

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва,
стандартизації та біотехнології

Кафедра переробки продукції тваринництва та харчових технологій

ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Методичні рекомендації
для проведення лабораторних робіт
для здобувачів вищої освіти СВО «Бакалавр»,
освітньої спеціальності 181-«Харчові технології»
денної та заочної форми навчання



МИКОЛАЇВ
2025

УДК 664.14

Т38

Друкується за рішенням науково-методичної комісії факультету технології виробництва і переробки продукції тваринництва, стандартизації та біотехнології Миколаївського національного аграрного університету від 15.10.2025 р., протокол № 2.

Укладачі:

Р. О. Трибрат – кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського національного аграрного університету;

В. В. Болодурін – старший викладач кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського національного аграрного університету;

Рецензенти:

О. І. Петрова – кандидатка с.-г. наук, доцентка, завідувачка кафедри переробки продукції тваринництва та харчових технологій Миколаївського національного аграрного університету;

Г. І. Калиниченко – канд. с.-г. наук, доцентка, доцентка кафедри технології виробництва продукції тваринництва Миколаївського національного аграрного університету.

© Трибрат Р.О., Болодурін В.В. 2025

©Миколаївський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
Лабораторна робота №1. Умови постачання буряків на переробні підприємства	5
Лабораторна робота 2. Розрахунок площ бурякосіяння та кагатного поля	13
Лабораторна робота 3. Умови приймання цукрових буряків на переробні підприємства	15
Лабораторна робота 4. Організація кагатування коренеплодів та супутні технологічні операції	26
Лабораторна робота 5. Організація зберігання коренеплодів	31
Лабораторна робота 6. Будова і хімічний склад цукрових буряків	38
Лабораторна робота 7. Характеристика методів хіміко-технологічних аналізів	42
Лабораторна робота 8. Ознайомлення із загальною схемою технологічного процесу виробництва цукру	49
Лабораторна робота 9. Технологічна схема процесу отримання дифузійного соку та способи контролю за процесами	53
Лабораторна робота 10. Ознайомлення із загальною технологічною схемою очищення дифузійного соку та способами контролю за процесами	57
Лабораторна 11. Принципова схема та основні фактори проходження попередньої та основної дефекації	60
Лабораторна робота 12. Принципова схема та основні фактори проходження сатурації	62
Лабораторна робота 13. Ознайомлення із технологічною схемою процесу згущення та кристалізації дифузійного соку та способами контролю за процесами	65
Лабораторна робота 14. Ознайомлення із процесами сушки, охолодження та зберігання цукру-піску	70
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	72

Вступ

Метою освітньої компоненти «Технологія цукрового виробництва» є вивчення комплексу технологічних прийомів вирощування та переробки цукросировини в Україні та світі. Ознайомлення із особливостями зберігання та переробки цукрових буряків на сучасних цукро заводах Вінницької області та України.

Основним завданням навчальної дисципліни «Технологія цукрового виробництва» є засвоєння студентами теоретичних та практичних прийомів вирощування, зберігання та переробки цукросировини на сучасних цукро заводах, на підставі глибоких знань біологічних особливостей цукроносних культур, факторів зберігання та тривалості зберігання і технологічних схем переробки.

В результаті вивчення технології заготівлі, зберігання та переробки цукросировини студент повинен *знати*:

- вимоги до якості коренеплодів цукрових буряків та вплив різних факторів на зберігання їх у кагатах;
- умови зберігання цукросировини; нормування втрат маси цукросировини і сахарози під час зберігання;
- методику оцінки якості коренеплодів;
- технологічні схеми одержання цукру-піску та дифузійного соку;
- технологічні процеси очищення соку, загущення та кристалізації цукру.

вміти:

- скласти двосторонню угоду про закупівлю цукрових буряків;
- користуватися навчальною, методичною та науковою літературою з технології заготівлі, зберігання та переробки цукрових буряків;
- практично оцінити якість цукросировини згідно Держстандарту;
- розрахувати потребу площ під кагатні поля для тимчасового зберігання коренеплодів;
- правильно вкладати коренеплоди в кагати;
- орієнтуватися в технології переробки коренеплодів і одержанні цукру-піску.

Лабораторна робота №1

Умови постачання цукрових буряків на переробні підприємства

Мета роботи: Ознайомитись із особливостями оцінки якості та кондиційності коренеплодів, вивчити методика визначення вмісту сухих речовин та сахарози.

Завдання для самостійної роботи: Описати основні вимоги, що характеризують якість коренеплодів цукрових буряків.

Теоретична частина

При прийманні цукрового буряка визначають відповідність його до вимог ДСТУ за фізичним станом, зрілістю, загальною забрудненістю і залежно від цього укладають в кагати на зберігання. Частково пошкоджені (гризунами або механічними ушкодженнями) цукровий буряк одразу направляють на переробку.

Оцінка якості коренеплодів і доброякісності соку цукрових буряків.

Вирощені цукрові буряки згідно з договорами контракції надходять на цукрові заводи. Останні, починаючи з 20 липня, ведуть спостереження за нарощенням маси коренеплодів, гички, а пізніше й цукристості коренеплодів, щодакдно до 1 жовтня на всіх контрольних ділянках.

Переробка коренеплодів починається з початку вересня. Зібрані технічно зрілі коренеплоди у день збирання відвозять на бурякопункт або на кагатне поле господарства.

Визначення кондиційності коренеплодів. Кондиційними вважаються коренеплоди, що відповідають вимогам стандарту на цукрові буряки для промислової переробки. На приймальні пункти буряки доставляють самоскидами. Приймальник оцінює кондиційність одержаної продукції, відмічаючи наявність зелені, цвітухи, в'ялих, підморожених, механічно пошкоджених коренеплодів.

До кондиційних належать буряки у стані тургору. Його перевіряють відламуванням кінцевої частини коренеплоду 1см завтовшки. Кондиційність за тургором визначають також лабораторно: з коренеплодів вирізають пластинки 0,5см завтовшки загальною площею 30-50 см², зважують і занурюють у воду. Через 1-2год пластинки виймають, воду з поверхні вимочують ганчіркою. Після зважування пластинок визначають вміст увібраної води. Якщо він перевищує 5%, то коренеплід вважається в'ялим.

У партії кондиційних буряків не повинно бути більше 1% коренеплодів, пошкоджених цвітухою, 12% дуже механічно пошкоджених (на 1/3 і більше), 3% зелені. Якщо цукрові буряки хоч за одним з цих показників не задовольняють вимоги стандарту, їх відносять до категорії некондиційних. У цьому випадку приймальник (за згодою здавальника) на накладних ставить штамп

«Некондиційні», і далі при розрахунках такі буряки оплачуються зі знижкою в ціні на 20 %. Якщо здавальник (представник господарства) не погоджується з оцінкою браківника, то кондиційність партії буряків визначають лабораторно. Для аналізу в трьох місцях партії (по діагоналі) лаборанти вручну відбирають пробу масою 10-15 кг, оцінюють її, і результати вважаються остаточними. Інколи для вирішення спірних питань запрошують районного інспектора по заготівлях рослинницької продукції.

Цукристість і забрудненість буряків визначають лабораторно. Пробу відбирають з кожної 5-10-ї партії. Забрудненість коренеплодів стандартом не нормується, але маса домішок не враховується в залікову масу. Показник базисної цукристості визначається для кожного заводу окремо (середній за останні 5 років).

Для визначення забрудненості і цукристості в лабораторіях бурякопунктів використовують пристрій «Рюпро». З машини з коренеплодами механічним пробовідбірником відбирають зразок B_1 масою 10-12 кг, зважують його, миють на механічній мийці. На конвеєрі коренеплоди вручну очищають від гички, відбирають дрібні (діаметром менше 1 см). Потім коренеплоди знову зважують авто вагах і одержаний результат B_2 використовують для визначення забрудненості:

$$X = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100$$

Далі чиста проба надходить на Лінію визначення цукристості. Застосовують холодну водну дигестію з наступним фільтруванням. Вміст цукру визначають за допомогою поляриметра. Наприкінці доби по кожній виробничій одиниці (ланці, бригаді) лабораторія вираховує середні арифметичні показники цукристості та забрудненості і передає ці дані в бухгалтерію цукропункту чи цукрозаводу для розрахунків за прийняті коренеплоди.

Визначення доброякісності соку цукрових буряків. Основним показником технологічності коренеплодів є доброякісність їх соку. Її визначають кількістю частин сахарози у 100 частинах сухої речовини нормального соку коренеплодів. Чим вища доброякісність соку, тим цінніші для промислового виробництва коренеплоди цукрових буряків. Доброякісність характеризує чистоту соку. В результаті очищення соку, видалення нецукрів доброякісність соку підвищується. Показник доброякісності соку D визначають за формулою:

$$D = \frac{C \times 100}{P}$$

де D – доброякісність нормального соку, од; C – вміст сахарози, %; P – вміст сухих розчинних речовин за рефрактометром, %.

Для визначення доброякісності соку проби коренеплодів подрібнюють, пресують і в так званому нормальному соку визначають вміст сухих речовин

(брикс), сахарози (дигестію), а за різницею – нецукрів.

Визначення вмісту розчинних сухих речовин. В основі лежить принцип неоднакового заломлення променя світла, що проходить крізь розчини різної концентрації. Із збільшенням концентрації показник заломлення вищий. Використовують кілька моделей рефрактометрів.

Утримуючи рефрактометр у горизонтальному положенні, піднімають освітлювальну призму і на нижню вимірювальну наносять кілька крапель досліджуваного розчину (соку). Потім верхню призму опускають, повертають рефрактометр, спрямовують до світла освітлювальну призму. Окуляр встановлюють так, щоб поділки шкали та межа між світлою і темною частинами поля, щоб кожна поділка дорівнювала 0,2%.

Для забезпечення правильності результатів визначення слід дотримуватись методики відбору проби. Її відбирають спеціальним щупом, не викопуючи коренеплід із землі. Щуп розміщують під кутом 35-40° до верхньої бокової частини коренеплоду, проби подрібнюють і пресують для одержання соку.

Визначення вмісту сахарози. Витяжку готують холодною (на установці «Рюпро») чи гарячою (у звичайній лабораторії) водною дигестію. Подрібнену масу заливають розчином свинцю ацетату (розрахунку за гарячої води дигестію на 26 г маси мл розчину).

Колбу з розчином ставлять на водяну баню і витримують при температурі 85-90 С протягом 30 хв. Потім охолоджують до 20 С, фільтрують крізь подвійний сухий фільтр. Якщо фільтрат мутний, то фільтрують повторно, додавши 2-3 краплі оцтової кислоти. Прозорий фільтрат досліджують на поляриметрі. Показ шкали множать на 2.

За даними про вміст розчинних сухих речовин та цукристість визначають доброякісність соку цукрових буряків. Далі, маючи показники цукристості (С) та доброякісності (Д), розраховують технічну цінність буряків (Ц) як кількість кілограмів цукру, яку можна одержувати із 100 кг буряків:

$$Ц = \frac{С \times Д}{100}$$

За нормальних умов цукрові буряки, що надходять на переробку з господарств, мають доброякісність 84-89%. У процесі зберігання коренеплодів цей показник може знижуватись, а при виробництві цукру його підвищують до 90-95%.

Технологічна оцінка коренеплодів цукрових буряків при зберіганні передбачає облік втрат маси і цукру. При закладанні на зберігання в кожний кагат вкладають 5-8 сіток з 20-30 коренеплодами, зваженими після очищення. Сітки нумерують, у журналі обліку вказують їх масу, номер, кількість коренеплодів, дату вкладення, номер кагату.

У цукровій промисловості діють допустимі норми добових втрат цукру

(%) залежно від зони та місця зберігання.

Фактичні втрати підраховують на основі даних досліджень проб до та після зберігання в кагатах.

Сировиною для отримання цукру є рослини-цукроноси, що містять цукрозу. До найбільш поширених цукроносів належать: цукрові буряки, цукрова тростина, цукрове сорго, цукрова кукурудза, цукровий клен, цукрова пальма, ріжкове дерево.

Цукрові буряки – основна в нашій країні сировина для цукрового виробництва. За ботанічними ознаками вони належать до родини маренових.

Цукрові буряки – рослина дворічна: протягом першого року виростає коренеплід із розеткою прикореневих листків, на другому році з висаджених коренеплодів зростає квітконосне стебло, висота якого становить 1,5-2,0 м. По досягненні зрілості плоди зростаються та утворюють насіннєві клубочки («насіння»). Цукор виробляють з коріння буряків першого року їхнього розвитку. Переважна більшість вирощених бурякових коренів надходить на цукрові заводи для виробництва цукру, а деяка частина закладається в кагати для їх подальшої висадки та отримання бурякового насіння. Залежно від призначення коріння поділяється на фабричне (для переробки на цукор) та маточне (для виробництва насіння).

Урожайність цукрових буряків в Україні коливається у межах 40-60 т/га. Цей показник залежить переважно від якості насіння, земельних угідь, погодних умов та догляду за посівами.

За несприятливих метеорологічних умов, порушенні термінів висіву насіння та агротехнічних прийомів обробки цукрові буряки в перший рік свого розвитку дають квітконосні пагони, а іноді й плодоносять. Такі буряки називають цвітушними. У коренеплодах таких буряків відбувається здерев'яніння клітинних стінок з утворенням підвищеної кількості лігніну. Такі коренеплоди погано ріжуться в стружку, оскільки через підвищену волокнистість опір різанню у них у 3-5 рази більший, ніж у звичайних коренеплодів.

Коренеплід цукрових буряків першого року розвитку має грушовидну, веретеноподібну форму, в ньому розрізняють голівку, шийку, власне корінь та хвостик. З двох боків коренеплоду по спіралі розташовані борозенки, з яких ростуть корінці з кореневими волосками. Корінці пронизують ґрунт на площі близько 1 м², досягаючи глибини 2,5 м. Така могутня коренева система забезпечує життєстійкість буряка в посушливу пору.

Покритий коренеплід захисним поверхневим шаром (перидермою). Основна тканина (паренхімна) складається з клітин, заповнених буряковим соком. Паренхімну тканину пронизують судинні пучки, які розташовані у вигляді концентричних кіл і додають коренеплоду механічну міцність.

Вміст сухих речовин у коренеплоді цукрового буряка коливається в межах 20-25 %, цукрози – 14-18 %. Практично вся цукроза та частина нецукрів розчинені в клітинному соку. Масову концентрацію бурякового соку в цукрових буряках називають **соковим коефіцієнтом**.

Синтез цукрози в буряках – процес дуже складний. Разом з синтезом цукрози утворюються інші органічні речовини, переважно органічні кислоти. Тому свіжий буряковий сік має кислу реакцію (рН від 6,2 до 6,7). Крім того, в коренях цукрових буряків накопичуються і неорганічні з'єднання (з калієвих, натрієвих та фосфорних добрив, які вносять для підживлення буряків).

Вміст цукрози в буряках може коливатися від 15 до 22 %, в середньому становить 17,5 %. З 75 кг води, що утримується в 100 кг цукрових буряків, 3 кг міцно утримується колоїдами, а 72 кг є розчинником для цукрози (17,5 кг) та нецукрів (2,5 кг). Таким чином, кількість нерозбавленого соку в 100 кг буряка – 92 кг (17,5 + 2,5 + 72).

Як сировина для переробки коренеплоди цукрових буряків мають низку властивостей – фізичних, фізико-хімічних, хімічних, біохімічних, мікробіологічних, а також технологічних.

Такі **фізичні властивості** буряків, як *розмір і форма*, залежать від якості садивного матеріалу, умов вирощування. Найбільш прийнятною в переробці вважають круглу форму коренеплодів однорідних розмірів. *Тургор* кореня вказує на його свіжість, здатність різатися в стружку, чинити опір інфекціям.

Структура тканин визначається насамперед її *дерев'янистістю*. Дуже дерев'янисте коріння погано ріжеться в стружку.

Співвідношення м'якуша та соку значно коливається залежно від сорту буряка, агротехніки, зрілості, метеорологічних умов і т. д. М'якуш у корені та периферійних частинах найбільшою мірою гідратований. Високий вміст м'якуша зумовлює високу опірність буряків при різанні, високий вихід жому, низьку кількість вільного соку. Близько половини сухих речовин м'якуша становлять пектинові речовини, які можуть перейти з бурякової стружки в сік. Тому бажаною є підвищена кількість соку в коренеплоді.

Фізико-хімічні властивості цукрових буряків характеризуються *здатністю цукру до дифузії*, яка залежить від молекулярної ваги дифундуючої речовини (чим менше молекулярна вага, тим вище швидкість дифузії), від здатності білків протоплазми до згортання (внаслідок денатурації білків при певних температурах підвищується проникливість клітинних стінок, дифузія речовин через таку пористу перегородку полегшується).

Висока *водоутримуюча здатність* коренів сприяє збереженню необхідного фізичного стану сировини, з якої отримують якісну стружку при певній зрізаності коренів.

