизно в 100000 разів.

Зниження кількості стоків при очищенні транспортерно-мийних вод понизить витрату свіжої води на миття і скидання брудних стоків на поля фільтрації.

Високу ефективність має метод електроплазмолізу бурякової стружки. Встановлено, що при високому градієнті потенціалу – понад 1800 В/см – відбувається селективний нагрів плазматичних оболонок буряка, що підкоряється закону Джоуля-Ленца. В результаті відбувається швидкий плазмоліз бурякових кліток перед екстрагуванням цукру.

Широкого поширення в даний час набув метод електрохімічної активації (ЕХА). Механізм дії процесу ЕХА на складні капілярно-пористі системи, до яких належить бурякова стружка, імовірно зводиться до перебудови структури екстрагента – водно-сольового розчину, що виражається в істотній зміні сукупності фізичних і електрохімічних властивостей. Зміна в'язкості, оптичної щільності, електропровідності, діелектричної проникності, поверхневого натягнення, а також адсорбційної і коагулюючої здатності екстрагента в цілому виявляється в його підвищеній екстракції і розчинювальній здатності.

Обробка бурякової стружки методом ЕХА призводить до збільшення модуля пружності стружки в середньому на 35 %. Вищі значення цього показника одержані при обробці стружки католітом сульфату алюмінію.

Відомо, що при поверненні жомопресової води на дифузійну установку скорочується витрата свіжій води на соковидобування більш ніж в 3 рази і майже в двоє скорочується кількість шкідливих стічних вод. Очищення жомопресової води при переробці буряків, що містять значну кількість трудновиділяємих азотистих речовин, у виробничих умовах викликає утруднення. У пропонованій схемі жомопресова вода обробляється в анодній камері електролізу до рівня рН 5,0 – 6,0 і 0,35 – 0,44 В для стерилізації і коагуляції білкових пектинових речовин і повертається на екстрагування.

Таким чином, використання методів електротехнології на окремих етапах бурякоцукрового виробництва дозволить скоротити втрати цукру, а також істотно понизить кількість стічних вод і витрати хімічних реагентів на очищення соків.

7.4.1. Застосування способу електричного розряду у рідині (ЕРР) для знезараження бурякової стружки та активації вапняного молока

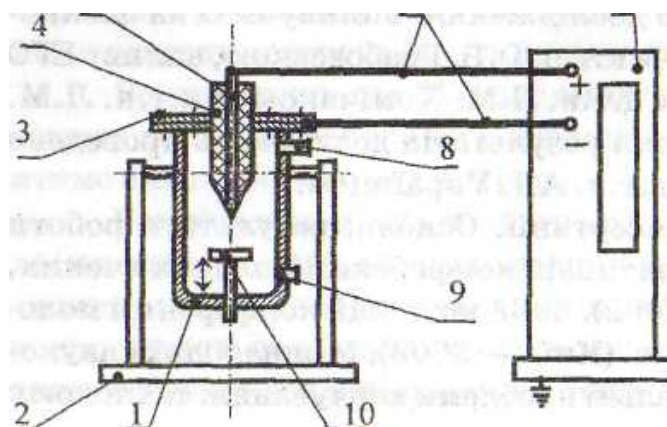


Рис. 7.3. Принципова схема експериментальної електрогідралічної установки:

1 – електророзрядна камера; 2 – станина; 3 – кришка; 4 – ізолятор;
5 – позитивний електрод; 6 – високоточні кабелі; 7 – генератор імпульсних струмів; 8 – патрубок введення оброблюваного продукту; 9 – патрубок виведення обробленого продукту; 10 – негативний електрод.

Дослідження зміни активності водно вапняної суспензії при обробленні її ЕРР в кількості 15 розрядів при 30 кВ показало, що це сприяє підвищенню активності вапняної суспензії на 12...14 %, що пояснюється тим, що під впливом ЕРР відбувається інтенсивне руйнування як частинок вапна, що не встигло прореагувати з водою під час гасіння, так і агломератів гідроксиду кальцію до моно частинок. Крім цього, встановлено, що після ЕРР за 120 хв., що є технологічним терміном перебування вапняного молока на верстаті вапняного відділення, кількість розчиненого Ca(OH)_2 у воді зростає в середньому на 15 % та така суспензія майже в 4 рази повільніше розшаровується без погіршення реологічних властивостей її, що сприятиме інтенсифікації проведення

технологічних процесів під час вапняно-карбонатного очищення дифузійного соку.

7.4.2. Застосування імпульсного електроплазмолізу тканини цукрового буряку

Одним із альтернативних способів підвищення ефективності бурякоцукрового виробництва є застосування електрофізичних методів обробки сировини та напівпродуктів. Можливість використання електричних полів зумовлена тим, що продукти переробки рослинної сировини представляють собою дисперсні системи з електрзарядженими частинками, котрі можуть ефективно взаємодіяти із зовнішнім електричним полем.

Серед основних напрямків практичного застосування електрообробки в цукровій промисловості за останні роки можна виділити стерилізацію імпульсними полями високої напруги ($E \geq 10\,000$ В/см), довжина імпульсів $t = 10^{-6} - 10^{-8}$ с), елетроплазмоліз в помірних імпульсних електричних полях ($100 < E < 1000$ В/см, $t = 10^{-2} - 10^{-1}$ с) та омичний нагрів в полях низької напруги $E > 100$ В/см.

Для промислової переробки цукробурякової сировини та інтенсифікації екстрагування в дифузійних апаратах співробітниками НУХТ під керівництвом проф. Купчика М.П. запропоновані різноманітні типи електроплазмізаторів. Оскільки електроплазмоліз використовується як спосіб додаткової обробки до теплового плазмолізу необхідно знайти оптимальні параметри такого оброблення, поскільки підвищення проникності рослинної тканини обмежено погіршенням технологічної якості сировини при досягненні високого ступеня плазмолізу.