Хімічні властивості цукрових буряків залежать від їх хімічного складу. **Вміст цукрози** в буряках, виражений у відсотках до його маси, визначає цукристість буряка. Кількість цукрози в різних частинах коренеплоду дуже нерівномірна. Найменший її вміст – у голівці, середній – у хвості, найбільший – у середній частині коренеплоду. У прямій залежності від вмісту цукрози в корені знаходиться вихід кристалічного цукру при переробці свіжих буряків. Отже, чим вище вміст цукрози в буряках, тим більший вихід цукру в кристалічному вигляді. До нецукрів відносять усі речовини, крім цукрози, целюлозу, геміцелюлози, протопектин, білки, лігнін, сапонін (**нерозчинні речовини**), а також аміноз'єднання, інвертний цукор, безазотисті органічні кислоти, пектин, зольні з'єднання та інші (**розчинні речовини**). Деякі нецукри містяться як в соку, так і в нерозчинному м'якуші. Наприклад, найбільш білкових речовин у буряковому соку, але частина їх пов'язана з пектиновими речовинами та геміцелюлозами м'якуша. З м'якушем пов'язано також до 60 % сапоніну, інша його частина розчинена у соку.

Редукуючі речовини (інвертний цукор) знаходяться в спілих буряках у невеликій кількості (0,05-0,2 % до ваги буряка). Подальше їх накопичення відбувається під дією кислот, а також внаслідок протікання біохімічних процесів. Небажана дія редукуючого цукру полягає в тому, що на стадії дефекації швидко розкладається, утворюючи кислоти, які не осаджуються, а переходять у розчин у вигляді кальцієвих солей, підвищуючи забарвленість соку.

Велика частина **азотистих речовин** під дією вапна та при нагріванні легко видаляється із соку. Однак деякі з них, зокрема амінокислоти та бетанін, шкідливо впливають на процес переробки, заважають кристалізації цукрози. Вони погано видаляються з соку та залишаються в ньому після очищення.

Пектинові та білкові речовини, що знаходяться в *колоїдному* стані, затримують фільтрацію та ускладнюють циркуляцію продуктів в апаратах, кристалізацію та центрифугування утфеля.

Мінеральні нецукри (зола) також мають негативне значення для переробки буряків, оскільки підвищують розчинність цукрози.

Сапоніни сприяють сильному піненню соку, а також води в мийному відділенні.

Біохімічні властивості коренеплодів зумовлені їх ферментним складом. **Ферменти** можуть активізувати гідроліз цукрози з утворенням глюкози та фруктози, тобто сприяти накопиченню інвертного цукру.

Стійкість м'якуша до гідролізу особливо помітно порушується при зміні мікробіологічних властивостей буряків, а саме при поразці буряків **мікроорганізмами**. Крім того, різноманітні хвороби буряків, придбані в процесі зростання, погіршують подальше зберігання та ускладнюють переробку коренів у

свіжому вигляді – прямо з поля.

Буряковий сік є сприятливим середовищем для швидкого розмноження мікроорганізмів, що використовують цукрозу як поживний субстрат. У соку є необхідні для розвитку мікроорганізмів амінокислоти, ростові речовини та мінеральні солі. Тому однією з істотних якостей буряка є мінімальний вміст у ньому грибною або бактеріальною мікрофлори.

Отже, структура м'якуша, його дерев'янистість визначають *зрізуваність кореня*, еластичність та стисливість стружки.

Доброякісність коренеплодів (отже, й чистота бурякового соку) залежить від співвідношення концентрації цукрози до всіх сухих речовин у продукті.

Фізичний стан кореня визначають наявністю нормального тургору та відсутністю захворювань.

Коефіцієнт дифузії, або здатність віддавати цукрозу, у здорових буряків вищий, ніж у хворих коренеплодів.

Рівень *лужності соку* та сиропів залежить від хімічного складу буряків. Підвищують його аміди, редуруючі речовини, магній, кальцій, амінокислоти; знижують – шавлева та фосфорна кислоти, пектин, білок та інші речовини.

При зниженні лужності збільшується кількість кальцієвих солей, а при підвищенні – погіршується кристалізація утфеля.

Існують такі вимоги до цукрових буряків як сировини цукробурякового виробництва: максимальний вміст цукрози в коренях та висока продуктивність збирання цукру з гектара; відсутність масової квітчастості та дерев'янистості тканин, легка зрізуваність; максимальне наближення форми кореня до округлої, підвищення вмісту цукру в хвостовій та головній частинах; мінімальна біологічна та фізіологічна активність; хороша водоутримуюча здатність та морозостійкість; стійкість до захворювань; доброякісність бурякового соку; мінімальна кількість колоїдів з максимальною коагулюючою здатністю; мінімальна кількість шкідливого азоту, розчинної золи та інвертного цукру. Поряд з оцінкою технологічних властивостей буряків велику увагу приділяють фізико-хімічним особливостям продуктів його переробки.

Це показники виробничого достоїнства цукрових буряків: *швидкість і характер осаду нецукрів при очищенні, швидкість і коефіцієнт фільтрації, швидкість кристалізації цукрози, кольоровість та каламутність продуктів, їх в'язкість, поверхневе натягнення та ін.*, які залежать як від основних властивостей коренеплодів, так і від встановлених режимів переробки цукрових буряків.

Крім цукрових буряків, існують інші джерела отримання цукрози.

Цукрова тростина відноситься до сімейства злакових. Для успішного її зростання потрібні вологий клімат, висока температура повітря, вологий, але не

заболочений ґрунт. Тому тростину вирощують у тропічних країнах. Висаджену тростину після досягнення зрілості збирають, а слідом за збиранням від кореневищ починають зростати нові ростки. Таким чином, урожай знімають 4-5 років, а на окремих ділянках – до 20 років. Середній хімічний склад тростини в %: вода – 74,5, цукроза – 12, фруктоза – 0,9, глюкоза – 0,6, клітковина та інші поліцукриди – 10, зола – 0,5, азотисті речовини – 0,4, жири та віск – 0,2, пектин – 0,2, органічні кислоти – 0,2.

Цукрове сорго – посухостійка злакова культура, яка добре розвивається у південних районах України. Максимальне накопичення цукрози у стеблах збігається з дозріванням зерна. Тому сорго дає урожай не тільки стебел, але й зерна. Кількість води у стеблах – 66 %, цукрози – 11 %, редукуючих цукрів – 3 %, клітковини – 7 %, крохмалю – 5 %, білку – 3 %, камеді – 3 %, пектинових речовин – близько 1 %, зольних елементів – також близько 1 %.

Цукровий клен поширений у США, Канаді, деякі його види ростуть в Україні та на Кавказі. Кленовий сік добувають під час весняного руху соків (з лютого до квітня). Для добування соку в дереві просвердлюють отвір діаметром 10-12 мм та глибиною 30-40 мм і вставляють в нього трубочки. Збір соку триває 30-40 днів. Одне дерево дає 45-90 л соку.

Перераховані загальні властивості цукрових буряків істотно впливають на формування його технологічних властивостей.

Лабораторна робота №2

Розрахунок площ бурякосіяння та кагатного поля

Мета роботи: Ознайомитися з методикою розрахунків площі та радіусу зони бурякосіяння цукрового заводу.

Завдання для самостійної роботи: Занотувати методику розрахунків площі та радіусу зони бурякосіяння цукрового заводу. Користуючись формулами, визначити необхідну посівну площу цукрових буряків для цукрового заводу відповідно завдання викладача. Визначити радіус зони бурякосіяння цукрового заводу відповідно завдання викладача. Описати важливість та розміри кагатного поля та особливості визначення площ бурякосіяння відповідно до індивідуального завдання.

Теоретична частина

Для успішного функціонування кожен цукровий завод має бути забезпечений достатньою кількістю сировини відповідної якості. Тому кожне підприємств формує власну сировинну зону таким чином, щоб більша частина буряку поступала з полів безпосередньо на територію заводу. Площа зони бурякосіяння залежить від потужності заводу, можливої тривалості сезону його роботи, щільності посівів буряку в конкретному районі, врожайності та ступеня розораності земель в зоні.

Площу зони бурякосіяння розраховують за формулою:

$$S_{з.б.} = \frac{A \times D \times 10000}{Y \times a \times K_p}$$

де $S_{з.б.}$ - загальна площа землекористування господарств, які входять в сировинну зону заводу, га;

K_p - ступінь розораності, або відсоток ріллі (відсоток від загальної площі землекористування господарств, які входять у зону бурякосіяння).

A - виробнича потужність заводу, ц/добу; D - тривалість роботи заводу, діб;

Y - врожайність цукрових буряків, ц/га;

a - щільність, або концентрація посівів буряків, %.

Радіус зони бурякосіяння визначають за формулою:

$$r = \sqrt{\frac{S_{з.б.}}{100 \times \pi}}$$

де r - радіус зони бурякосіяння, км; $S_{з.б.}$ - загальна площа землекористування господарств, які входять в сировинну зону заводу, га; π - константне число (3,14).

Вихідні дані для розрахунків площ цукрових буряків і зони бурякосіяння

№	Виробнича потужність заводу, тис. т/добу	Тривалість роботи заводу, діб	Урожайність цукрових буряків, ц/га	Щільність посівів буряків, %	Ступінь розораності,%
1	2,5	90	250	10	45
2	3,0	95	300	12	48
3	3,5	100	350	14	50
4	4,0	105	400	16	52
5	4,5	110	450	18	60
6	5,0	115	500	20	65

Лабораторна робота №3

Умови приймання цукрових буряків на переробні підприємства

Мета роботи: Ознайомитись із умовами приймання цукрових буряків на переробні підприємства та визначення загальної забрудненості.

Завдання для самостійної роботи: описати особливості визначення забруднення коренеплодів; охарактеризувати методику встановлення ціни на цукросировину.

Теоретична частина

Коренеплоди цукрових буряків сортів і гібридів, занесених до Реєстру сортів рослин України і вирощених із сертифікованого насіння готують до здавання буряковиробники (ДСТУ 4327:2004).

Коренеплоди цукрових буряків під час здавання їх на цукрові заводи за показниками якості повинні відповідати вимогам, які наведено у таблиці 1.

Примітка. Цукрові буряки, що містять коренеплоди цвітушні, підв'ялені і зі значними механічними пошкодженнями в кількостях, які перевищують гранично допустиме значення, вказане у таблиці 1. а також підморожені, але не почорнілі буряки відносять до некондиційних.

Базисну цукристість буряків визначають в установленому порядку і вона є вихідним показником у розрахунку за здані буряки.

Правила транспортування і приймання. Коренеплоди цукрових буряків транспортують насипом вантажівками, вантажівками з причепами та іншими видами транспортних засобів згідно з правилами перевезення вантажів, які чинні на вказаному виді транспорту.

Бурякоздавачі разом з транспортними підприємствами створюють умови щодо запобігання травмуванню, підморожуванню і підв'яленню цукрових буряків під час транспортування.

Вимоги щодо показників якості коренеплодів цукрових буряків

Назва показників	Гранично допустиме значення, стан
Фізичний стан коренеплодів	Такі, що не втратили тургору
Масова частка коренеплодів цвітушних, %, не більше ніж	1,0
Масова частка коренеплодів підв'ялених, %, не більше ніж	5,0
Масова частка коренеплодів із значними механічними пошкодженнями, %, не більше ніж	12,0
Коренеплоди муміфіковані	Не дозволено

Коренеплоди підморожені зі скловидними почорнілими тканинами, що відшаровуються	Не дозволено
Коренеплоди загнилі	Не дозволено
Масова частка зеленої маси, %, не більше ніж	3,0
Цукристість, %, не менше ніж	12,0

Цукрові буряки приймають партіями. **Партією** вважають будь-яку кількість буряків, яка перебуває в одній транспортній одиниці (вантажівці чи причепі) й оформлена одним транспортним документом. Автопоїзд, що складається з декількох партій, дозволено супроводжувати одним транспортним документом, у якому вказані номери транспортних одиниць.

Перевірку якості кожної партії коренеплодів цукрових буряків, (крім цукристості), заготівельник проводить до прийняття партії візуальним оглядом коренеплодів у двох-трьох місцях насипу на різній глибині. Якщо партію цукрових буряків за узгодженням зі здавачем (представником здавача) відносять до некондиційної, то у транспортному документі ставлять штамп «Некондиційна», зазначаючи показники, за якими виявлено цей стан. Під штампом повинні стояти підписи представників обох сторін.

У разі незгоди здавача (представника здавача) або державного інспектора якості та формування ресурсів сільськогосподарської продукції держадміністрації з оцінкою партії як некондиційної проводять визначання якості цієї партії в сировинній лабораторії, для чого в присутності представників сторін із центра кузова транспортної одиниці відбирають пробу масою не меншою ніж 12 кг і проводять аналіз. Одержані результати поширюють на партію, яку перевіряють, і оформляють актом.

Якщо партія, яку аналізують, перебуває в складі автопоїзда, її зважують окремо.

Методи визначання показників. Для визначання масової частки у партії коренеплодів цвітушних, підв'ялених, муміфікованих, підморожених, загнилих, а також зеленої маси, під час перевіряння, пробу відбирають механізованим або ручним способом.

Для визначання масової частки в партії коренеплодів зі значними механічними пошкодженнями пробу відбирають ручним способом.

Пробу відбирають у такому порядку: пробовідбірником механізованої лінії по діагоналі кузова транспортної одиниці, а напівавтоматичним (автоматичним) пристроєм – по середній лінії. З першої партії, виділеної для відбирання, – біля переднього борту на відстані не більшій ніж 1 м; з другої – всередині кузова; з третьої – біля заднього борту на відстані не більшій ніж 1 м.

Для цього кузов транспортної одиниці встановлюють під щупом

пробовідбірника, який з відкритими стулками опускають до дна кузова. Стулки закривають, щуп піднімають, відводять від кузова, пробу виштовхують і передають в лабораторію для аналізування. Якщо шар цукрових буряків у кузові менше ніж 40 см, то поряд з першою відбирають другу пробу. Об'єднана проба повинна бути масою не меншою ніж 12 кг.

Із транспортної одиниці по середній лінії кузова відбирають приблизно однакові за масою три точкові проби коренеплодів у таких місцях: буряковими вилами біля переднього борту (на відстані не більшій ніж 1 м) – після знімання шару буряків товщиною від 10 см до 15 см, в центрі – з верхнього шару, і совковою лопатою біля заднього борту після відкривання – з нижнього шару (із дна кузова транспортної одиниці).

Точкові проби об'єднують і отримують об'єднану пробу масою не меншою ніж 12 кг.

Для визначання загальної забрудненості і цукристості коренеплодів буряків пробу відбирають з однієї партії на кожні десять, а в період невеликої інтенсивності приймання буряків і на бурякозаготівельних пунктах з обсягом заготовок менше ніж 20 тис. т – на кожні п'ять партій, що надійшли від здавача. За добу від кожного бурякоздавача повинно бути відібрано не менше однієї проби.

На кожному пункті приймання черговий номер партії, з якої відбирають пробу, і порядок чергування місць відбирання проби в кузові транспортної одиниці встановлює заготівельник згідно з наказом, виданим окремо на кожен день, або за допомогою комп'ютера і оформляє документом.

У разі надходження від здавача партії цукрових буряків у самоскіді з увігнутим днищем пробу відбирають із партії цукрових буряків від цього самого здавача із наступного транспортного засобу з плоским днищем кузова.

У випадку, якщо чергова партія цукрових буряків, що надійшла від здавача для відбирання проби, віднесена до некондиційної, то для визначання цукристості пробу необхідно відбирати із наступної партії кондиційних буряків від цього самого здавача.

Якщо надходить значна кількість (більше 30 %) некондиційних буряків, проби відбирають по одній з кожних п'яти некондиційних і по одній з кожних п'яти кондиційних партій окремо. Результати визначання цукристості поширюють на п'ять відповідних партій.

Проби відбирають механізованим, а у разі відсутності механізованої лінії – ручним способом.

Під час механізованого і ручного способу відбирання проб землю та інші домішки, що були відокремлені від буряків на бурякокладальнику, до маси тари (транспортної одиниці) не долучають.

Визначають масову частку зеленої маси, а також цвітушних, підв'ялених, із значними механічними пошкодженнями (тільки в пробі, відібраній ручним способом), муміфікованих, підморожених і загнилих коренеплодів у пробах, відібраних ручним або механізованим способом.

Для визначання масової частки зеленої маси пробу очищають від мінеральних та органічних домішок і зважують з похибкою не більшою ніж 10 г. Обрізані ножом черешки листків, ростки на головках коренеплодів і вибрану з проби вільну зелену масу зважують з похибкою не більшою ніж 10 г.

Для визначання у пробі показників якості коренеплодів пробу очищають від мінеральних, органічних домішок та зеленої маси і зважують із похибкою не більшою ніж 100 г.

Із очищеної проби відбирають та зважують з похибкою не більшою ніж 100 г і повертають а пробу коренеплоди в такій послідовності: цвітушні, підв'ялені, із значними механічними пошкодженнями, муміфіковані, підморожені, загнилі.

Масову частку коренеплодів цвітушних, підв'ялених, із значними механічними пошкодженнями, муміфікованих, підморожених та загнилих, а також зеленої маси (ш) у відсотках обчислюють згідно з формулою:

$$\omega = \frac{m_1 \times 100}{m_2}$$

де m_1 , – маса цвітушних, підв'ялених, із значними механічними пошкодженнями муміфікованих, підморожених, загнилих очищених коренеплодів окремо, а також зеленої маси, г; m_2 – маса проби, очищеної від усіх домішок, крім зеленої маси, під час визначання масової частки зеленої маси, або маса проби, очищеної від всіх домішок, під час визначання масової частки коренеплодів за окремими показниками якості, г.

За результат беруть значення, одержане згідно з формулою і обчислене до сотих часток відсотка з наступним округленням результату до десятих часток.

Визначання загальної забрудненості. Загальну забрудненість визначають у механізованих, автоматизованих і немеханізованих лабораторіях.

В механізованих та автоматизованих лабораторіях аналізують проби, відібрані пробовідбірником.

Пробу зважують з похибкою не більшою ніж 100 г і визначають її масу до миття. Потім, залежно від ступеня забрудненості, коренеплоди мийуть у бурякомийці барабанного типу – від 1,5 хв. до 3,0 хв., вертикального типу – від 1,0 хв. до 2,0 хв.

Після миття коренеплоди розміщують на перфорованому столі з отворами діаметром 3 мм або на транспортері, де їх доочищають вручну, обрізаючи металевим ножом хвостики і бокові корінці діаметром меншим ніж 1 см,

черешки листя, паростки, вибирають гичку, бур'яни, інші органічні та мінеральні домішки і відділяють дерев'яними ножами і неметалевими щітками землю на коренеплодах.

Чисті коренеплоди та їх шматочки зважують з похибкою не більшою ніж 100 г і визначають масу проби коренеплодів після їх відмивання.

Для контролювання правильності роботи бурякомийки під зливний кран встановлюють сито з отворами діаметром 5 мм. Якщо на ситі знаходять шматочки буряків розмірами більшими ніж 5 мм, їх повертають у відмиту пробу, а бурякомийку зупиняють для усунення несправностей.

В немеханізованих лабораторіях аналізують проби, відібрані пробовідбірником або вручну.

Пробу зважують з похибкою не більшою ніж 100 г у сухому відтарованому тазу, зваженому з похибкою не більшою ніж 100 г, і вираховують масу коренеплодів до їх очищення. Потім на коренеплодах обрізають металевим ножем хвостики і бокові корінці діаметром меншим ніж 1 см, черешки листя, паростки і відбирають пічку, бур'яни, а також інші органічні і мінеральні домішки; землю, яка прилипла до коренеплодів, відділяють дерев'яними ножами і неметалевими щітками.

Чисті коренеплоди і їх шматочки зважують з похибкою не більшою ніж 10 г у тому самому тазу (чистому) і визначають масу проби після очищення.

Загальну забрудненість ($\omega_{зз}$) у відсотках вираховують згідно з формулою:

$$\omega_{зз} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

де m_1 – маса проби до очищення або миття коренеплодів, г; m_2 – маса проби після очищення або миття коренеплодів, г.

За результат беруть значення, одержане за формулою і обчислене до сотих часток відсотка з наступним округленням результату до десятих часток.

У разі визначання загальної забрудненості коренеплодів за допомогою лінії, обладнаної вагами «НЕТТО» з дуговою шкалою, обчислення проводять з похибкою не більшою ніж одна поділлка шкали

Визначання цукристості на механізованих і автоматизованих лініях

Порядок формування квоти поставки цукру на внутрішній ринок (квота «А»), квоти поставки цукру за міжнародними договорами (квота «В») та обсягів цукру, виробленого понад квоти «А» і «В» і призначеного для реалізації його власниками виключно за межами країни (квота «С»).

Квота «А», «В» і «С» вживаються у значеннях Закону України «Про державне регулювання виробництва і реалізації цукру».

Для формування квоти «А» беруться до уваги такі показники: науково обґрунтовані норми споживання цукру;

- очікувані залишки цукру станом на 1 вересня поточного року;

- обсяги цукру, що можуть бути реалізовані протягом одного року з урахуванням попиту внутрішнього ринку;
- роздрібна ціна на цукор;
- обсяги виробництва цукру в середньому за останні 5 років;
- обсяги імпортування цукру та цукровмісних продуктів, цукрозамінників та підсолоджувачів; рівень попиту на цукор.

Інформація за такими показниками надається МОЗ, Держкомстатом, Держмитслужбою в межах їх повноважень Мінекономіки та Міністерству аграрної політики.

Квота «В» формується відповідно до зобов'язань держави на експортні поставки за міжнародними договорами.

Мінекономіки із Міністерство аграрної політики вносять до Кабінету Міністрів України пропозиції щодо визначення граничних розмірів квот «А» і «В», що підлягають затвердженню на наступний рік до 1 грудня поточного року.

Обсяги реалізації цукру за **квотою «С»** формуються його власниками самостійно з урахуванням необхідних ресурсів для виконання зобов'язань за квотами «А» і «В».

Бурякосіючі господарства подають органам державної статистики інформацію про обсяги вирощування цукрових буряків., передбачені договорами, що укладаються з цукровими заводами станом на 1 червня поточного року.

Цукрові заводи щомісяця починаючи з 1 вересня 2000 р. подають органам державної статистики протягом всього періоду переробки цукрових буряків інформацію про обсяги виробництва цукру (квот «А», «В» і «С») для її узагальнення Держкомстатом та Міністерством аграрної політики.

Обсяги вирощування цукрових буряків для виробництва цукру в межах квот «А» та «В» визначаються щороку Міністерством аграрної політики.

Міністерство аграрної політики виходячи з установлених Кабінетом Міністрів України граничних розмірів квот «А» і «В» провадить не пізніше 1 січня наступного року розподіл обсягів виробництва цукру між цукровими заводами на конкурсних умовах згідно з поданими заявками та з урахуванням пропозицій обласних асоціацій цукрової промисловості погоджених з облдержадміністраціями.

Розгляд заявок здійснюється з урахуванням таких показників:

- забезпечення цукросировиною (не менш як на 45 діб);
- розміри витрат на переробку цукрових буряків (не вище розрахункового для встановленої мінімальної ціни на цукор);
- обсяги вирощування цукрових буряків на 1 гектар та виробленого з них

цукру;

- обсяги виробництва цукру в середньому за останні 5 років; ступінь вилучення цукру з цукрових буряків;
- потужність заводу;
- виробництво цукру згідно з розподіленими обсягами в межах квоти «А» за попередній рік;
- обсяги експортування цукру за попередній рік.

Обласні та районні держадміністрації на підставі доведених цукровим заводам обсягів виробництва цукру розподіляють між бурякосіючими господарствами обсяги вирощування цукрових буряків базисної цукристості (16 відсотків) для виробництва цукру в межах квот «А» і «В» з урахуванням таких показників: середня урожайність цукрових буряків за останні 5 років; середня цукристість за останні 5 років; розмір витрат на вирощування цукрових буряків (не вище розрахункового для встановленої мінімальної ціни на цукрові буряки).

Бурякосіючі господарства які виконали свої зобов'язання за розподіленими обсягами вирощування цукрових буряків для виробництва цукру в межах квот «А» і «В» та мають їх лишок, можуть залучатися до забезпечення виконання зобов'язань інших бурякосіючих господарств за погодженням з ними і цукровими заводами та з укладенням відповідних договорів.

Визначення мінімальних цін на цукрові буряки та цукор. Терміни «мінімальна ціна на цукрові буряки», «мінімальна ціна на цукор», «квота «А» і «квота «В» вживаються у значеннях Закону України «Про державне регулювання виробництва і реалізації цукру».

Мінімальна ціна на цукрові буряки визначається з урахуванням нормативних витрат, пов'язаних з виробництвом 1 тонни цукрових буряків у заліковій вазі базисної цукристості 16 відсотків на умовах франко-поле, і мінімального прибутку та податку на додану вартість.

Для визначення фактичних мінімальних цін на цукрові буряки у разі відхилення їх цукристості від базисної застосовуються коефіцієнти перерахунку цін. Для визначення фактичних мінімальних цін на цукрові буряки заокруглення цін здійснюється відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 26 серпня 1996 р. № 1002 (1002-96-п) «Про переоцінку товарів (робіт, послуг) та механізм контролю за переглядом цін та формуванням вартісних показників в умовах грошової реформи».

Мінімальна ціна на цукор визначається з урахуванням мінімальної ціни на цукрові буряки з базисною цукристістю 16 відсотків та нормативних витрат, пов'язаних з виробництвом 1 тонни цукру, що відповідає вимогам установлених стандартів, на умовах франко-станція відправлення, і з урахуванням мінімального прибутку та податку на додану вартість.

Мінімальна ціна на цукрові буряки, які поставляються для виробництва цукру квот «А» і «В», та мінімальна ціна на цукор квоти «А» і умови їх застосування визначаються щороку Кабінетом Міністрів України за пропозицією Міністерства аграрної політики, погодженою з Мінекономіки, і встановлюються до 1 січня наступного року із застосуванням щомісячних індексів інфляції.

Міністерство аграрної політики за погодженням з Мінекономіки вносить Кабінетові Міністрів України щороку до 1 грудня з необхідними обґрунтуваннями і розрахунками пропозиції щодо зміни (перегляду) зазначених мінімальних цін.

Затверджені мінімальні ціни на цукрові буряки та цукор є обов'язковими для всіх суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форми власності для визначення ціни на цукрові буряки та цукор під час укладання угод купівлі-продажу.

**Коефіцієнти перерахунку ціни 1 тонни
цукрових буряків залежно від рівня їх цукристості**

Цукристість	Коефіцієнт перерахунку	Цукристість	Коефіцієнт Перерахунку	Цукристість	Коефіцієнт перерахунку
13,0	0,750	15,4	8,950	17,8	1,150
13,1	0,758	15,5	0,958	17,9	1,158
13,2	0,767	15,6	0,967	18,0	1,167
13,3	0,775	15,7	0,975	18,1	1,175
13,4	0,783	15,8	0,983	18,2	1,183
13,5	0,792	15,9	0,992	18,3	1,192
13,6'	0,800	16,0	1,000	18>	1,200
13,7	0,808	16,1	1,008	18,5	1,208
13,8	0,817	16,2	1,017	18,6	1,217
13,9	0,825	16,3	1,025	18,7	1,225
14,6	0,833	16,4	1,033	18,8	1,233
14,1	0,842	16,5	1,042	18,9	1,242
14,2	0,850	16,6	1,050	19,0	1,250
14,3	0,858	16,7	1,058	19,1	1,258
14,4	0,867	16,8	1,067	19,2	1,267
14,5	0,875	16,9	1,075	19,3	1,275
14,6	0,883	17,0	1,083	19,4	1,283
14,7	0,892	17,1	1,092	19,5	1,292
14,8	0,900	17,2	1,100	19,6	1,300
14,9	0,508	17,3	1,108	19,7	1,308
15,0	0,917	17,4	1,117	19,8	1,317
15,1	0,925	17,5	1,125	19,9	1,325
15,2	0,933	17,6	1,133	20,0	1,333
15,3	0,942	17,7	1,142		

Типові умови господарських договорів між цукровими заводами, бурякосіючим господарствами та іншими суб'єктами бурякоцукрового комплексу незалежно від форми власності щодо вирощування та закупівлі цукрових буряків для виробництва цукру

Виробник цукрових буряків зобов'язується: Здійснювати закупку тільки сертифікованого насіння сортів і гібридів цукрових буряків у суб'єктів господарювання, які мають ліцензію на оптову торгівлю насінням. Виростити та продати Замовнику цукрові буряки, що відповідають вимогам ДСТУ 4327:2004 «Коренеплоди цукрових буряків для промислового перероблення. Технічні умови».

При відхиленні фактичної цукристості від базисної (16 %) ціна буряків, зарахованих у виконання договору, визначається щодоби відповідно до коефіцієнтів перерахунку ціни, визначених додатком до Порядку про визначення мінімальних цін на цукрові буряки та цукор, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 2 червня 2000 року № 868 «Про деякі питання державного регулювання виробництва і реалізації цукру»:

Замовник цукрових буряків зобов'язується: Брати безпосередню участь в організації сировинної зони цукрового заводу, раціональному розміщенні посівів цукрових буряків у сівозмінах, надавати методичні консультації (рекомендації) та практичну допомогу Виробнику щодо вирощування та збирання цукрових буряків з високими технологічними якостями. Для вирощування цукрових буряків надати

Виробнику в рахунок авансу такі матеріальні та фінансові ресурси: Спільно з представником Виробника відбирати проби цукрових буряків на полі для проведення аналізів якості та визначення строків збирання і переробки. Забезпечити за погодженим графіком приймання та розвантаження коренеплодів цукрових буряків за свій рахунок. Визначати на приймальному пункті Замовника кількість та якість цукрових буряків згідно з діючим стандартом. Терміни і порядок продажу та доставки цукрових буряків.

Обсяги цукрових буряків, які підлягають продажу у вересні, уточнюються Сторонами в залежності від стану розвитку коренеплодів, накопичення в них цукру. Графік постачання у вересні місяці визначається Сторонами в додатковій угоді до договору з урахуванням 3-добового запасу цукрових буряків. За несприятливих обставин Сторони за взаємною згодою можуть скоригувати щоденні графіки поставки цукрових буряків.

Продаж цукрових буряків здійснюється в період з 20__ р. до закінчення сезону переробки, а постачання - щодобово по тонн. Навантаження цукрових буряків в автотранспорт здійснюється навантажувальними засобами Виробника. Транспортування цукрових буряків з поля до призаводського бурякопункту

здійснюється транспортом за рахунок Замовника.

Замовник оплачує Виробнику прийняті в рахунок договору кондиційні цукрові буряки в заліковій вазі для виробництва цукру квоти «А» за цінами, обумовленими в договорі, але не нижче мінімальної ціни, установлені чинними нормативно-правовими актами України. Оплата цукрових буряків проводиться шляхом перерахування коштів на поточний рахунок Виробника або готівковими коштами Замовника.

При здійсненні розрахунків за цукрові буряки з їх вартості вираховуються надані Замовником Виробнику матеріальні та фінансові ресурси згідно договору в рахунок авансу за цінами, що діяли на момент укладання договору. Остаточні взаєморозрахунки за здані цукрові буряки між Виробником та Замовником проводяться не пізніше 30 днів після завершення поставки сировини та проведення остаточної звірки.

У разі невиконання розрахунків однією з Сторін застосовують штрафні санкції згідно з чинним законодавством України.

Замовник за домовленістю з Виробником може розраховуватися за придбані цукрові буряки цукром з урахуванням мінімальної ціни в строки згідно з пунктом 5.1 договору.

Цукрові буряки, доставлені понад кількість, передбачену для виробництва і реалізації цукру на внутрішньому ринку (квота «А»), переробляються за окремою угодою.

Замовник зобов'язується проводити розрахунок за цукрові буряки з Виробником із застосуванням коефіцієнта нормативного вилучення цукру та нормативних втрат.

При укладанні договору Замовник пред'являє Виробнику свідоцтво про атестацію лабораторії на право проведення лабораторних аналізів з визначення якості (цукристості) продукції. Контроль достовірності визначення кількості та якості цукрових буряків в процесі їх приймання на переробку, а також дотримання вимог стандартів і інших нормативних документів, здійснюється державним інспектором якості та формування ресурсів сільськогосподарської продукції.

Замовник відповідає за визначення кількісних та якісних показників цукрових буряків (вага, загальна забрудненість, цукристість) при прийманні.

Продаж цукру, меляси та жому Виробник не пізніше першої декади листопада місяця подає Замовнику заявку на закупівлю жому і меляси. Продаж меляси Виробнику проводиться з розрахунку кг, жому сирого кг (6,5 % сухої речовини) за одну тонну буряків, зданих у межах обсягів для виробництва цукру за квотою «А» за домовленістю Сторін. Відпуск жому і меляси здійснюється за погодженими графіками за фізичною масою. Згідно з пунктом 5.2 цукор і меляса

відпускаються безпосередньо на цукровому заводі, а на прохання Виробника можливе відвантаження безпосередньо на його адресу з оплатою транспортних витрат за рахунок одержувача продукції. Навантаження жому і меляси на цукровому заводі здійснюється за рахунок Замовника.

Додаткові умови Некондиційні цукрові буряки, що не відповідають вимогам ДСТУ 4327:2004, переробляються за окремою угодою Сторін. Звірка поставленої кількості цукрових буряків і підписання акта звірки проводиться щодавно протягом 3 (трьох) днів після закінчення декади.

У разі порушення початку терміну постачання цукрових буряків Виробником Замовник має право вимагати повернення сум попередньої оплати із сплатою пені. Пеня обчислюється у розмірі подвійної облікової ставки Національного банку України від суми попередньої оплати. У разі порушення графіка постачання цукрових буряків (при сприятливих погодних умовах для збирання та перевезення) Виробник сплачує Замовнику пеню в розмірі 0,1 % від вартості непоставлених у термін цукрових буряків за кожен день прострочення.

У разі невиконання зобов'язань перед Замовником згідно з договором, у тому числі в разі поставки цукрових буряків іншим, ніж визначеним в договорі, особам, Виробник сплачує Замовнику 20 % вартості цукрових буряків, недопоставлених згідно з договором, та не пізніше 30 днів з моменту закінчення виробничого сезону переробки цукрових буряків повністю виплачує Замовнику вартість матеріальних та фінансових ресурсів, наданих у рахунок авансу.