Процес електроплазмолізу характеризується двома часовими параметрами: загальною тривалістю процесу, що визначається тривалістю імпульсів та їх кількістю. Встановлено, що за тривалості електрообробки менше 1 сек не встигає відбуватися дія процесів дифузійної міграції води, а за значного зростання тривалості за рахунок міжімпульсної паузи та тривалості імпульсів прояв процесів дифузійної міграції води посилюється і додатково підвищує електропровідність тканини, що змінюється внаслідок електроплазмолізу, а значить і витрати електроенергії.

Доведено також теоретично та практично, що для такого оброблення більш ефективно є використання знакозмінних полів, що пояснюється симетричним руйнуванням мембран на анодній та катодній частинках клітин в біполярному полі. Крім цього, виявилось, що використання способу комбінованого оброблення сокоотружкової суміші з попереднім тепловим та наступним електроплазмолізом сприяє тому, що за таких умов відбувається спільний вплив температурного та електричного факторів, внаслідок чого спостерігається більш повне руйнування тканин, ніж при окремому застосуванні цих методів (табл. 7.1.).

Таблиця 7.1.

Результати порівняльного аналізу роботи дифузійного відділення заводів, працюючих за різними схемами комбінованої теплової та електричної обробки

Технологічні показники роботи дифузійного відділення	Режими роботи дифузійного відділення цукрових заводів			
	Колонна дифузія		Похила дифузія	
	Теплова обробка	Теплова з наступною електричною	Теплова обробка	Електрична з наступною тепловою
Дигестія сировини, %	17,3	17,25	16,4	16,5
Чистота диф. соку	86,9	88,5	82,6	83,1
Втрати цукру в жомі, % до к.б.	0,56	0,43	0,53	0,52

Так, чистота дифузійного соку збільшилась на 0,5...0,8 %, а втрати цукру в жомі зменшились на 0,06...0,08 %, тобто застосування комбінованого оброблення порівняно з традиційним призводить до покращання загальних показників роботи дифузійного відділення цукрового заводу. Такі істоти працюють на ОАО"Первухінський ц/з", ЗАО „Карловський ц/з” та ін.

На основі цього способу розроблена схема переробки бою та хвостиків буряків із застосуванням електроплазмолізу мезги, що сприяє тому, що після пресування мезги завдяки збільшенню ступеня плазмолізу та електроутриманню нецукрів стало можливим отримувати сік на окремій лінії, котрий за якісними показниками відповідає чистоті дифузійного соку.

7.4.3. Спосіб мікрохвильового нагрівання утфеля

Запропонований також спосіб швидкого електронагрівання утфелю останньої кристалізації з метою більш глибокого знецукрення меляси та збільшення виходу цукру. Таке обладнання встановлюється безпосередньо біля центрифуги на утфелірозподілювачі. Встановлено, що якщо утфель швидко нагріти в електричному полі, то збільшується лише температура міжкристалевого розчину на 10 – 12 °С, а самі кристали цукрози з електричним полем не взаємодіють і тому не нагріваються. При цьому в'язкість утфелю знижується в 1,5...3,0 рази. Застосування такого способу дозволяє [4]:

- Покращити якість жовтого цукру за рахунок більш тонкої плівки не цукрів на кристалі;
- Збільшити продуктивність центрифуг за рахунок зниження в'язкості утфелю;
- Зменшити вихід меляси та її цукристість за рахунок зниження в утфелі вмісту не цукрів та води.

Запитання для самоперевірки

1. Який склад має транспортерно-мийна вода?
2. Навести способи механічного очищення транспортерно-мийної води.
3. Навести способи хімічного очищення транспортерно-мийної води.

4. Які ви знаєте способи попередження і боротьби з мікробіологічними зараженнями транспортерно-мийної води?
5. Які ви знаєте способи боротьби з піноутворенням у воді оборотної системи гідротранспортеру та миття буряків?
6. Що таке сапонін та який його вплив на якість цукру?
7. Які ви знаєте способи підготовки живильної води?
8. Наведіть типову схему підготовки живильної води.
9. Наведіть схему вапняно-вуглекислотної очистки жомопресової води.
10. Наведіть технологічну схему підготовки барометричної води.
11. Дати принципи використання та підготовки конденсатів для екстрагування цукрози.
12. Обґрунтувати доцільність використання жомопресової води, очищеної за допомогою сульфату алюмінію.

ЛІТЕРАТУРА

1. Современные технологии и оборудование свеклосахарного производства. В 2-х ч. Ч.1./ В.О. Штангеев, В.Т. Кобер, Л.Г. Белостоцкий и др.; Под ред. В.О. Штангеева.- «Цукор України», 2003- 352 стр., 71 табл., 128 ил.
2. Осадчий Л.М., Анджиевский Л.П., Кульковец Н.В. Обработка жомопресовой воды способом дефекосатурации с образованием сульфита кальция // Цукор України. – 2001. № 1-2.
3. Поворов А.А., Давыдова Р.Г., Фомин Ю.В. Мембранная технология в сахарной промышленности// Сахар. - №1. – 2003. – с. 36 – 43.
4. Электротехнологии в сахарном производстве //Купчик М.П., УкраинецА.И., Сидько В.И. и др. – Сахар. – 2005. - №6. – с. 23-26.

Т Е М А № 8

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ТОВАРНИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПОБІЧНИХ ПРОДУКТІВ ТА ВІДХОДІВ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

План

- 8.1. Жом: кормова добавка, харчова добавка, сировина для виробництва пектину, органічне паливо.
 - 8.1.1. Сушіння бурякового жому.
 - 8.1.2. Жом – сировина для пектину та харчових волокон.
- 8.2. Сатураційний осад: добрива, харчова добавка для тварин, наповнювач, повторне використання для очищення соку
- 8.3. Шляхи використання меляси: додаткове вилучення цукрози, одержання лимонної кислоти, дріжджів, кормових добавка, в'язучого засобу для брикетування дисперсного палива та кормів
 - 8.3.1. Виробництво спирту.