Лабораторна робота №4

Організація кагатування коренеплодів та супутні технологічні операції

Мета роботи: Ознайомитись із кагатування коренеплодів та супутніми технологічними орган операціями, технічними характеристиками найбільш поширених кагатоукладальних машин.

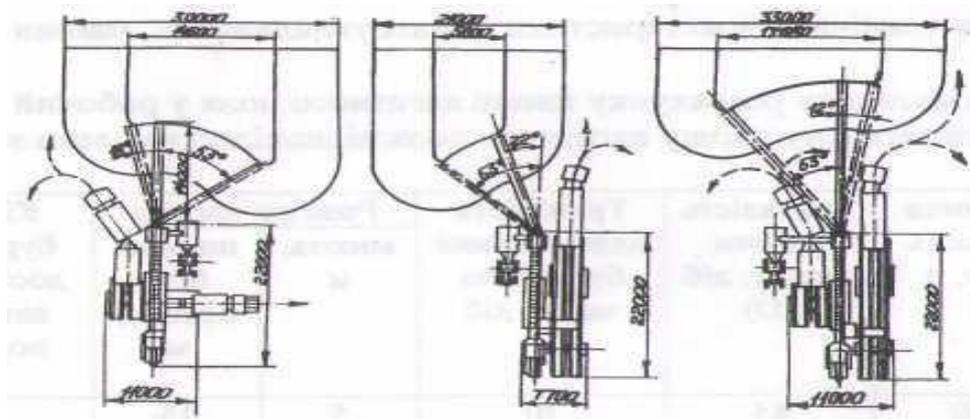
Завдання для самостійної роботи: Ознайомитися із технічними характеристиками кагатоукладальних машин. Ознайомитися з методикою розрахунків площі кагатного поля.

Теоретична частина

В цукровій промисловості для розвантаження, очищення та складування буряків у катати використовується понад 5000 кагатоукладальних машин. Найбільш поширеними є мобільні «Комплекси» - 65МЗ-К, 65М2Б-К, 65М2БЗ-К та фронтальний - «Комплекс - 683БЗ-К». Ці кагатоукладальні машини пристосовані до розвантаження автомобілів та автопоїздів марки «Камаз», проте вони не в повній мірі задовольняли вимогам прогресивної технології приймання та зберігання коренеплодів цукрових буряків.

Прогресивна технологія приймання цукрових буряків включає активне очищення від домішок; видалення дрібних та бур'янистих домішок, подрібнених коренеплодів та дрібних частинок буряків; об'ємну обробку очищених коренеплодів хімічними препаратами для попередження їх проростання та загнивання в кагатах під час зберігання; зниження ступеню травмування при прийманні та укладанні в катати.

На даний час створені і поставлені на серійне виробництво два типи кагатоукладальних машин, які відповідають вимогам прогресивних технологій: двоплатформений мобільний кагатоукладач «Комплекс - 65М2БЗ-К» та фронтальний кагатоукладач Ш1-ПКФ.

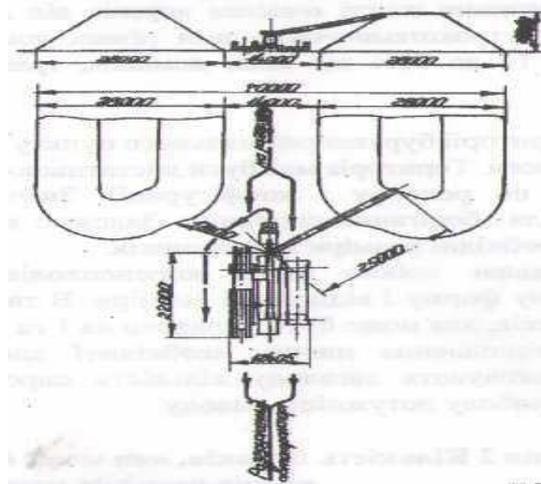


Кагатоукладальні машини: а - «Комплекс - 65М2Б-К»; б - «Комплекс - 65МЗ-К»; в - «Комплекс - 65М2БЗ-К»

Двоплатформений мобільний кагатоукладач «Комплекс - 65М2Б3-К» розроблений на основі уніфікації попередніх базових моделей, але на відміну від них оснащений двома площадками поздовжнього та бічного перекидання підвищеної вантажопідйомності.

Вантажопідйомність поздовжньої площадки збільшена з 30 до 35 т, підсилені нижній пояс перекидної платформи та нижня рама, що дозволяє розвантажувати багатотоннажні автомобілі, збільшена ємність прийомного бункера. Стріла укладального конвеєру збільшена з 15 до 18 м. що дозволяє формувати катати шириною в основі до 33 м, висотою до 7 м.

Комплекс оснащений пристроєм для об'ємної обробки коренеплодів хімічними препаратами для попередження проростання та загнивання коренів в кагатах.



Технологічна схема використання кагатоукладача Ш1-ПКФ.

Фронтальний кагатоукладач Ш1-ПКФ призначений для розвантаження всіх типів автотранспорту, очищення буряків від землі, видалення легких рослинних домішок при допомозі обдування та обробки коренів хімічними консервантами.

Конструкційною особливістю кагатоукладача Ш1-ПКФ є наявність пристрою для відокремлення рослинних решток при допомозі обдування повітряним потоком в місці перепаду потоку коренів із землевідокремлювача в лійку укладального конвеєру. Наявність на землевідокремлювачі резинових дисків забезпечує високоякісне відокремлення від основної маси буряків, уламків та подрібнених коренів, хвостиків та коренеплодів діаметром до 50 мм. Тому відходи очистки буряків після кагатоукладача Ш1 - ПКФ необхідно сортувати на установках типу Ш1-ПУХ (ОСО) для вилучення з них бурякової маси і направлення її на переробку.

Для підвищення якості очистки коренів від домішок кагатоукладальні машини комплектуються грохотами-очисниками різних конструкцій, які

забезпечують ефект очищення від 12 до 50% від маси домішок, травмуючи при цьому від 1 до 6 % коренеплодів.

Технічні характеристики кагатоукладальних машин

Параметри	Марка	
	65М2БЗ-К	Ш1-ПКФ
Продуктивність, т/год.	135	250
Вантажопідйомність вивантажувальних площадок, т		
поздовжнього перекидання	35	35
бічного перекидання	18	35
Розміри кагатів, м ширина основи висота	33на7	70 або(28x2) на 9
Привід механізму	Від базової моделі ДТ-75	
Довжина укладального конвеєру, м	18	25
Габаритні розміри (без укладального конвеєру), м		
довжина	22	25
ширина	11	13,05
висота	5,1	7,4
Маса, т	45	85
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	2	3

Кількість буряків, яка може бути укладена на 1 га площі за різних розмірів кагатів

Розмір кагатів, м		Кількість буряків у кагаті, тис. т	Кількість буряків, укладених на 1 га кагатного поля, тис. т
висота	ширина основи		
3	12	1,5	6,3
4	15	2,3	8,8
4	20	3,5	11,0
5	15	2,5	9,6
5	20	4,0	12,5
5	25	5,4	14,5
6	15	2,6	9,9
6	20	4,3	13,5
6	25	6,0	10,1
7	20	4,5	14,1
7	25	6,4	17,3
7	30	8,4	19,7
8	30	8,9	20,9
8	40	13,2	24,9

2. До території бурякоприймального пункту цукрового заводу пред'являються відповідні вимоги. Територія має бути достатньою за розмірами і відповідати своєму призначенню по рельєфу і конфігурації. Значну частину території займають майданчики для зберігання сировини. Залежно від розмірів кагатів і їх кількості визначають необхідні розміри майданчиків.

Кагат являє собою насип коренеплодів цукрових буряків, який має трапецієподібну форму і відповідні розміри. Для встановлення площі, необхідної для зберігання цукрових буряків, необхідно враховувати загальну кількість сировини, яка поступає, тривалість виробництва добову потужність заводу.

Для визначення розмірів ділянки для зберігання цукрових буряків користуються формулою:

Розміри ділянки для зберігання цукрових буряків визначаються за формулою:

$$F = \frac{A \times D \times X \times Y \times K_y}{100 \times 100 \times B_k}$$

де F – площа кагатного поля, га; A - виробнича потужність заводу, ц/добу; D - тривалість роботи заводу, дів; X - коренеплоди, які доставляються автотранспортом, %; Y - коренеплоди, які укладаються в кагати, %; B_k - кількість буряків, які укладаються в кагати на 1 га, ц; K_y - поправочний коефіцієнт до значення F , залежить від величини X , тобто від відсотка буряків, які доставляються на завод автотранспортом, %:

X	K_y
100-76	0,8
75-50	1,0
49-25	1,1
24-10	1,3

Відсоток буряків, що укладаються в кагати, залежить від тривалості сезону їх надходження на завод Z і тривалості роботи заводу D :

$$Y = \frac{D-Z}{D} \times 100$$

Завдання для самостійної роботи

1. Занотувати технічні характеристики кагатоукладальних машин у робочий зошит.

2. Занотувати методику розрахунку площі кагатного поля у робочий зошит.

3. Встановити загальну площу кагатного поля відповідно варіанта завдання.

Завдання для індивідуальної роботи

Варіант	Виробнича потужність заводу, ц (А)	Тривалість роботи заводу, діб (О)	Тривалість надходження буряків на завод, діб (2)	Розміри кагатів		Кількість буряків, які доставляють автотранспортом, % (Х)
				висота, м	ширина біля основи, м	
1	15000	85	30	5	15	60
2	20000	90	45	5	20	60
3	25000	95	48	5	25	65
4	30000	100	50	6	15	70

Лабораторна робота 5

Організація зберігання коренеплодів

Мета роботи: Ознайомитись із умовами зберігання коренеплодів у кагатах, параметрами контролю за цукровими буряками під час зберігання та особливостями визначення втрат маси буряків і сахарози з відходами землевивідних конвеєрів бурякоукладачів.

Завдання: Ознайомитися та занотувати у робочий зошит – умови зберігання коренеплодів у кагатах; особливості контролю за цукровими буряками під час зберігання; методики визначення втрат маси коренеплодів і цукру під час зберігання. Визначити сумарні втрати цукру при зберіганні коренеплодів, відповідно при 2 та 5-відсотковому пошкодженні коренеплодів відповідно до індивідуального завдання викладача.

Теоретична частина.

Умови зберігання коренеплодів у кагатах. Коренеплодам цукрових буряків не властива здатність до глибокого біологічного спокою, коли певний проміжок часу ростові процеси не відбуваються навіть при настанні сприятливих умов. Вже через 5-7 днів після викопування при підвищеній температурі і вологості вони починають проростати, що супроводжується посиленням дихання, підвищенням виділення тепла, витрачанням на ростові процеси запасних речовин, в тому числі і сахарози.

Рівень цих втрат у пророслих коренеплодів пропорційний масі утворених паростків. Найбільшу масу дає верхівкова брунька. Витрата цукрози на ріст верхівкової бруньки порівняно із проростанням бічних бруньок приблизно в 2 рази вищий. Проте при одночасному проростанні кількох бруньок втрати цукру в сумі можуть бути вищими, ніж при проростанні однієї верхівковою бруньки, що в цілому призводить до збільшення втрат цукру при зберіганні пророслих коренів в 1,7 рази порівняно із непророслими буряками.

Висока фізіолого-біохімічна активність проростаючих коренеплодів призводить до того, що вона характеризується підвищеною стійкістю до фітопатогенних мікроорганізмів. При цьому посилення стійкості коренеплодів до гниття спостерігається уже при самому слабкому проростанні, коли маса паростків досягає 0,5 г на коренеплід. Проте навіть за такої умови втрати цукру можуть становити 0,4% порівняно із непророслими буряками.

На якість зберігання коренеплодів істотний вплив має ступінь механічних ушкоджень. Одна із реакцій коренеплодів цукрових буряків - здатність утворювати на місці механічного ушкодження нову тканину - раневу перидерму. Приблизно через 2 тижні після механічного ушкодження спостерігається

лігніфікація (насичування клітинних оболонок лігніном), на 17-20 добу спостерігається поділ клітин, що свідчить про утворення раневої перидерми. Інтенсивність раневої реакції коренеплодів залежить від способу та місця ушкодження, фізичного стану коренеплодів, сортових властивостей та умов середовища. Більш швидке загоєння відбувається на головці і шийці коренеплоду при неглибоких поверхневих ранах, а також при ушкодженнях, заподіяних гострими частинами механізмів. На відміну від них, при утворенні рваних ран та зломів, ранева реакція у таких коренеплодів настає лише за умови високих температур та вологості повітря. Найбільшою інтенсивністю загоєння характеризуються свіжо викопані коренеплоди та стійкі до інфекції сорти.

На збереженість коренеплодів значний вплив мають збудники хвороб зберігання, які заселяють коренеплоди ще під час їх вирощування, збирання та укладання в катати.

Діяльність фітопатогенної мікрофлори в тканинах коренеплодів не проявляється до тих пір, поки відсутні для сприятливого її розвитку умови, а самі коренеплоди характеризуються високою генетичною стійкістю. Поте при погіршенні умов зберігання та зниження стійкості коренеплодів до патогенів починають розвиватися мікробіологічні процеси, які викликають швидке відмирання і розкладання бурякової тканини.

Загнилі місця у коренеплодів при цьому буріють, втрачають свою структуру та пружність, з часом перетворюються в м'яку ослизлу масу. Вміст цукру в таких буряках різко знижується, при її переробці наявність гнилої маси ускладнює фільтрацію соків і кристалізацію цукровмісних продуктів, втрати цукру у виробництві та мелясі збільшуються.

Спеціальними дослідженнями та багаторічною практикою встановлено, що оптимальним для зберігання цукрових буряків є температурний режим 0-5°C при відносній вологості повітря 92-94%. При таких умовах діяльність ферментних систем сповільнена, дихання коренеплодів проходить на низькому енергетичному рівні, ростові процеси та мікробіологічна діяльність є мінімальними.

Зберігання буряків при низьких позитивних температурах не викликає помітного погіршення її технологічних якостей, не відбувається накопичення у великих кількостях редууючи речовин, органічних кислот, зниження чистоти продуктів переробки, збільшення мутності та кальцієвих солей у сиропі. Не зважаючи на те, що у коренеплодах, які зберігаються за температури 0-3°C, накопичуються трисахариди, кількість їх не має істотного впливу на технологію переробки цукрової сировини.

З метою пригнічення мікробіологічних процесів в кагатах при зберіганні буряків традиційно використовують здатність різних форм вапна створювати

лужне середовище, несприятливе для розвитку грибів - збудників кагатної гнилі. При цьому поряд з позитивним впливом обробка коренеплодів вапняковими препаратами в ряді випадків приводила до негативних наслідків - посиленню дихання та збільшення втрат цукру. Дослідним шляхом все ж було встановлено, що найбільший антисептичний ефект досягається при використанні слабо концентрованих суспензій гашеного вапна та при розвитку на коренеплодах грибкової інфекції. У випадку домінування розвитку бактеріальної мікрофлори на коренеплодах обробіток їх вапном є невиправданим, оскільки це сприятиме більш швидкому загниванню коренеплодів. Недоцільним також є вапнування підв'ялених коренеплодів, що також сприятиме розвитку бактеріозів. Проте це не повинно бути причиною відмови від вапнякової обробки поверхні кагатів для захисту буряків від сонячної радіації.

Коренеплоди, призначені для середніх та тривалих строків зберігання, з наявними слабо обрізаними головками, генеративними вічками та залишками листових черешків, тобто схильних до проростання, рекомендується обробляти 1%-ним розчином ГМК-На (натрієва сіль гідрозиду малеїнової кислоти) з витратою робочої рідини 3-4 л/т. Даний препарат характеризується вираженою інгібіторною дією. Необхідне суворе дотримання вказаного дозування, оскільки недотримання її посилює процеси загнивання та зменшує стійкість коренеплодів. Не рекомендується обробляти підв'ялені коренеплоди.

Серед речовин із тривалою захисною дією від патогенної мікрофлори певний інтерес представляють фенольні сполуки. Згідно з рекомендаціями по використанню фенольних речовин при зберіганні цукрових буряків обробку коренеплодів 0,3%-ним розчином пірокатехіну або гідрохінону при витраті робочої рідини 3-4 л/т здійснюють при укладанні буряків в катати. Обробляють коренеплоди, які зберігатимуться в кагатах не менше 1,5-2 місяці і будуть перероблені в кінці виробничого циклу. На відміну від інших препаратів фенольні сполуки менш вибагливі до режимів обробки: вони не виявляють негативної дії на коренеплоди при випадковому порушенні концентрації розчину та його витрати.

В залежності від поточних погодних умов, строків зберігання та якості сировини вибір того чи іншого препарату можна здійснювати у відповідності до наступних рекомендацій:

- буряки вересневих строків збирання, призначені для середніх строків зберігання в умовах помірної та теплої погоди тургорні (без домішок підв'ялених коренеплодів), з високим зрізом головок коренеплодів ГМК-На тургорні, з низьким зрізом головок коренеплодів ВОС з домішками підв'ялених та підвищеним вмістом механічно сильно ушкоджених коренеплодів Пірокатехін
- буряки жовтневих строків збирання, призначені для тривалого зберігання

тургорні, з високим зрізом головок коренеплодів ГМК-На, ВОС тургорні, з низьким зрізом головок коренеплодів Пірокатехін, ВОС з підвищеним вмістом механічно сильно ушкоджених коренеплодів Пірокатехін, ВОС з домішками слабо підв'ялених та підвищеним вмістом механічно сильно ушкоджених коренеплодів Пірокатехін

Ефективним засобом захисту буряків від перегріву в сонячну та суху погоду є систематичне (через кожних 2-3 год.) легке зволоження поверхні кагатів з періодичним відновленням на них вапнякової плівки за допомогою тракторних оприскувачів.

Забілювання вапняковим молоком збільшує віддзеркалену поверхню кагатів, а зволоження - зменшує надходження в кагат теплової енергії. Розрахунки показують, що при витраті води приблизно 2 л на 1 м³ поверхні повністю відсутня передача теплоти сонячної радіації у внутрішні шари кагату на протязі 2-3 год. Важливо при цьому не допустити потрапляння надлишкової води у внутрішні шари кагату, так як при високій температурі вона викликатиме посилення мікробіологічних, процесів. Даний захід знижує втрати цукру у зовнішньому шарі коренеплодів товщиною 20-25 см у 3,3-3,8 рази порівняно із одноразовим забілюванням.

Для забезпечення більш сприятливих та близьких до оптимальних вологотемпературних умов зберігання буряків, їх стабільності катати повинні бути захищені від впливу зовнішніх метеорологічних факторів за допомогою теплоізоляційних матеріалів (загороджуючих конструкцій). Теплообмін культивацийних споруд, а відповідно і кагатів цукрових буряків здійснюється в основному через зовнішні поверхні загороджуючих конструкцій. При цьому загороджуючими конструкціями кагатів можуть слугувати теплоізоляційні матеріали (рогозяні мати, щити, рулонна поліетиленова панель із вставкою із льняної костри, карбамідоформальдегідний пінопласт) або сам зовнішній шар коренеплодів (товщиною до 0,5 м) незахищених кагатів.

Контроль за цукровими буряками під час зберігання. Під час закладання цукрових буряків на зберігання в катати встановлюють кагатні термометри із розрахунку один термометр на:

- 1) 200-300 т буряків при висоті кагату до 3 і ширині 8-12 м;
- 2) 400-500 т при висоті кагату 3-4 і ширині 12-16 м;
- 3) 600-1000 т при висоті кагату 5-6 і більше і ширині 18-30 м.

Температуру в кагатах вимірюють один раз на добу з 8 до 10 год., а зовнішнього повітря - 4 рази на добу: в 0, 6, 12 і 18 год. Підвищена температура в кагаті, не зумовлена підвищенням температури зовнішнього повітря, свідчить про виникнення дільниць нагрівання і можливість, ураження буряків. Катати необхідно ретельно

оглядати кожного ранку. Підвищення температури, поява мокрих гатям на поверхні кагатів та виділення водяної пари свідчать про наявність уражених ділянок. Уражені буряки заміняють на оброблені вапняною пушонкою. З великих уражених ділянок буряки вибирають грейферним краном або вирізають тракторним навантажувачем.

Для визначення стану буряків у кагатах і черги їх здачі на переробку необхідні фітопатологічні обстеження. Перше обстеження проводять на 10 листопада, друге – на 1 січня, третє - на 1 березня (при наявності буряків на кагатному полі). Позачергове обстеження проводять при незадовільному зберіганні буряків. Обстеження проводять із розрахунку один аналіз на 10 тис. т буряків. При місткості кагату більше 2 тис. т обстежують кожний кагат. Для аналізу відбирають три проби (по 100 коренів кожна) із колодязів глибиною 1,5 м від верху кагату. На глибині 0,1-0,5 і 0,5-0,9 м відбирають по 20 коренів, на глибині 0,9-1,5 м - 60 коренів. У кагатах висотою більше ніж 5 м вибирають колодязь глибиною 1,75 м на 60 коренів на глибині 1,20-1,75 м, і колодязі глибиною 2,75 м з відбором 60 коренів на глибині 1,2-2,75 м. Колодязі розміщують так: довжину верхньої площадки умовно ділять навпіл. По лінії розподілу вибирають один колодязь, два інші - на відстані 1 м від бічних поверхонь. В пробах визначають: показники якості, кількість загнилої тканини і цукристість. Якісні показники обчислюють як середньоарифметичні за групами та середньо-динамічні для бурякоприймального пункту та заводу.

Визначення зміни маси цукрових буряків (усушки) за сітчастими пробами

Для визначення зміни маси цукрових буряків при зберіганні в кагатах у них закладають контрольні сітки з пробами коренів по 6-10 кг кожна з розрахунку одна сітка на 300-500 т буряків, але не менше ніж шість сіток в одному перерізі кагату. Сітки плетуть з капронової нитки або просмоленого шпагату. Місце розміщення сітчастої проби позначають відповідним номером. Ці номери мають вигляд дробу: у числівнику цифри 1-6, у знаменнику букви. У першому перерізі номер сітки позначають одним штрихом, у другому - двома. Знаменник дробу - буквене позначення місця розміщення сітки: 0,5-м від фундаменту кагату - «0», у верхній частині «В», на бічній поверхні на глибині 0,5 м - «Б», у нижньому куту перерізу - «У», у центрі кагату - «Ц», у проміжній точці - «П». Отже, у першому перерізі кагату сітки позначають: 1/В'; 2/У'; 3/П'; 4/У'; 5/0' і 6/Б'. У другому перерізі - ті самі позначення із двома штрихами. Сітчасті проби коренів розміщують так: п'яту сітку на відстані 0,5 м від нижнього фундаменту на половині ширини кагату, шосту - на половині висоти кагату і на відстані 0,5 м під бічної поверхні. Останні сітки розміщують по діагоналі перерізу кагату через однакові проміжки на відстані 1 м від початку і

від кінця діагоналі.

Для формування сітчастих проб у кожному перетині відбирають одну велику середню пробу на різній висоті кагату. З цієї проби утворюють вісім однорідних проб, шість із них закладають у сітки, а дві направляють на аналіз. У кагаті місткістю до 2 тис. т закладають проби в одному перерізі по середині кагату. В кагати від 2 до 4 тис. т - у двох перерізах на відстані, що дорівнює 1/4 довжини верхньої поверхні з двох боків кагату. В кожні наступні 2 тис. т закладають шість сіток в одному перерізі. До кожної сітки прикріплюють дротом фанерну етикетку, яку виводять на поверхню кагату і прив'язують до кілочка. Другу етикетку вміщують всередину сітки. Зміну маси цукрових буряків у кагаті визначають як середнє арифметичне з усіх сітчастих проб. Визначене зменшення маси (%) поширюється на масу всіх буряків при закладці.

Визначення втрат маси буряків і сахарози з відходами землевивідних конвеєрів бурякоукладачів.

Пробу відходів масою 8-10 кг вибирають совковою лопатою з різних місць насипу (купи), що утворився при вивантаженні відходів. Пробу ретельно перемішують, вміщують у сухий і чистий зважений таз і зважують. Потім переносять на піддон, вибирають бурякову масу, за винятком хвостиків і бічних корінців, діаметром 1 см і менше. Вибрану бурякову масу переносять у той самий таз і знову зважують. Масу бурякової маси виражають у процентах від маси проби.

Практична частина

Сумарні втрати цукру при зберіганні коренеплодів, залежно від пошкодження коренеплодів, визначають, користуючись даними середньодобових втрат цукру, які наведено в таблиці нижче. Для розрахунків використовують формулу:

$$B_{\text{ч}} = M_n \times K \times \frac{T}{2}$$

де $B_{\text{ч}}$ – сумарні втрати цукру за розрахунковий період, т; M_n - маса коренеплодів на початок розрахункового періоду, т; K – показник середньодобових втрат, % (табличні дані); T - тривалість розрахункового періоду, днів.

Середньодобові втрати цукру при прямій поляриметрії (% до маси буряків) при зберіганні коренеплодів із вмістом механічно пошкоджених залежно від групи заводів:

Місяць	До 1,0%			1,1-3,0%			3,1-8,0%		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Вересень	0,007	0,009	0,012	0,008	0,011	0,013	0,010	0,013	0,016
Жовтень	0,006	0,007	0,008	0,008	0,008	0,009	0,008	0,008	0,009
Листопад	0,006	0,007	0,008	0,007	0,008	0,009	0,008	0,008	0,009
Грудень	0,006	0,007	0,008	0,007	0,008	0,010	0,010	0,011	0,013
Січень	0,006	0,007	0,009	0,008	0,008	0,011	0,013	0,014	0,016

I - група - Волинь, Тернопіль, Львів, Рівне, Івано-Франківськ, Хмельницький, Вінниця, Київ, Житомир, Чернівці, Черкаси, Чернігів.

II - група - Луганськ, Полтава, Суми, Харків, Дніпропетровськ.

III - група - Одеса, Миколаїв.

Лабораторна робота № 6

Будова і хімічний склад цукрових буряків

Мета роботи: вивчити та замалювати анатомічну будову коренеплодів, ознайомитись із хімічним складом коренеплодів цукрових буряків.

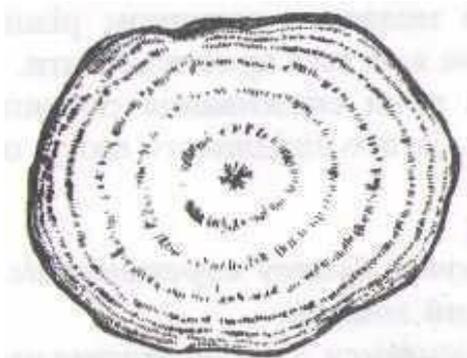
Завдання для самостійної роботи: Розглянути будову коренеплодів цукрових буряків, занотувати в робочий зошит. Ознайомитися з особливостями хімічного складу коренеплодів цукрового буряку і занотувати їх в робочий зошит.

Теоретична частина.

Коренеплоди цукрових буряків мають частіше всього конічну форму з двома вертикальними борозенками, з яких виростають тонкі корінці з кореневими волосками завдяки яким рослини отримують із ґрунту вологу та поживні речовини. Корінці поширюються в ґрунті на глибину до 1,5-2,0 м, охоплюючи бічними корінцями зону до 2 м².

Маса коренеплоду складається із великої кількості мікроскопічних клітин, серед яких виділяють: щільні, опробковані, не проникні для вологи, клітини, які складають верхню захисну шкірку коренеплоду (епідерміс); клітини, що утворюють судинні пучки (провідна тканина), по яких волога та поживні речовини із листків направляються до листків, а цукор та інші речовини із листків – до коренеплоду; клітини паренхімної тканини - в них нагромаджується і зберігається основна маса бурякового цукру, в якому міститься цукроза та всі інші розчинні у воді речовини.

На поперечному розрізі коренеплоду цукрових буряків помітні кільця, по межі котрих розташовані судинно-волокнисті пучки. Таких кілець у коренеплодів буває 10-12 та більше. Чим більше та густіше вони розташовані, тим вища цукристість буряків. Самими молодими є периферійні кільця судинних пучків, і самими старими - центральні.



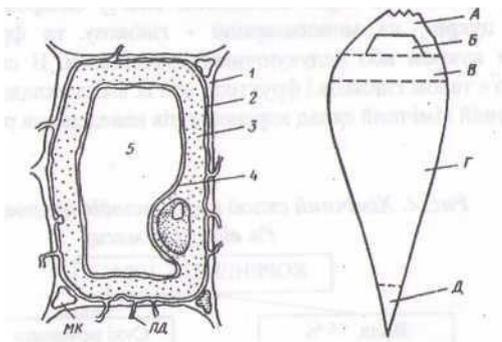
Поперечний розріз коренеплоду цукрового буряку

Паренхімна тканина в масі коренеплоду перемежується з витягнутими

клітинами судинних пучків та луб'яних волокон, надаючи йому міцності та пружності.

В цукрових буряках більша частина цукрози знаходиться в клітинах паренхімної тканини, менша - в клітинах провідної тканини (флоємі та ксилемі).

Проникність клітинних стінок залежить від проникності протоплазми, яка складається із пектиново-целюлозної оболонки 1, ліпопротеїдної мембрани 2, прилеглої до оболонки клітини, цитоплазми 3, тоношіасти 4, розташованого на межі вакуолі 5. Протоплазма являє собою напівпроникну оболонку, яка пропускає через себе воду і не пропускає із клітини розчинені в соковій речовині. Основний опір проникненню речовин в клітину та виходу з неї створюють мембрани, які оточують цитоплазму та включені в неї органели. Тому швидкість дифузії речовини в живій рослинній клітині на кілька порядків нижча, ніж в чистих рідинах. Щоб зруйнувати мембрани та полегшити екстрагування цукрози із стружки, її підігрівають до температури денатурації білків (вище 60°C). Білок звертається і в оболонці клітини відкриваються пори та тріщини, які забезпечують екстрагування цукрози та інших розчинених речовин із соку клітини через її стінки в оточуюче середовище.



Клітина паренхімної тканини буряків та частина коренеплоду цукрових буряків

Орієнтовний вміст сахарози

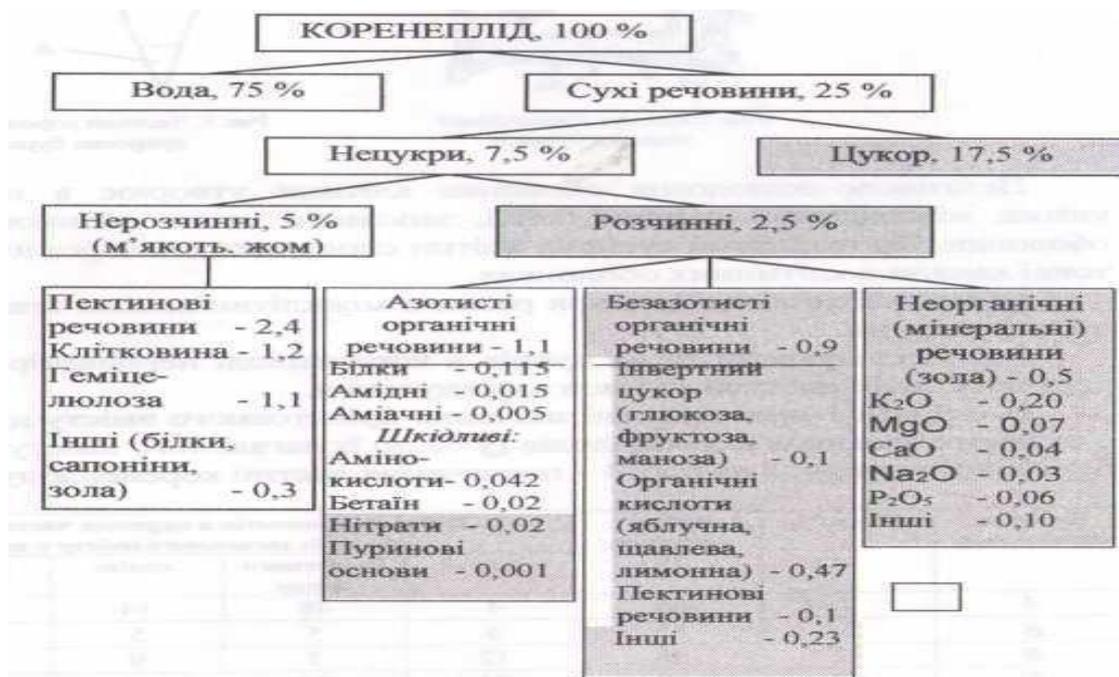
Частини коренеплоду	Маса, %	Доброякісність, %	Вміст компонентів в окремих частинах коренеплоду, % до їх загального вмісту в коренеплодах				
			цукрози	інверсного цукру	калію	натрію	«шкідливого» азоту
А	7	66	4	48	14	29	12
Б	5	82	4	5	5	5	13
В	12	88	12	7	9	9	16
Г	69	89	74	35	64	52	54
Д	7	84	6	5	8	5	5

Пектиново-целюлозна оболонка клітини утворює в куточках суміжних клітин міжклітинні пустоти (МК), заповнені газом, рідиною або речовинами оболонки. Протоплазми сусідніх клітин сполучаються через плазмодесми (ПМ) - тонкі канали в клітинних оболонках.

Об'єм клітинних оболонок разом з міжклітинниками становить 5-7% всього об'єму клітини.

Розподіл цукрози та не цукрів в коренеплоді нерівномірний і залежить від сортових особливостей та умов вирощування.

Останнім часом у виробництві запроваджується сертифікація цукросировини. Вона визначається за вмістом в коренеплодах золи (неорганічних нецукрів). Дослідження показали, що чим більше цукру в буряках, тим менше в них золи, наявність якої є однією з головних причин втрат цукру в мелясі. На одну частину золи втрачається п'ять частин цукру. Зола буряків містить до 42 % калію, 15 фосфору, по 13 % натрію і кальцію. Порушення співвідношення між калієм і натрієм (оптимальне 3:1) спричинює зниження натуральної лужності бурякового соку. Він стає кислим, легко розчиняється цукор з утворенням нових нецукрів (шкідливий азот, інвертний цукор). Під час зберігання коренеплодів кількість золи в них не змінюється, проте частка її в соку з часом збільшується через зменшення вмісту сахарози. Вона розщеплюється (інверсія цукрів) на моносахариди – глюкозу та фруктозу, які називають інвертним цукром або редукуючими речовинами. В свіжих буряках поряд із сахарозою є також глюкоза і фруктоза, але їх вміст складає лише 0,04-0,1 %.