8.3.2. Виробництво хлібопекарських дріжджів.

8.3.3. Виробництво лимонної кислоти.

8.3.4. Інші шляхи використання меляси.

8.4. Альтернативні види палива із цукрових буряків та продуктів їх перероблення.

Серед підприємств, що переробляють продукцію агропромислового комплексу, цукробурякове виробництво є найбільш матеріалоємним, в якому об'єм сировини і допоміжних матеріалів в декілька разів перевищує вихід готової продукції. Разом з тим таке виробництво є джерелом цінних вторинних ресурсів – жом, меляса, фільтраційний осад.

За середнього виходу цукру 12 – 13 % цукробурякове виробництво дає 80 - 83 % до кількості буряків свіжого жому, 5 - 5,5 % меляси, 8 – 10 % фільтраційного осаду, що при переробці в рік 20 млн. т буряків складає 16 млн. т жому, 1 млн. т меляси та 2 млн. т осаду.

Основні напрямки їх подальшого використання:

- Для виробництва харчових продуктів шляхом промислової переробки (жом, меляса);
- В якості кормів (жом, меляса, фільтраційний осад);
- Для виробництва продукції технічного призначення;
- В якості добрив (осад, стічні води);
- Для будівництва (осад, відходи вапняку).

Побічна продукція – це продукція, котра утворюється разом з основною в процесі переробки сировини та доведена до споживчих властивостей і реалізації. До неї відносяться жом, меляса, пара та електроенергія.

8.1. Жом: кормова добавка, харчова добавка, сировина для виробництва пектину, органічне паливо

Найважливішим з побічних продуктів цукрового виробництва є буряковий жом, вихід якого складає в середньому 83 % до маси буряків (вміст СР – 6,5). Він є цінним і майже весь використовується в сільському господарстві, в свіжому (30 – 40 %), кислому (до 50 %), і сушеному (10 %) видах для годівлі тварин.

По своїй живильній цінності жом займає середнє місце між сіном і вівсом і тому є хорошим кормом для худоби. У його сухих речовинах міститься до 50 % пектинових речовин, близько 47 % целюлози і геміцелюлози, 2 % білка, 1 % золи, а у воді є цукор, органічні кислоти, вітаміни і мікроелементи. Буряковий жом згодують худобі свіжим і кислим після зберігання в жомосховищах або в сушеному вигляді. Щоденний раціон молочних корів може містити 20...30 % свіжого жому або близько 5 кг. Для м'ясних корів кількість жому, що додається в корми, може бути збільшене до 50 % в добу.

На 100 кг сухих речовин свіжого жому тваринами засвоюється близько 70 кг, а з 100 кг кислого жому – 50 кг. Тому економічно вигідно сушити свіжий жом. При цьому значно поліпшується його транспортабельність. Вихід сушеного жому

складає близько 4,5...5 % до маси буряка, а щільність його при укладанні насипом – 0,25 т/м³, що потребує наявності відповідних сховищ великої ємкості.

Основна кількість жому направляється на зберігання в заводські жомосховища відкритого типу, де в результаті мікробіологічних процесів відбувається його закисання. Це призводить до значних втрат сухих речовин, які в залежності від тривалості зберігання та метеорологічних умов досягають 40 – 50 %.

В Європі в державах-виробниках цукру з цукрових буряків на цукрових заводах жом у відкритих сховищах майже не зберігають, його консервують, висушують, гранулюють, а також при цьому збагачують цінними кормовими і стимулюючими добавками.

Для зменшення об'єму і поліпшення умов зберігання сушений жом гранулюють або брикетують пресуванням. При гранулюванні жому щільність отримуваних з нього гранул складає близько 0,6...0,65 т/м³. Для поліпшення живильної цінності до бурякового жому додають мелясу або інші добавки: обезфторені фосфати, карбамід, глауберову сіль, мінеральні мікроелементи. При добавках в меляси його називають мелясованим, при введенні в нього меляси в суміші з карбамідом – аміди. Якщо в жом крім меляси і карбаміду ще вводять фосфати, глауберову сіль і мікроелементи, то він називається амідомінеральним.

Дані щодо середнього хімічного складу різних видів жому наведено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1.

Середній хімічний склад жому (в % до загальної маси жому)

Показник	Сирий або після попереднього пресування	Вид жому	
		Пресований	Кислий з жомових ям
Сухі речовини	6,5 - 12,0	15 - 18 та більше (до 20 – 25 %)	10,8 - 11,5
волога	88,5 - 93,5	82,0 - 85,0	88,5 - 89,2
сирий протеїн	до 1,3	1,7	1,1-2,5
сира клітковина	до 3,9	4,8	2,8-3,9
безазотисті екстрактивні речовини	4,3 - 6,5	8,4 - 8,6	2,7 - 6,6
зола	до 0,7	1,1	0,7 - 1,9
жир	до 0,5	0,3	0,1 - 0,7
кількість кормових одиниць в 100 кг	7,0 - 10,0	16,0 - 17,5	9,7 - 11,0

З присутніх в цукрових буряках азотистих речовин в жомі залишається (в % до початкового їх вмісту): загального азоту – 50, білкового азоту – 80 і розчинного – 30 %.

В сирому жомі загальний вміст амінокислот коливається в межах від 0,3 до 0,5%. В склад амінокислот входять: аланін, валін, лейцин, аргінін, фенілаланін, тирозин, пролін і триптофан.

Аміди (глутамін і аспарагін) знаходяться в жомі в порівняно невеликих кількостях.

Шляхом спектрального аналізу в жомі також знайдено: барій, свинець, бор, залізо, мідь, марганець, нікель, рубідій, селен, срібло, кремній, стронцій, талій і цинк.

В 1 кг свіжого жому міститься близько 19 мг вітаміну С.

Як видно з хімічного складу жом, як кормовий продукт, має ряд недоліків: майже повна відсутність вітамінів, невеликий вміст протеїну, незбалансоване співвідношення деяких мікроелементів, важливих для організму тварин, а саме фосфору і кальцію (надмірна кількість кальцію і нестача фосфору).