Хімічний склад коренеплодів цукрових буряків, (% від сирової маси)

Основними речовинами є вода і цукор. Сума їх являє константну (постійну) величину, яка становить близько 92-93% маси коренеплоду. У середньому в корені міститься 75 % води, 17,5 % сахарози і 7,5 % нецукрів.

Буряковий сік вміщує 20 % сухої речовини, в т. ч. 17,5 цукру та 2,5% розчинних нецукрів.

Цукри / нецукри. Співвідношення між цукром і нецукрами в сухій масі коренеплоду є якісним відображенням зв'язку між двома процесами - наростанням маси та нагромадженням цукру. Якщо співвідношення складає 2:1, 3:1 (цукри до нецукрів), то це свідчить про оптимальне поєднання розміру коренеплоду і його цукристості, а також характеризує стан фізіологічної стиглості останнього. Якщо співвідношення менше 2, це є ознакою незавершеності ростових процесів, тобто коренеплоди не досягають своєї стиглості.

Зола K:Na. Спостереження показали, що чим більше цукру в буряках, тим менше в них золи, яка спричиняє втрати цукру в мелясі. Зола буряків містить до 42 % калію, 15 фосфору, по 13 % натрію та кальцію. Порушення співвідношення між калієм та натрієм (оптимальне 3:1), зменшення при цьому калію і підвищення хлору, спричинюють зниження натуральної лужності бурякового соку. Він стає кислим, в ньому легко розчиняється цукор з утворенням нових шкідливих нецукрів (шкідливий азот, інвертний цукор).

Клітковина. Вміст клітковини (целюлози) в буряках складає 24 % маси м'якоті. В цвітушних коренеплодах її вміст різко підвищується, що погіршує їх якість. Найбільше клітковини в головці та кінчику цвітушних буряків. Тому вони погано ріжуться, стружка виходить груба та мичкувата, з неї важко виділити цукор. Через це кондиції цукросировини обмежуються наявністю цвітушних коренів до 1 % (в Прибалтиці до 3 %) маси буряків. У цвітушних буряків цукристість значно менша, більше інвертного цукру та шкідливого азоту, порушене співвідношення калію і натрію, що погіршує їх якість.

Азот Про якість сировини свідчить вміст в соку азотистих органічних речовин. Азот коренеплодів поділяють на білковий, амідно-аміачний і шкідливий. Останній не виділяється з соку і близько 90 % його переходить в патоку. Патока або меляса є розчином різних нецукрів, насиченого цукром близько 50 %, який не вдається кристалізувати.

В засушливі роки споживання рослинами азоту збільшується, а тому коренеплоди містять багато шкідливого азоту, що значно підвищує вихід патоки.

Лабораторна робота № 7
Характеристика методів хіміко-технологічних аналізів

Мета роботи: Ознайомитись із хіміко-технологічним аналізом буряків цукрових, вивчити характеристику методів визначення вмісту сахарози

Завдання для самостійної роботи: Розглянути основні методи хіміко-технологічних аналізів цукрового виробництва та занотувати їх в робочий зошит.

Теоретична частина

Визначення вмісту води. Вміст води при проведенні хіміко-технічного контролю цукрового виробництва визначають у сировині, готових продуктах та відходах.

За міцністю і характером зв'язку з речовиною розрізняють конституційну, координаційну, кристалізаційну, гігроскопічну, оклюзійну, колоїдну, адгезійну та капілярну воду. У пробах цукрового виробництва наявні всі названі форми води

Вміст води в продуктах цукрового виробництва визначають такими методами:

- висушуванням до сталої маси;
- дистиляцією;
- методами, що ґрунтуються на взаємодії води з реактивами (карбідний, Фішера).

Визначення вмісту істинних(сухих) речовин. Загальна оцінка якості буряків, соків і продуктів, їх доброякісності у контролі цукрового виробництва вимагає визначення поряд з вмістом сахарози і загального вмісту сухих речовин. Таке визначення проводять:

- висушуванням речовини, яку досліджують; при цьому дістають вміст їж званих істинних сухих речовин;
- непрямим способом (за густиною, за коефіцієнтом рефракції тощо); при цьому дістають вміст так званих видимих сухих речовин, який за величиною завжди перевищений.

Вміст істинних сухих речовин визначають висушуванням з кварцовим піском, з паперовими роликками або ліофільною сушкою.

Висушування з кварцовим піском. Соки, сиропи, утфелі і витоки висушують за допомогою якого-небудь розпушувача, найчастіше промитого і прожареного піску.

Висушування проводиться так: у порцелянову чашку діаметром 80 мм вносять 25 г промитого і прожареного піску. Пісок, як звичайно, зберігають у склянці з притертою пробкою. В наважку піску вмішують скляну паличку

довжиною близько 50 мм і все це разом висушують при температурі 110 °С до сталої маси. Потім додають 4-5 г продукту, що досліджується, старанно перемішують масу з невеликою кількістю гарячої води і, вмістивши чашку в сушильну шафу, висушують матеріал, що досліджується, до сталої маси.

За результатами зважування обчислюють вміст сухих речовин у процентах до вихідної маси матеріалу, який аналізують.

Видимі сухі речовини – це сухі речовини, вміст яких визначають не висушуванням, а за густиною або коефіцієнтом рефракції (променезаломлення) розчину. Це поняття є умовним, оскільки воно відображує лише приблизний вміст сухих речовин. Саме визначення виконується швидко і тому досить зручне для контролю продуктів цукрового виробництва.

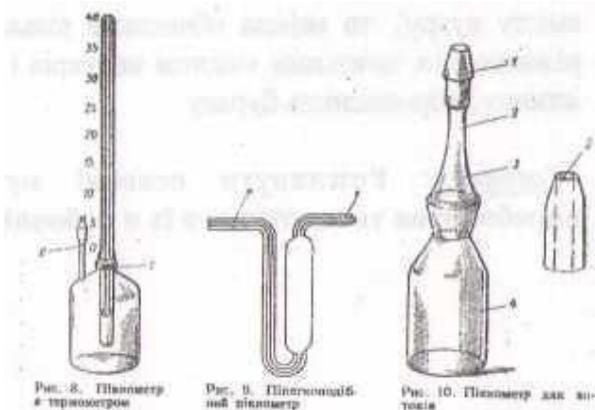
Нецукристі речовини впливають на густину розчинів інакше, ніж цукор, тому користуватися таблицею для цукру для визначення істинної маси сухих речовин за густиною неможливо.

Вміст сухих речовин, обчислений за густиною з таблиці для цукру, дає лише величину, що наближається до вмісту істинних сухих речовин.

Встановлено, що чим менше міститься в розчині домішок нецукрів, тим менша різниця між вмістом видимих і істинних сухих речовин, і вона зовсім зникає в розчинах хімічно чистого цукру. Оскільки нецукристі речовини збільшують густину розчину більшою мірою, ніж цукор, то вміст видимих сухих речовин завжди більший, ніж вміст істинних

Визначення густини рідин

Пікнометр. Пікнометричне визначення густини рідин є найточнішим методом. Для вимірювання видимої густини $d_{\frac{20}{20}}$ використовують пікнометри різних типів. Вони мають вигляд колб з вузьким горлом або видозмінених піпеток. Об'єм цих посудин визначають зважуванням у них якої-небудь рідини з певною густиною (найчастіше води).



Пікнометри

Ареометр. Найпростішим, але найменш точним методом визначення

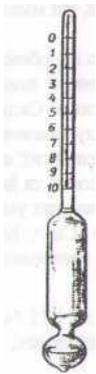
густини розчинів в умовах виробництва є *ареометричний метод*. У цукровому виробництві застосовують ареометри, які занурюються на різну глибину залежно від густини розчину. Вимірювання густини ареометром, як і гідростатичними терезами, базується на законі Архімеда

Ареометр дає тим точніші показники, чим менший діаметр його шийки (проградуваної) і більша маса. У цукровому виробництві застосовують спеціальні ареометри із шкалою, проградуваною для цукрових розчинів, так звані цукроміри, або ареометри Брікса. Звичайними ареометрами (денсиметрами) в цукровому виробництві користуються, наприклад, для визначення густини вапняного молока. Ареометри-цукроміри проградувані так, що в чистих цукрових розчинах вони вказують безпосередньо масові частки цукру, а в нечистих цукрових розчинах – масову частку видимих сухих речовин.

Визначення вмісту сахарози

Рефрактометр. В цукровому виробництві для визначення вмісту цукру в чистих цукрових розчинах і видимих сухих речовин у нечистих цукрових розчинах використовують рефрактометрію. Цей метод оснований на визначенні показника заломлення.

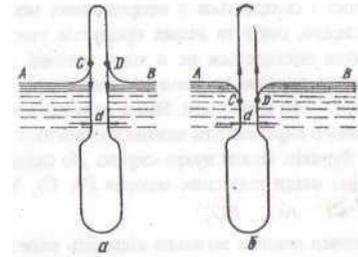
Величина показника заломлення, як і густина розчину, залежить від концентрації останнього, а також від температури середовища і довжини хвилі.



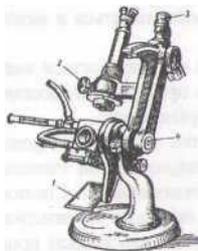
Ареометр (цукромір)



Ареометр (цукромір) з термометром



Вплив поверхневого натягу на покази ареометра



Універсальний рефрактометр

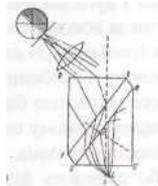
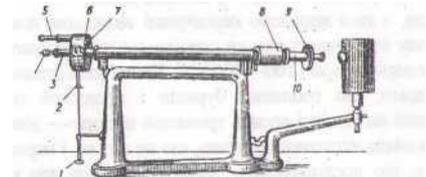


Схема ходу променів в універсальному рефрактометр



Зовнішній вигляд цукрометра з подвійною клинковою компенсацією

Відомі чотири групи методів визначення вмісту сахарози:

1. Інструментальне визначення (поляриметрія).
2. Хімічні методи, основані на використанні хімічних властивостей сахарози або продуктів її розкладання (редукційне визначення після інверсії, гравіметричний метод, колориметрія з молібденовим синім, камфорою, йодометрія тощо).
3. Розподільні методи (варіанта хроматографії, ізотопне розбавлення).
4. Якісне визначення (реакція Молила з анафтолом).

Поляриметричний метод аналізу оснований на вимірюванні кута обертання площини поляризації світла, що пройшло крізь оптично активне середовище.

Поляриметричним методом можуть бути досліджені тільки оптично активні речовини. Якщо крізь шар такої речовини проходить поляризований промінь, то площина поляризації променя, що вийшов, обертається на деякий кут, що називається кутом обертання гліютини поляризації.

Залежно від напрямку обертання площини поляризації розрізняють правообертаючі (+) і лівообертаючі (-) речовини. До правообертаючих речовин належать, наприклад, сахароза, глюкоза, до лівообертаючих – фруктоза.

Для визначення вмісту сахарози в розчинах застосовують спеціальні **поляриметри** – так звані цукрометри. Вони побудовані з урахуванням принципу кварцової компенсації. В цукрометрі аналізатор встановлено на напівтемряву відносно поляризатора і закріплено нерухомо. Якщо між поляризатором і аналізатором розмістити цукровий правообертаючий розчин, то для визначення кута питомого обертання не повертають аналізатор, а використовують пластинку лівообертаючого кварцу, яку встановлено між аналізатором і поляризатором; товщину пластинки підбирають так, щоб вона компенсувала праве обертання, викликане наявністю сахарози в розчині, і в аналізаторі можна було б знову побачити напівтемряву, як і спочатку.

Визначення вмісту неорганічних речовин у продуктах цукрового виробництва. У хіміко-технічному контролі цукрового виробництва визначення доброякісності буряків, цукру-сирцю, соків та інших продуктів може бути лише орієнтовним фактором для оцінки їх якості. При ньому кількісний та якісний вплив окремих нецукрів, які входять до складу продукту, що досліджується, залишається невиясненим. Визначення кількості окремих груп нецукрів, які містяться в продуктах цукрового виробництва, дає повну їхню характеристику.

Сухий залишок, що утворюється після спалювання буряків і продуктів цукрового виробництва, навивається золою і складається з неорганічних нецукристих речовин. При спалюванні наважки буряків, цукру-сирцю, соків та

інших продуктів утворюється так звана карбонатна зола. Складові елементи цієї золи знаходяться не в тому вигляді, в якому вони входять до складу спалюваної речовини. Органічні складові частини речовин, згоряючи, перетворюються на вуглекислий газ, а солі органічних кислот – на карбонати. Вміст зольних елементів у буряках, цукрі-сирці, соках та інших продуктах цукрового виробництва значно коливається і залежить від кліматичних і ґрунтових умов, а також від сорту буряків, якості цукру-сирцю. До складу золи входять катіони K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} та ін.; сліди рідкісних металів Pb, Cu, V, які лише частково зв'язані з мінеральними аніонами: SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , PO_4^{3-} .

За довідковими даними загальна кількість золи в буряках коливається від 0,72 до 1,12 %, а в середньому – 0,94 % від загальної маси буряків. У буряках, що вирощуються в нашій країні, золи міститься дещо менше, ніж у західноєвропейських сортах, приблизно – 0,5-1 %.

Склад золи приблизно такий, % від загальної маси: K_2O – 55,0, P_2O_5 – 11,0, Na_2O – 8,9, SO_3 – 4,0, CaO – 6,1, SiO_2 – 2,0, MgO – 7,9, ClO – 4,0, Fe_2O_3 – 1,1.

Решта елементів містяться в незначних кількостях, а рідкісні метали – у вигляді слідів.

Зола, з якої видалено нерозчинні випадкові домішки і вуглекислий газ, називається **чистою**. Чисту золу визначають тільки спеціальними дослідженнями за допомогою приладу Гей-Люссака або прожарюванням при 1100-1200 °С. Чиста зола становить близько 61 % карбонатної.

Відомо, що озолення буряків і продуктів цукрового виробництва при безпосередньому спалюванні на повітрі досить тривалий процес – для нього необхідно близько 3-5 год. Розплавлена зола обволікає часточки вуглецю, що не згорів, і перешкоджає повному спалюванню їх. Спалювання продукту, що досліджується, треба проводити при наявності реактивів, які діють як окислювачі і переводять всі неорганічні елементи у відповідні солі або змінюють фізичні властивості продукту так, що процес озолення прискорюється. Звичайно спалювання проводять при наявності H_2SO_4 , $H_2C_2O_4$ тощо.

Визначення вмісту органічних нецукрів.

Усі органічні нецукри буряку, цукру-сирцю, соків і продуктів цукрового виробництва ж розчинні, так і ті, що перебувають у колоїдному стані, поділяють на дві групи: азотисті і безазотисті. Загальний вміст рослинних органічних нецукрів у буряку становить 2,2-2,5 % їх маси, з них азотистих речовин від 1 до 1,5 %, у цукрі-сирці – відповідно 1,5-1,9%.

Визначають вміст окремих органічних нецукрів за групами, які характеризуються специфічними ознаками. Наприклад, вміст органічних речовин, в молекулах яких міститься азот у різних формах, визначається за вмістом азоту; вміст окремих груп пектинових речовин – за кількістю

галактуронової кислоти або Са-пектагу, вміст редуруючих речовин – за вмістом інвертного цукру; окремі представники нецукрів у колоїдному стані визначаються в загальній формі у вигляді колоїдів і, нарешті, визначають м'якість буряку. Вважають, що кількість органічних кислот у буряку тим більша, чим більше в ньому солей кальцію.

Визначення вмісту азотистих речовин

Азотисті речовини буряку, соків і продуктів цукрового виробництва визначають у двох формах азоту: бітовому і небілковому. Приблизно 55-60 % азотистих речовин буряку складаються з білків; білкові речовини – це сполуки, побудовані із залишків амінокислот, сполучених пептидним зв'язком –CO–NH–.

З білків до складу буряку входять протеїни, протеїди і продукти розщеплення білків – пептони, альбумози тощо. **До небілкових азотистих речовин належать:**

- 1) амідні кислот – аспарагін і глютамін;
- 2) сполуки аміаку;
- 3) амінокислоти – глютамінова, аспарагінова, лейцин, тирозин тощо;
- 4) органічні і ксангинові основи, що містять групу – N(CH)₃ (триметиламін), бетаїн, холін, пурін і ксантин;
- 5) нітросполуки – продукти заміщення водню у вуглеводнях на нітрогрупу –NO₂.

Білкові речовини майже повністю видаляються з соку в процесі дифузії і дефекосатурації, коагулюють і видаляються з фільтр-пресним брудом, тому вони нешкідливі для цукрового виробництва. Амідні та аміачні сполуки також розкладаються під час випарювання, зумовлюючи сильне зниження лужності. Інші азотисті сполуки при існуючих способах очистки не можуть бути видалені із соку, і їх наявність у розчині спричинює збільшення виходу меляси. Ці речовини шкідливі для виробництва.

Амідний та аміачний азот слід було б також віднести до шкідливого, оскільки замість нього утворюються кальцієві солі органічних кислот, шкідливі для виробництва. Тому поняття «шкідливий» азот включає відмінність між азотом загальним і білковим. Щоб умовно визначити вміст білкових речовин, потрібно кількість азоту в білках помножити на 6,25. Для визначення вмісту азотистих речовин різних груп придатного способу поки що немає.

Визначення вмісту м'якоті і целюлози в буряку

Речовини буряку, нерозчинні в соку, називають м'якоттю. М'якоть в основному складається з органічних речовин. **Склад м'якоті, наприклад, може бути таким, %:** целюлоза – 24; пектини – 50; геміцелюлоза – 23; білок – 2; зола – 1.

Наведені дані показують, що половину м'якоті становлять пектини, які при нагріванні з водою частково переходять у розчинний стан у вигляді

гідратопектину. Геміцелюлоза не розчиняється в гарячій воді але при наявності розбавленого розчину соляної кислоти (1,0-1,5 %) при кипінні гідролізується і переходить у розчин, розкладаючись на гексозани і пентозани. На клітковину не діють ні гаряча вода, ні розбавлені розчини кислот і лугів, вона є найстійкішою. Отже, м'якоть не можна розглядати як абсолютно нерозчинну у воді речовину. Залежно від умов видужування і від величини часточок (грубоподрібнений буряк або тонка мезга) можна дістати ту або іншу кількість м'якоті, Тому рекомендують такий метод визначення кількості м'якоті який наближається до умов висолоджування під час дифузії. При цьому можна дістати м'якоть за складом більш близьку до жому.

Якщо відомі кількість м'якоті і загальна кількість нецукрів буряку (істинні сухі речовини без вмісту цукру), то можна обчислити кількість нецукрів, які знаходяться в розчинному стані, як різницю між загальним вмістом нецукрів і вмістом м'якоті. На основі цих даних можна визначити істинну доброякісність буряку.

Лабораторна робота № 8

Ознайомлення із загальною схемою технологічного процесу виробництва цукру

Мета роботи: Ознайомитись із загальною технологічною схемою отримання цукру-піску із коренеплодів цукрового буряку та схемою подачі коренеплодів в переробне відділення.

Завдання для самостійної роботи: Розглянути та замалювати загальну технологічну схему отримання цукру-піску із коренеплодів цукрового буряку. Розглянути та замалювати схему подачі коренеплодів в переробне відділення.

Теоретична частина.

Виробництво цукру із буряків складається із наступних основних стадій:

- подача буряків в завод та очищення від домішок (грунту, піску, залишків гички) (*бурякопереобне відділення*);
- різка буряків на стружку та отримання дифузійного соку (*бурякопереробне відділення*);
- очищення бурякового дифузійного соку вапном, двоокисом карбону від нецукрів та згущення соку випарюванням до щільності сиропу (*сокоочисне відділення*);
- виділення сахарози із сиропу шляхом кристалізації (*продуктове відділення*);
- відділення цукру-піску від міжкристалічного розчину (*продуктове відділення*);
- висушування та пакування цукру (*продуктове відділення*).

Допоміжними технологічними операціями, які здійснюються в безперервному циклі є:

- отримання вапна та вапнякового молока;
- отримання сатураційного (CO_2) та сульфітаційного (SO_2) газів;
- пресування, сушка та брикетування жому (не обов'язково).

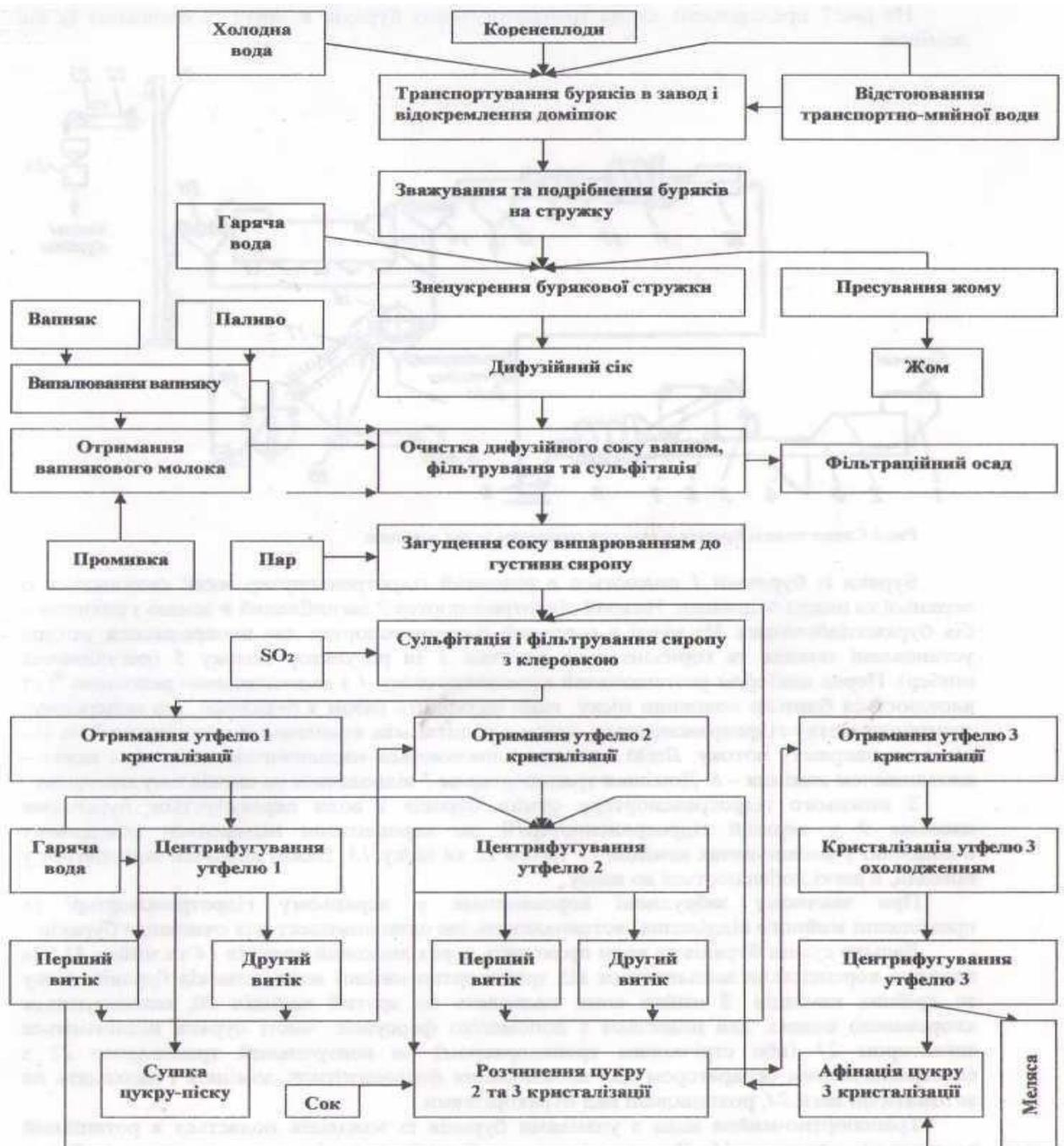
Типовою схемою виробництва цукру-піску є технологічна схема з безперервним видаленням сахарози з бурякової стружки; пресуванням жому та поверненням в дифузійну установку всієї жомо-пресованої води; вапняно-вуглекислотою очисткою дифузійного соку; трьома кристалізаціями та афінацією цукру 3-ої кристалізації.

Основні технологічні параметри та характеристики цукрового заводу потужністю 6 тис, тон/добу.

Коренеплоди транспортуються в завод по двох гідротранспортерах. Для мийки коренеплодів встановлюються дві мийні машини. Видалення цукру із бурякової стружки здійснюється в двох похилих шнекових дифузійних апаратах.

Для загущення соку використовується чотирьохступінчаста випарна установка із концентратором загальною площею поверхні нагріву 18600 м². Кристалізація цукру проводиться у вакуум-апаратах місткістю по 80 тон утфелю, розділення утфелю на кристалічну масу та витоки – в періодично діючих центрифугах. Цукор висушують в двох сушильних установках.

Частина жому, віджатого до вмісту 20-22% сухих речовин може висушуватися і брикетуватися з добавками меляси та карбаміду, або жом, віджатий до 12-14% сухих речовин, транспортується в жомосховище.



Структурна схема отримання цукру-піску із цукрових буряків

буряковим насосом 9 у верхній гідротранспортер 10, де коренеплоди піддаються повторному очищенню у вловлювачах каміння 11 гички 12 та піску 13. Важкі домішки відводяться у відходи, а легкі добавляються до жому.

При значному забрудненні коренеплодів у верхньому гідротранспортері (в приміщенні мийного відділення) встановлюють ще один комплект для очищення буряків.

Дальше суміш буряків та води проходить через дисковий вододіл 14 та мийку 15. На вододілі коренеплоди звільняються від транспортно-мийної води, уламків буряків, піску та дрібних камінців. З мийки вони надходять на другий вододіл 20, споліскуються хлорованою водою, яка подається з допомогою форсунок. Чисті буряки піднімаються елеватором 21 (або стрічковим транспортером) на контрольний транспортер 22 з електромагнітним сепаратором для вловлювання феромагнітних домішок і надходять на автоматичні ваги 24, розташовані над бурякорізками.

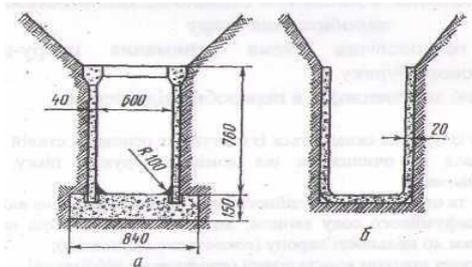
Транспортно-мийна вода з уламками буряків із вододілів подається в ротаційний вловлювач хвостиків 16. Виловлені уламки буряків виносяться гумовими шкребками ротору на сортувальний пристрій 17, який представляє собою прогумовану стрічку з рядами дрібних штирів, скочуються поміж штирями в мийку 19, а рослинні домішки піднімаються штирями вгору і скидаються на транспортер 18.

Відмиті уламки буряків подаються насосом в елеватор 21 і переробляються разом з буряками.

Для транспортування буряків із бурячної або сплавних площадок в завод використовують заглиблені в землю гідравлічні транспортери, які являють собою залізобетонні лотки прямокутного перерізу із округленими кутами і нахилом 15-18 мм на 1 метр довжини в бік бурякопідйомного механізму.

В залежності від потужності заводу прийнята наступна **ширина лотків гідротранспортеру**: 3 тис. – 600 мм; 4,5 тис. – 700 мм; 5-6 тис. – 800 мм.

Рівень потоку суміші води та буряків підтримують на висоті 400-450 мм від дна лотка швидкість потоку – 1,5-2,0 м/с. Витрата води на транспортування буряків становить 700-800% від їх маси.



Поперечний розріз гідротранспортерів: а - із збірного залізобетону; б - із суцільних бетонних лотків.

Лабораторна робота №9

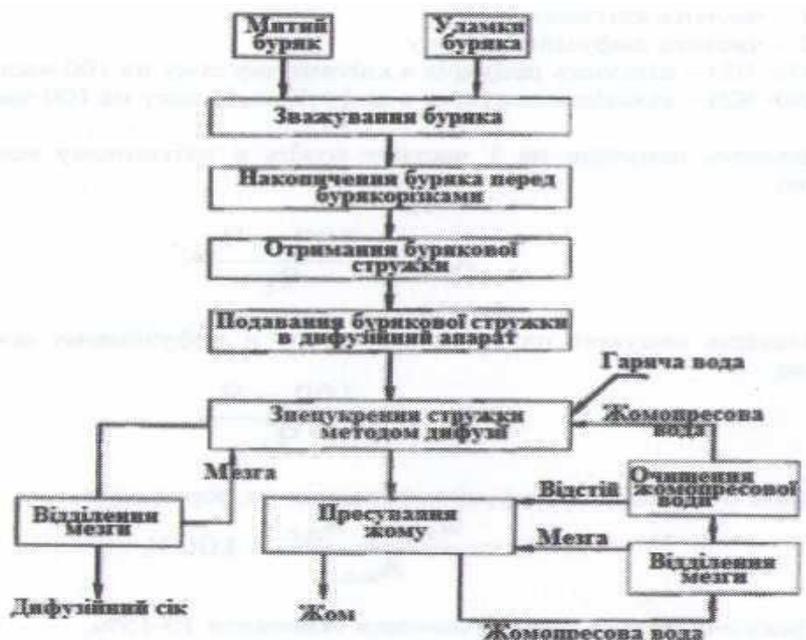
Технологічна схема процесу отримання дифузійного соку та способи контролю за процесами

Мета роботи: Вивчити технологічну схему процесу отримання дифузійного соку та способи контролю за процесами.

Завдання для самостійної роботи: Розглянути загальну технологічну схему бурякопереробного відділення та замалювати її у робочий зошит. Розглянути та занотувати процес отримання бурякової стружки та методи контролю за якістю. Розглянути та занотувати процес отримання дифузійного соку та методи контролю за ним.

Теоретична частина.

Загальна технологічна схема бурякопереробного відділення.



Структурна технологічна схема бурякопереробного відділення

Основними процесами у цьому відділенні заводу є: зважування буряка, отримання бурякової стружки на бурякорізках, отримання дифузійного соку в дифузійних апаратах.

Процес отримання бурякової стружки та методи контролю за якістю. Підготовлені до переробки буряки зважують на автоматичних порційних вагах. Показник цієї ваги служить основою всього хіміко-технологічного обліку на заводі. Наприклад, при відомій масі та цукристості буряків визначають кількість цукрози, що надійшла з буряком на завод.

Здрібнення буряків. Буряковий сік вичавлюють дифузійним способом

(екстракцією). Для більш повного переходу цукру у воду в процесі дифузії буряк ріжуть у стружку, щоб зруйнувати стінки клітин, в яких міститься буряковий сік. Для отримання бурякової стружки застосовують різальні машини – бурякорізки.

За конструкцією бурякорізки бувають відцентрові, дискові та барабанні. Найбільше поширення мають відцентрові бурякорізки. У *відцентрових бурякорізках* буряки потрапляють у простір, де обертається ротор, притискуються за рахунок відцентрової сили до ножів, встановлених у вирізках вертикального циліндричного корпусу, та ріжуться в стружку. Ножі закріплені нерухомо, їх можна замінити, не зупиняючи бурякорізки. У *дискових машинах* рухаються саме ножі, закріплені на горизонтальному диску, що обертається, а буряк лежить на диску нерухомо. У *барабанних машинах* ножі закріплені на стінках горизонтального барабана, що обертається, буряки знаходяться всередині барабана і утримуються від обертання спеціальним пристосуванням (притиском).

Геометричну форму буряковій стружці задають залежно від якості буряка та типу дифузійних апаратів, що використовуються в технологічному процесі. На дрібну ромбоподібну або квадратну стружку ріжуть здорові, непідв'ялі буряки. Товсту ромбоподібну, квадратну або пластовидну стружку отримують з підморожених, підгнилих буряків. При різанні буряків у стружку до 10 % рослинних клітин розриваються безпосередньо ножами, 20-30 % клітин у прилеглих шарах роздавлюються. Буряковий сік з цих клітин легко вимивається в дифузійному апараті. З неушкоджених клітин сік вичавлюють дифузією через стінки після денатурації білків протоплазми в клітинах.

Якість стружки оцінюється такими показниками:

- загальною довжиною 100 г стружки (число Сіліна);
- 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;

Для визначення поверхні екстрагування стружки визначають довжину 100 г стружки (**число Сіліна**). Наважка стружки 50 г розкладається на рифлений дощці довжиною 1 м. Кількість викладених на дощці метрів перераховується на 100 г стружки.

Щоб визначити **шведський фактор** стружки - відношення у пробі стружки маси стружки довжиною більше або дорівнює 5 см до маси стружки довжиною менше 1 см – зважують 100 г стружки на технічних терезах.

Відбирають і зважують стружку, довжина якої 5 см і більше, а окремо - стружку, коротшу 1 см. Зважують і обраховують відношення першої маси до другої. Від довжини 100 г стружки залежать площа поверхні поділу фаз між стружкою та екстрагентом та максимальний шлях, який проходять молекули сахарози під час екстрагування їх зі стружки в екстрагент, від середини стружки до її поверхні. Зі збільшенням довжини 100 г стружки збільшується поверхня поділу фаз та зменшується довжина максимального шляху, який проходять молекули сахарози від середини стружки до її поверхні. Таким чином для підвищення швидкості видобування сахарози зі стружки необхідно збільшувати довжину 100 г стружки.

Браком вважаються стружка довжиною менше 1,0 см, товсті частки неправильної форми та стружка, тонша ніж 0,5 мм.

Процес отримання дифузійного соку та методи контролю за ним

Мета цього технологічного процесу – вилучення з бурякової стружки максимальної кількості цукрози. Для цього стружку обробляють протитоком у воді при температурі 70-75°C. Внаслідок такого впливу протоплазма в клітинах денатурує, практично вся цукроза та деяка частина розчинених нецукрів через стінки клітин переходять (дифундують) у воду. Суміш бурякового соку та води називають **дифузійним соком**. Зі 100 кг стружки відбирають 115-130 кг соку. Тривалість дифундування становить 70-80 хв.