Тому питання зменшення втрат і збагачення жому поживними речовинами з метою одержання повноцінного корму для тварин надзвичайно актуальне. Це досягається консервуванням свіжого жому, а також одержанням сушеного жому, в тому числі збагаченого.

8.1.1. Сушіння бурякового жому.

Існує приблизно наступна *класифікація* меж зневоднення жому:

- віджатий – до вмісту СР 10 – 14 %;
- пресований до 18 - 22 % СР;
- глибокого пресування – до 35 % СР;
- висушений – до 88 % СР.

Найбільш повно поживні речовини зберігаються при висушуванні жому. В порівнянні з свіжим і кислим сушений жом має ряд істотних переваг. Він транспортабельний, особливо в гранульованому стані, на всіх видах транспорту і на різні відстані, а загальний обсяг витрат на здійснення перевезень зменшується в 6 і більше разів у порівнянні з свіжим і кислим .

Сушений жом виготовляють розсипним, гранульованим або в брикетах.

При правильно організованому зберіганні сушеного жому його втрати незначні, добре зберігаються поживні речовини, приємний смак і запах. Сушений жом може зберігатись без значних втрат протягом року і споживатись худобою в період недостатньої кількості кормів.

8.1.2. Жом – сировина для пектину та харчових волокон

Буряковий жом, як і цукровий буряк, може використовуватися як сировина для промислового виробництва пектину. Для вироблення 1 кг пектину потрібно біля 7 кг сухого жому та біля 6,5 кг пари. Досвід роботи кондитерських підприємств свідчить про великий попит на харчові вироби профілактичного і

лікувального призначення. Харчова промисловість не в змозі розширити їх асортимент без використання пектинових речовин.

Відома також технологія виробництва пектину з бурякоцукрового жому і осаду фільтрації. За даною технологією осад фільтрації використовують для нейтралізації пектину на першій стадії до отримання його екстракту в процесі кислотнo-термічної обробки сушеного жому. При переробці в добу 50 т сушеного жому для нейтралізації пектину потрібно 15 т осаду фільтрації вологістю 50 %.

Окрім цього ще на початку вісімдесятих років за кордоном буряковий жом почали використовувати для виробництва харчових волокон. Так, наприклад, в Англії фірмою British Sugar виробляються харчові волокна, а в США фірма Crystal Sugar Company також налагодила виробництво подібної продукції, де вона продається під назвою Dio Fiber. Харчові волокна, що виробляються в різних країнах, трохи відрізняються за вмістом основних хімічних компонентів і містять 90...92,6 % сухих речовин, 65,5 ... 67,5 % клітковини, 20...23 % пектину, близько 10 % білка, а також мікроелементів у вигляді K, Na, Ca. При цьому вони мають практично близькі органолептичні властивості. Харчові волокна використовують для приготування соусів, присипок і приправ. Так, фірма Raffinerie Tirlemontaisi (Бельгія) виробляє подібний продукт під назвою "Sarkara", який містить бурякові волокна, збагачені вітамінами B, B, B а також мікроелементи: Ca, Zn, Fe.

Вважається, що дорослій людині потрібний 19...22 г харчових волокон в добу. Їх калорійність дорівнює 55...65 ккал в перерахунку на 100 г сухих речовин.

Останніми роками за кордоном знаходять широке застосування пігулки, що включають в свій склад суміші різних харчових волокон. Так акціонерне товариство ВУЦ (Прага) в Чехії розробило пігулки з бурякового волокна під назвою "СИТА", збагачені вітаміном С. Їх рекомендується вживати при розвантажувальних дієтах. Наголошується, що завдяки наявності їх у складі пектину, пігулки дозволяють понизити вміст холестерину в крові, і тим самим виключається можливість інфаркту міокарду і ряду інших захворювань.

8.2. Сатураційний осад: добрива, харчова добавка для тварин, наповнювач, повторне використання для очищення соку

Осад фільтрації є липкою і густою масою, що важко транспортується. Він утворюється в результаті взаємодії нецукрів дифузійного соку з вапном і діоксидом вуглецю. Кількість осаду фільтрації, що утворюється, складає від 8 до 12 % до маси буряка, що переробляється, і залежить від кількості вапна, що вводиться на очищення соку, яке у свою чергу визначається якістю початкової сировини і технологією очищення соку. Вологість осаду фільтрації після вакуум-фільтрів складає близько 50 % до його загальної маси і з ним втрачає приблизно 0,15 % цукру до маси сировини. Тобто на бурякоцукровому заводі виробничою потужністю 3 тис. т буряка в добу щорічно утворюється близько 40 тис. т дефекату. Його виводять на поля фільтрації, що займають за площею не менше 13 га сільськогосподарської ріллі.

Фільтраційний осад видаляється із заводу гідравлічним способом після розведення водою. В даний час близько 80 % бурякоцукрових заводів Росії

відкачують його на поля фільтрації разом з осадом транспортерно-мийних вод. Фільтраційний осад має наступний приблизний хімічний склад, %:

Вуглекислий кальцій	74
Органічні речовини:	
безазотні	9,5
азотні	6
Цукор	2
Пектинові речовини	1,5
Вапно у вигляді солей різних кислот	3
Інші мінеральні речовини	4
Разом:	100 %

Після досягнення вологості осадом до 40 % його переводять в так звані сухі відвали. Можливі області застосування осаду фільтрації:

1. Внесення до ґрунту для нейтралізації її кислотності або як добриво.

Нейтралізація кислих ґрунтів дозволяє підвищити врожайність сільськогосподарських культур. У країнах СНД налічується більше 20 млн. т вапняних матеріалів. Наявність в осаді фільтрації різних нецукрів, корисних для вирощування рослин, робить його переважним перед стандартними вапняними добривами і тому забезпечує велику їх врожайність. У Англії, Німеччині, США, Італії і інших країнах осад фільтрації в основному застосовують як добриво для ґрунтів з підвищеною кислотністю. Крім цього його можна також використовувати як меліорант для солонцевих ґрунтів. Механізм його дії в цьому випадку подібний до гіпсу.

Окрім природної підсушки у відвалах його сталі сушити в спеціальних установках різних конструкцій, розмелювати і розсіювати на фракції.

2. Регенерація з повторним використанням для операції очищення на цукрових заводах.

З упроваджених технічних рішень в цій області відомі установки регенерації, що працюють на цукрових заводах США і Японії. Одній з головних причин, що перешкоджають їх широкому розповсюдженню в цукровій промисловості, є низька концентрація діоксиду вуглецю в газах, що відходять.

3. У виробництві цементу, силікатної цеглини, асфальтобетонних матеріалів.

В даний час відомо два цехи, що діють, по виробництву цементу з осаду фільтрації на цукрових заводах Китаю. Окрім цього в Китаї розроблена технологія отримання з осаду фільтрації гідрофобного порошку. Його застосовують для захисту покриттів доріг, дахів будівельних конструкцій і на інших об'єктах. Проведені в цьому напрямі дослідження з осадом фільтрації Приморського цукрового комбінату показали, що з нього можна виробляти цемент марки 300...500.

Що стосується виробництва на основі осаду силікатної цеглини і інших будівельних матеріалів, то в Росії накопичений достатньо великий позитивний досвід в цій області.

4. У комбікормовій промисловості як мінеральна добавка в корм для птахів і худоби

Осад фільтрації містить велику кількість кальцію і тому може бути використаний для заміни кормового вапняку і крейди у складі кормових сумішей. Так, наприклад, в Японії запропонований спосіб приготування кормової добавки шляхом змішування висушеного осаду фільтрації з мелясою, вітамінними препаратами і мінеральними речовинами. На Україні (ВНІІСП) розроблений спосіб отримання фосфорно-кальцієвих підгодівель. Дослідження в цьому напрямі проводяться і в інших країнах СНД.

5. Замість крейди при виготовленні гумотехнічних виробів з покращеними властивостями

В даному випадку осад фільтрації використовується як наповнювач замість крейди. Наявність органічних речовин в осаді покращує реагування карбонату з резиною, вироби стають міцнішими, твердішими та більш стійкими до стирання.

6. Для поліпшення очищення транспортно-мийних вод бурякоцукрового виробництва

З цією метою осад фільтрації використовується замість вапна, як коагулянт, попередньо активований вапняним молоком.

Окрім цього осад може бути використаний для приготування фарб, виробництва паперу, шлаковати, отримання воску і як ущільнювач кагатних полів на бурякоцукрових заводах.

7. Повторне прокалювання. Не варто забувати, що питома витрата вапна для одержання високоякісного цукру складає в середньому 20 кг CaO на 100 кг цукру. Враховуючи той факт, що фільтраційний осад до 75 % складається із карбонату кальцію, ефективним є термічне оброблення використаного вапна у вигляді сатураційного осаду з метою повторного застосування для очистки дифузійного соку. Такий спосіб має ряд переваг перед виробництвом та споживанням нового вапна.

В США (штат Каліфорнія) на сьогоднішній день є два цукрових заводи, які частково використовують вапно після повторного випалювання. На одному з них встановлена багато горнова піч, а на другому – горизонтальна барабанна. Перед подачею в барабан готується необхідна суміш із сатураційного осаду та свіжого вапна. Проблемою залишається незначний вміст в газі двооксиду вуглецю (менше 20 %).

Було запропоновано ряд різних способів для повторного випалювання: електропечі, циклонно-вихрєві печі та ін., але ці способи до сьогоднішнього дня не знайшли промислового застосування.

На Служькому цукрокомбінаті в кінці 80-х була випробувана промислова установка отримання вапна із фільтраційного осаду. Фільтраційний осад вологістю 45 % попередньо висушувався у двох розпилювальних сушках одночасно при температурі 120 °С, що не допускало розкладу органіки. Висушений матеріал змішувався та подавався в зону циклонно-вихрєвої печі з температурою 950 - 1000 °С. Отримане таким чином вапно попадало в охолоджувач та подавалось на виготовлення вапняного молока. Відпрацьовані гази після печі очищались від пилі в скрубєрі та поступали в сатуратори.

Випробування показали надійну роботу сушильних агрегатів та печі. Вапно отримувалось із вмістом СаО до 82 %, але вміст CO₂ у вихідних газах був не більше 22 %.

8.3. Шляхи використання меляси: додаткове вилучення цукрози, одержання лимонної кислоти, дріжджів, кормових добавка, в'язучого засобу для брикетування дисперсного палива та кормів

Мелясою називають густий, в'язкий розчин, що містить крім сахарози основну масу нецукрів цукрового виробництва. Її відокремлюють від кристалів цукру останньої кристалізації в полі дії відцентрових сил.

Основна причина утворення меляси обумовлена властивістю нецукрів вступати з сахарозою в хімічні реакції і відсутністю реальної можливості проведення процесів кристалізації при повному видаленні з цукрових розчинів води.

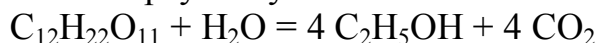
За типовою технологією, що існує в даний час, з бурякового соку видаляється близько половини всіх нецукрів. Частина тих, що залишилися в соку нецукрів в лужному середовищі перетворюється на з'єднання, що викликають сильне мелясоутворення. В результаті цього близько 48...50 % цукру потрапляє в мелясу.

Склад отримуваних меляс сильно коливається, що обумовлене якістю початкової сировини і технологічними умовами його переробки. За даними професора А.Р. Сапронова вітчизняна бурякоцукрова меляса чистотою 60 % може мати наступний склад (кг): сахароза – 48, вода – 20, безазотисті нецукри – 6,78, азотисті нецукри – 15,47 і неорганічні нецукри – 9,75.

Вихід меляси на вітчизняних бурякоцукрових заводах може коливатися від 4,0 до 5,5 % до маси переробленого буряка. У ній міститься приблизно 50% цукру, що складає близько 2,0...2,5 % втрат цукру до маси буряка. Меляса вважається відходом цукрового виробництва, але вона служить цінною сировиною для цілого ряду різних галузей сучасної промисловості, з неї отримують етиловий і бутиловий спирт, лимонну і глютамінову кислоти, гліцерин і ацетон. Існує також декілька заводів в США та Західній Європі, що вилучають з меляси цукрозу хроматографічним способом.

8.3.1. Виробництво спирту

Зброджування меляси після її робавлення проводиться дріжджами *Saccharomyces cerevisiae*. Спочатку цукроза під дією ферменту дріжджів перетворюється в інвертний цукор, а потім під дією іншого ферменту – зимазою – зброджується з утворенням спирту та вуглекислоти:



Згідно формули на 100 кг цукрози теоретично повинно вийти 53,6 кг спирту. Але вихід спирту реальний складає 85%, тобто біля 46 кг, або 58 л на 100 кг введенного цукру. Якщо вважати, що в мелясі міститься 50% цукрози, то з 100 кг меляси отримується 30 л спирту.

У ряді країн використовують не тільки мелясу, але і відхід від її спиртної ферментації – барду. Кількість барди значно перевищує вихід основного продукту. Так, наприклад, при ферментації 40 кг меляси отримують близько 12 л спирту і 130 л барди із вмістом близько 9 % СВ. Це викликано тим, що мелясу перед ферментацією розбавляють водою в співвідношенні: 1/4 частини меляси і 3/4 – води. Тому була розроблена технологія, що передбачає заміну води розбавленою бардою, що дозволило підвищити її концентрацію.

Барда, наприклад, використовується у Франції для поліпшення кормових якостей жому глибокого віджимання (16...28 % СВ). При цьому значно поліпшується його протеїновий склад. Відома також технологія отримання дріжджів з подвійним центрифугуванням і поверненням 60 % барди. Висушений буряковий жом з добавками барди називають бардяним жомом.

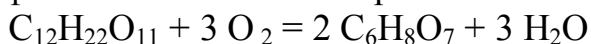
8.3.2. Виробництво хлібопекарських дріжджів.

На відміну від виробництва спирту зброджування ведуть таким шляхом, щоб утворення спирту звести до мінімуму, а весь цукор використати на побудову дріжджових клітин, тобто на їх ріст та розмноження. Останні сильно прискорюються у присутності кисню, тому характерною ознакою виробництва дріжджів є енергійна аерація рідини, що бродить, в той час, як виробництво спирту є анаеробним процесом. Зброджування проводять за 26 °С та рН 4,7 – 5,0. отримані клітини дріжджів відділяють на сепараторах з проміжною промивкою водою. Дріжджовий концентрат пропускають через фільтри і отримують пресовані дріжджі.

Із 100 кг меляси отримують як правило 100 кг пресованих дріжджів із вмістом 25 % СВ. Пресовані дріжджі часто висушують.

8.3.3. Виробництво лимонної кислоти.

Зброджування цукрози меляси в лимонну кислоту здійснюється аерофільними пліснявими грибами:



Утворена кислота з метою її очищення від інших речовин, що при ньому утворюються, зв'язується вапном в цитрат кальцію. Отримана суспензія цитрату фільтрується, причому фільтрат являє собою чистий розчин лимонної кислоти, котра після цього кристалізується, а кристали відділяються з маточного розчину в центрифугах. Із 100 кг меляси отримується приблизно 20 кг кристалічної лимонної кислоти.

З меляси отримують моноглутамат натрію, L – лізин, пеніциліні інші антибіотики, вітаміни і стимулятори зростання. При цьому меляса – основна сировина для виробництва вітаміну B₁₂, оскільки бетаїн меляси сприяє його біосинтезу. У Eurolysine (Франція) побудований найбільший в світі завод по виробництву L – лізину, що виробляє більше 21 тис. т в рік цієї амінокислоти. Використання L – лізину для харчування тварин дозволило значно скоротити для цих цілей витрати сої. Окрім основного продукту L – лізину, з мінеральних і органічних відходів його біологічного виробництва отримують бінарні добрива

НК розчин з 45 %-им вмістом протеїну, який концентрують і продають на корм для худоби.

8.3.4. Інші шляхи використання меляси.

Меляса зарекомендувала себе хорошою сировиною для виробництва детергентів (миючих засобів), а також при виготовленні деяких будівельних матеріалів і в ливарному виробництві. Виявилось, що добавка 0,3...0,5 % меляси в глину перед формуванням цеглини дозволяє поліпшити його пластичність і міцність після випалення. Залежно від виду сировини для виробництва цеглини за рахунок добавок меляси можна поліпшити його якість на 20...40 %.

– Мелясу додають в грубі корми для худоби у поєднанні з сечовиною, глауберовою сіллю і іншими компонентами. При використанні меляси для поліпшення кормового раціону тварин до неї пред'являють відповідні вимоги. Так, по нормах ЄС вміст цукру в буряковій мелясі повинен бути рівне або перевищувати 45 %, а для очеретяно-цукрової – більше 50 % до її маси. Окрім цього, у Франції існують обмеження на деякі мікроелементи, вміст яких в мелясі не повинен перевищувати (мг/кг): миш'яку – 2, свинцю – 10, фтору – 150 і ртуті – 0,1.

– В літейних цехах мелясу в кількості 4 – 5 % добавляють у формотворний пісок.

– При електролітичному способі отримання алюмінію вугільні аноди, насаджені на металічні стержні, для підвищення міцності опускають в масу, що складається із графіту та меляси.

– Під час штучного чи повітряного сушіння деревини її змазують сумішшю із розчину повареної солі та меляси щоб деревина не розтріскувалася.

– Мелясу використовують у виробництві сурогатів кави, сухих електробатарей.

– Як живильне середовище у мікробіологічному синтезі меляса використовується для виробництва лізину (незамінна амінокислота) .

– З меляси отримують молочну кислоту (для харчової та шкіряної промисловостей), глютамінову кислоту (як харчову добавку) та ін.

8.4. Альтернативні види палива із цукрових буряків та продуктів їх перероблення

Мотивів виробництва спирту з буряку як альтернативного джерела палива можна назвати декілька: ціни, що підвищуються на нафту і газ, а також політичні аспекти. Вважається, що 1 л етанолу за енергетичною здатністю еквівалентний приблизно 0,67 л бензину.

Згідно з розрахунками фахівців, енергетична ефективність виробництва спирту з цукрового буряка, з урахуванням її вирощування, складає 173 % (відношення виробленої енергії до затраченої). До того ж, цукровий буряк є найбільш вигідною сировиною з сільськогосподарських культур для виробництва спирту:

Таблиця 8.2.

Ефективність виробництва спирту з різних видів сільськогосподарської сировини

Культура	Урожай, ц/га	Вихід спирту з 1т сировини, дал.	Загальний вихід спирту, дал/га
Картопля	200	12	220
Пшениця	45	40	180
Жито/пшениця	36	34	120
Цукровий буряк	450	10	450

З таблиці видно, що з одного гектара цукрового буряку можна отримати приблизно в два рази більше спирту, чим з інших сільськогосподарських культур. Проте вибір напівпродукту, що отримується з буряку для виробництва спирту, пов'язаний з певними обмеженнями, пов'язаними з його якістю, затратами на вироблення, придатністю до зберігання і т. д.

Світовий досвід і вітчизняні дослідження свідчать, що біоетанол можна одержувати з будь-якого цукровмісного розчину, котрий присутній на верстаті цукрового заводу: дифузійного соку, очищеного соку II сатурації, сиропу, відтоків, меляси і т.д.

Можна припустити, що чим менше домішок (нецукрів) містить продукт, тим він більше підходить для виробництва спирту, але з іншого боку, чим він чистіший, тим вище його ціна, оскільки збільшуються витрати на очищення. Виходячи з подібних міркувань, для цих цілей найбільш підходить сироп, що є порівняно чистим продуктом (чистота 90 – 95 %, вміст цукру 55 – 65 %), що підтвердили виробничі випробування виробництва біоетанолу на одному із спиртових заводів. Проте, оскільки отримання сиропу досить складний процес, що вимагає спеціального технологічного устаткування, спирт з цього продукту коштує дорого.

Інша можливість використання енергетичного потенціалу цукрового буряка – ферментація соку 2 сатурації. Мова йде про продукт, який пройшов очищення, але не був згущений випаровуванням. В ньому не містяться органічні і неорганічні домішки, що негативно впливають на ферментацію, оскільки вони були видалені при очищенні. Для ферментації цей продукт, на відміну від меляси і сиропу, не потрібно розбавляти. Проте при використанні соку II сатурації як субстрату для ферментації необхідно мати на увазі, що він не підлягає зберіганню, оскільки є хорошим поживним середовищем для життєдіяльності більшості видів мікроорганізмів.

Будівництво спиртного заводу при цукровому заводі, що діє, з підвищеною продуктивністю сокоочисного відділення.

Тут мова може йти про цукровий завод, наприклад потужністю 4 тис. т переробки буряку в добу, який шляхом реконструкції заводу доводять до 5 тис. т. Капітальні витрати на будівництво при такому варіанті будуть значно нижчі, ніж будівництво бурякопереробного цеху при спиртовому заводі..

Техніко-економічний аналіз показує, що оптимальним є варіант кооперації крупного бурякоцукрового заводу із спиртним заводом на одному промисловому майданчику, що забезпечує останній соком 2 сатурації, подачею його по трубопроводу. В такому разі цукровий завод вироблятиме одночасно цукор і мелясу, яка після закінчення сезону переробки буряку може піти на отримання спирту.

Також даний варіант припускає виробництво біоетанолу також із зерна в міжсезонний період. Очевидно, що виробництво спирту з цукрового буряку технічно цілком вирішувана проблема. Її реальне втілення - це питання політики, оскільки найближчим часом отримання енергії з поновлюваної сировини буде поки дорожче, ніж з природних копалин.

Так, наприклад, у Франції щорічно з дифузійного соку виробляється до 1 млн. гл етанолу. У перспективі, при спільній роботі цукрового і спиртного заводів можлива така комбінація: з сирого згущеного соку отримують цукор-сирець, а з відтоку ферментацією – спирт. У такий спосіб з 100 т бурякового цукру можна отримати 45 т рафінаду і 26 т етанолу. До того ж, відтік, що поступає на ферментацію, можна зберігати.

Одним із перспективних напрямів виробництва біоетанолу є зниження його кінцевої собівартості, в якій основна доля належить вартості вуглеводвмісної сировини. Порівняння різних сільськогосподарських культур по збору з одного гектара сільгоспугідь в перерахунку на кількість в них вуглеводнів незаперечно свідчить на користь цукрових буряків, котрі вже протягом двох століть є стратегічною культурою для України. За середньої урожайності цукрових буряків 300 ц/га та вмісту цукрози (дигестії) в них 15% валовий збір цукрози з гектара складає 45 ц, що в півтора-два рази більше ніж вуглеводнів із зернових чи з кукурудзи. За середньої закупівельної ціни цукрових буряків 180 грн/т вартість цукрози з гектара складатиме $180 \cdot 30 / 4,5 = 1200$ грн/т. Приймаючи вихід біоетанолу 50% від введеної цукрози собівартість одного літра його складатиме з врахуванням доставки буряків та переробки близько 3,0...3,5 грн.

Разом з тим в багатьох сучасних агрофірмах України, де застосовують сучасні прогресивні технології та техніку вирощування цукрових коренеплодів, середня урожайність останніх складає в середньому 500...550 ц/га та їх цукристість в середньому 17 %. Провівши аналогічні розрахунки, отримуємо валовий збір цукрози з гектара 85 ц/га вартістю 1059 грн./т, відповідно вартість одного літра біоетанолу – близько 2,5...3,0 грн.

За станом на липень 2007 року на території України знаходяться діючих близько 140 цукрових заводів, з яких ефективно працюють близько 100. Добова потужність всіх цукрових заводів складає близько 320 тис. т цукрових буряків. Розташовані заводи майже в усіх областях України, за виключенням Донецької, Луганської, Херсонської, Миколаївської та Закарпатської областей. Кожний із цукрових заводів звісно ж обладнаний при заводськими та виносними кагатними полями для зберігання цукрових буряків, мийними та бурякопереробними відділеннями, що дозволяє без перешкод отримувати дифузійний сік з буряків із вмістом сухих речовин 12...16 % в залежності від дигестії коренеплодів. Виробнича потужність цих відділень в середньому дозволяє щодобово

переробляти на одному заводі 3000 т солодких коренеплодів та отримувати відповідно 3300...3600 м³ дифузійного соку. Таким чином 2/3 отриманого соку можна переробляти по існуючій технологічній схемі на цукор, а решту – для отримання технічного спирту. Враховуючи наявність на цукровому заводі ТЕЦ, жомосушильного відділення та станції очищення стічних вод, доцільно змонтувати рядом цех отримання технічного спирту, вихід якого буде складати приблизно 6...8 % від кількості дифузійного соку, тобто для середнього по потужності цукрового заводу – 60...80 м³/добу.

Для підвищення виходу технічного спирту до дифузійного соку можна додавати отримувану на заводі мелясу та деяку кількість першого відтоку утфелю першого продукту, а це зумовить до підвищення якості цукру-піску внаслідок вилучення частини нецукрів з технологічного процесу продуктового відділення цукрового заводу.

Цукровикам давно відома схема очищення дифузійного соку з відділенням осаду нецукрів соку попередньої дефекації до основної дефекації, застосування якої теоретично дозволяє значно зменшити витрати вапна на очищення (на 0,5...0,7 % СаО до кількості перероблених буряків) та підвищити якість готової продукції. Проте широкого практичного застосування така схема не набула внаслідок значних ускладнень при відділенні такого осаду від соку навіть в суміші з осадом соку I сатурації та при промиванні його від наявної в ньому цукрози. В разі наявності при цукровому заводі відділення по виробництву технічного спирту виникає доцільність використання в якості сировини для спирту саме суспензію осаду соку попередньої дефекації, кількість якої складає приблизно 20...25 % від кількості дифузійного соку, тобто для заводу продуктивністю в 3000 т буряків за добу це становить 660...820 м³ за добу, що аналогічно тій кількості дифузійного соку, яка пропонувалося вище для вироблення технічного спирту. Така суспензія густиною 1,16...1,18 кг/м³ містить до 1,5 % твердої фази у вигляді частинок СаСО₃, осад коагульованих та осаджених нецукрів дифузійного соку (в основному білкові та пектинові речовини, солі кальцію малорозчинних органічних кислот) в кількості 0,5...0,7 % від кількості суспензії, цукрози – 10...12 % і має рН₂₀ близько 11,0, а її температура – близько 60 °С. Попередні лабораторні дослідження показали, що така система добре зброджується і може дати вихід спирту близько 5...6% від кількості забродженої суспензії.

Але цікава інша сторона такого способу з точки зору технології цукрового виробництва. Справа в тому, що відділивши від соку попередньої дефекації основну кількість нецукрів дифузійного соку та вивівши їх з технологічного процесу отримання цукрози, появляється можливість зменшити витрати вапна на очищення майже вдвічі і в стільки ж зменшити кількість води, що вводиться в сік з вапняним молоком (а для заводу в 3000 т буряків за добу це складає не менше 110 т на добу, для випаровування якої необхідно затратити палива). Крім цього спрощується технологічна схема (можна відмовитися від одного з двох ступенів сатурації), значно зменшуються витрати фільтрувальної тканини (майже вдвічі) та підвищується якість готового цукру-піску. З огляду на це запропонований спосіб

спільного виробництва цукру та технічного спирту здається досить перспективним для України.

В кінці 80-х років Україна вирощувала 40...44 млн. т цукрових буряків за середньої урожайності 250 ц/га. Підвищивши урожайність до 450...500 ц/га можна отримати таку ж кількість солодких коренів із зменшенням вдвічі розміру посівних площ та майже на третину зменшивши виробничі затрати на вирощування. Для отримання 2,5 млн. т цукру-піску (річна потреба України) достатньо близько 22 млн. т цукрових буряків, що складає половину від загального збору. Решта ж солодкої сировини може бути перероблена на технічний спирт, що за середньої дигестії 15 % дозволить виробити близько 1,5 млн. м³ технічного біоетанолу в рік.

Запитання для самоперевірки

1. Склад жому, доцільність напрямків його використання.
2. Позитивні та негативні аспекти зберігання свіжого жому силосуванням.
3. Сушіння бурякового жому.
4. Жом – сировина для пектину та харчових волокон.
5. Можливості використання сатураційного осаду.
6. Повторне випалювання вапна із сатураційного осаду.
7. Шляхи використання меляси: виробництво спирту, дріжджів та ін.
8. Альтернативні види палива із цукрових буряків та продуктів їх переробки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Спиртова галузь: на шляху до інноваційного розвитку//Українець А., Хомічак Л.М., Шиян П.Л. та ін.. – К.: – Харчова і переробна промисловість. – №12. – 2007. – с.16-19.
2. Савич А.Н., Ходаковська З.М. Одержання біо етанолу при переробці цукрових буряків. – Цукор України. – № 3. – 2007. – с .5 – 6.
3. Бугаенко И.Ф., Штерман С.В., Грачев О.С. Альтернативные виды топлива из сахарной свеклы и продуктов её переработки. – Сахар. – № 2. – 2007. – с.18-20.