Дифузійний сік отримують у безперервно діючих протиточних дифузійних апаратах. Схематично процес можна подати так: з одного кінця в апарат подається стружка, а з іншого – вода, які рухаються назустріч один одному. В усіх частинах апарата дифузія йде інтенсивно, бо всюди зберігається різниця концентрації (вміст цукру в свіжій стружці вище, ніж кінцева концентрація його в дифузійному соку, а цукор у жомі навіть при його низькому вмісті здатний вимиватися знову чистою водою, що надходить). Процес дифузії закінчується тоді, коли концентрація цукру в стружці та у воді стає приблизно однаковою.

Найбільш поширеними типами дифузійних установок є колонні та похилі. **Колонні дифузійні апарати** займають порівняно малі площі, але їх висота досягає 20 м. Окрім того, колонні дифузійні апарати, на відміну від похилих, мають велику кількість допоміжного обладнання, до якого відноситься ошпарювач, насос сокостружкової суміші, підігрівані баштового потоку.

На відміну від колонних **похилі дифузійні апарати** мають тільки парові камери, які забезпечують оптимальний температурний режим сокостружкової суміші в апараті.

Менш поширені на цукрових заводах **ротаційні апарати**, оскільки мають ряд конструктивних і технологічних недоліків та ускладнений ремонт. Серед апаратів інших країн застосовують апарати типу Ольє (Франція) та Йот (Угорщина).

Отримання дифузійного соку в колонному дифузійному апараті відбувається так. Бурякова стружка від бурякорізок стрічковим конвеєром подається в ошпарювач. Там вона зазнає ошпарення заздалегідь нагрітим соком з метою руйнування клітин, не ушкоджених ножами бурякорізок. Сокостружкова суміш, що залишилася, з ошпарювана насосом подається в нижню частину вежі апарата. Трубовал з насадженими на нього лопатями підіймає суміш, назустріч якій подається вода, що вимиває цукор.

Частина соку з вежі відбирається у підігріванні, а потім подається на ошпарення свіжої бурякової стружки. Проходячи до верху колони, стружка досягає практично повного висолодження. Вміст у ній цукру становить не більш 1 % до ваги буряків (при середній цукристості бурякової стружки 16-18 %).

Висолоджену стружку (жом) піддають віджиму. Жомопресову воду повертають на дифузію, віджатиий жом транспортують конвеєрами у жомосховище.

На стадії отримання дифузійного соку можливе газоутворення, викликане життєдіяльністю мікроорганізмів, що потрапили на дифузію разом зі стружкою внаслідок поганого миття буряків, а також разом з поживною водою.

Для боротьби з газоутворенням необхідно: а) стежити, щоб буряки добре відмивалися від бруду на бурякомийці; б) дезінфікувати стружку формаліном при переробці ушкодженого коріння буряків; в) зменшувати час знаходження сокостружкової суміші в дифузійних апаратах; г) знижувати температуру дифузії.

Ефект очищення на дифузії (Е) показує зменшення кількості нецукрів у дифузійного соку відносно нецукрів клітинного соку. Вираховують його таким чином: чистота клітинного соку; чистота дифузійного соку.

(100- 41) - кількість нецукрів в клітинному соку на 100 частин СР (100- 42) - кількість нецукрів в дифузійному соку на 100 частин СР

Кількість нецукрів на 1 частину цукру в клітинному соку визначають за формулою:

$$A_{\text{к.с.}} = \frac{100 - \text{Ч}_1}{\text{Ч}_1}$$

Кількість нецукрів на 1 частину цукру в дифузійному соку визначають за формулою:

$$A_{\text{д.с.}} = \frac{100 - \text{Ч}_2}{\text{Ч}_2}$$

Ефект очищення на дифузії визначають за формулою:

$$E = \frac{A_{\text{к.с.}} - A_{\text{д.с.}}}{A_{\text{к.с.}}} \times 100$$

Ефект очистки на дифузії повинен становити 10-15%.

Лабораторна робота №10

Ознайомлення із загальною технологічною схемою очищення дифузійного соку та способами контролю за процесами

Мета роботи: Ознайомлення із загальною технологічною схемою очищення дифузійного соку та способами контролю за процесами

Завдання для самостійної роботи: Занотувати у робочий зошит основні характеристики дифузійного соку. Розглянути та занотувати функціональну схему стадій очищення соку. Розглянути та замалювати у робочий зошит апаратурно-технологічну схему очищення соку.

Теоретична частина.

Характеристика і склад дифузійного соку. Дифузійний сік – каламутна рідина, яка швидко темніє на повітрі. В нього перейшла майже вся сахароза і 80% розчинних органічних і мінеральних нецукрів. Крім того, в дифузійному соку містяться дрібні частки бурякової стружки. Сік має слабкокисло реакцію (рН 6-6,5) і здатний пінитись. Дифузійний сік має сірий або темно-сірий (чорний) колір.

Чистота дифузійного соку становить 85-87%.

Темний колір дифузійного соку зумовлений наявністю в ньому меланінів - продуктів ферментативного окислення тирозину і пірокатехіну.

Склад *дифузійного соку*.

Дифузійний сік багатоконпонентна система, яка містить:

- сахарозу (98 %)
- розчинені нецукри (2 %):

білкові і пектинові речовини продукти їх розкладу, редукувальні речовини, амінокислоти, азотисті основи,

солі органічних та неорганічних кислот,

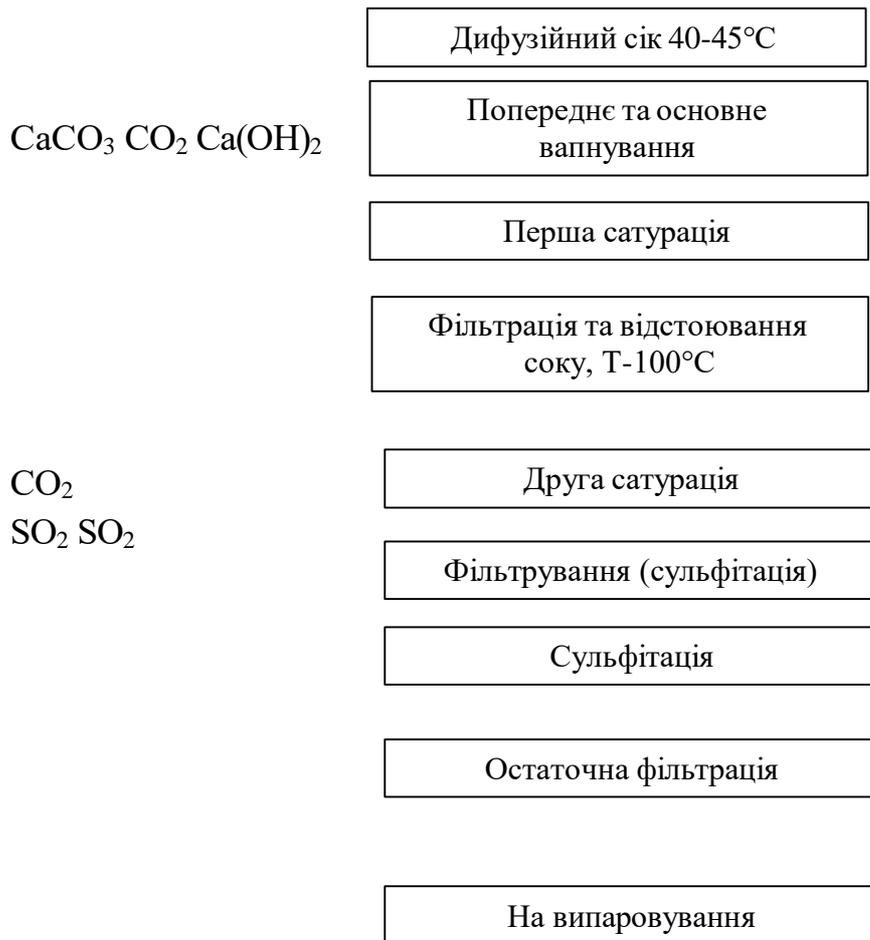
кусочки мезги (вміст мезги в дифузійному соку після дифузійної установки повинен складати 14-15 г/л, а після мезгоуловлювачів не повинен перевищувати 1 г/л).

Технологічна схема та процеси очищення дифузійного соку, способи контролю за ними.

Всі нецукри заважають кристалізації сахарози і збільшують втрати цукрози в мелясі. Одна частина нецукру (Нц) в процесі кристалізації здатна утримувати в розчині 1,2-1,5 частини цукрози. Під дією великої кількості нецукрів сахароза кристалізується повільно, а вміст її в мелясі різко збільшується

Тому однією з найважливіших завдань виробництва є видалення нецукрів з цукрових розчинів. Технологічна схема очищення дифузійного соку включає такі основні операції: дефекація попередня й основна; сатурація I і II, фільтрація I і II;

сульфітація і контрольна фільтрація соку

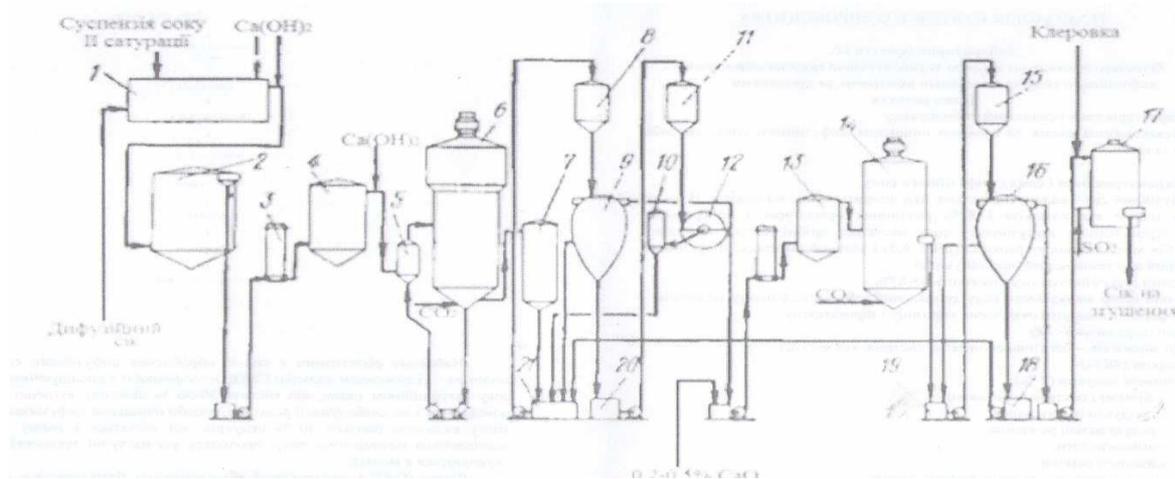
**Фундаментальна схема та стадії очищення соку**

Найбільш ефективним є спосіб оброблення дифузійного соку вапняним молоком – гідроксидом кальцію Ca(OH)₂ (*дефекація*) з послідовним обробленням соку сатураційним газом, що містить 30-36 % діоксиду вуглецю (*сатурація*) і доведенням і до слаболужної реакції. Способи очищення дифузійного соку дають змогу видалити близько 40 % нецукрів, які містяться в ньому. Нецукри, які залишаються в очищеному соку, проходять усі наступні технологічні процеси і скупчуються в мелясі.

Вапно (CaO) і сатураційний газ одержують безпосередньо на цукровому заводі, обпалюючи вапняковий камінь (CaCO₃) у газових печах за температури 1200°C. Гасять CaO водою. На перетворення 1 кг CaO в Ca(OH)₂ густиною 1,19-1,20 кг/л необхідно 5,3 л води, сатураційний газ відбирають із печі за температури 150-200 °C, і очищують в циклонному вловлювачі, охолоджують до температури 30 °C і промивають в газопромивачах водою для видалення хлоридів.

Типова технологічна схема очищення дифузійного соку з холодним прогресивним попереднім вапнуванням та комбінованим холодно-гарячим

основним вапнуванням наведена на рисунку



Типова апаратурно-технологічна схема очищення дифузійного соку холодним прогресивним попереднім вапнуванням та комбінованим холодно-гарячим основним вапнуванням

1 – апарат попереднього вапнування прогресивної дії; 2 – апарат основного вапнування (I ступінь); 3 – підігрівач; 4 – апарат основного вапнування (II ступінь); 5 – циркуляційний збірник; 6 – апарат I карбонізації; 7 – збірник; 8 – напірний збірник; 9 – листовий фільтр; 10 - вакуум-збірник; 11 – напірний збірник; 12 – вакуум-фільтр; 13 – апарат для вапнування перед II карбонізацією; 14 – апарат II карбонізації; 15 – напірний збірник; 16 – листовий фільтр; 17 – сульфататор; 18-19 – збірники; 20 – мішалка; 21 – збірник.

Практична робота №11

Принципова схема та основні фактори проходження попередньої та основної дефекації

Мета роботи: Вивчити принципову схему та основні фактори проходження попередньої та основної дефекації.

Завдання для самостійної роботи: Розглянути схеми переддефекатора Бригель-Мюллера та дефекатора безперервної дії та замалювати її у робочий зошит. Розглянути та занотувати особливості проведення попередньої дефекації дифузійного соку. Розглянути та занотувати параметри проведення основної дефекації дифузійного соку.

Теоретична частина.

Мета дефекації – очищення дифузійного соку від кислот (фосфорної, шавлевої та інших), білків, пектину. Для цього до соку додають гашене вапно у вигляді розчину – вапнякового молока. Кислоти нейтралізуються і утворені погано-розчинні солі кальцію випадають у осад. Білки та пектин коагулюють і також випадають в осад.

Дефекацію проводять у дві стадії – попередня (переддефекація) і основна. Якщо не проводити переддефекацію, а одразу додавати все вапно, осад стає желатиноподібним і погано фільтрується.

Кількість вапняного молока, яке слід додавати до соку, розраховують у відсотках негашеного вапна (CaO) до маси буряків. Це необхідно тому, що гашене вапно Ca(OH)_2 перебуває у розчині, тому складніше вести його облік. На стадії переддефекації до соку додають вапняне молоко з розрахунку 0,2-0,3% CaO до маси буряків одразу (оптимальна переддефекація) чи протягом 15-30 хв (прогресивна переддефекація). Створюються оптимальні умови для утворення щільного осаду з відносно великих частинок, який добре фільтрується.

Температурний режим: переддефекації: **холодна** – до 50°C ; **тепла** – $50-60^\circ\text{C}$; **гаряча** – $85-90^\circ\text{C}$. У класичній технологічній схемі цукрових заводів використовують оптимальну гарячу переддефекацію, яку проводять у переддефекаторі Бригель-Мюллера безперервної дії.

Дифузійний сік нагрівають у групі підігрівників вторинною парою різних корпусів випарної установки до $88-90^\circ\text{C}$ і подають у дефекатор, разом з усім вапняним молоком. Оброблення проводять протягом 3-5 хв.

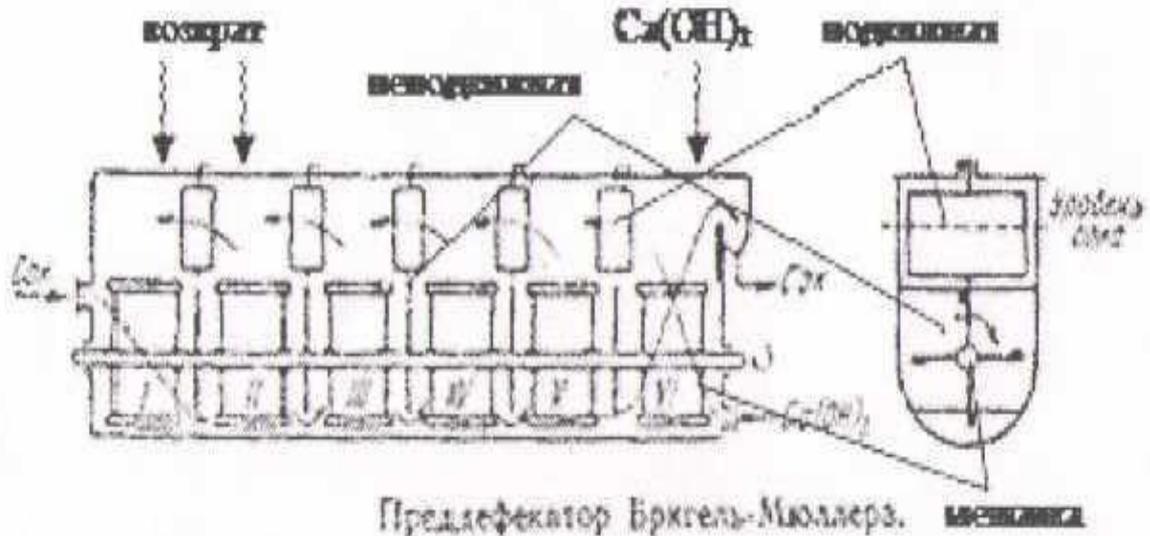


Схема перед дефекатора Бригель-Мюллера

Параметри проведення основної defeкації дифузійного соку

З преддефекатора сік без підігрівання подається на перший ступінь основного вапнування: холодного (40-50 °С) або теплого (50-60 °С). При комбінованій схемі очищення все вапняне молоко – 2,0- 3,0 % СаО до маси буряків подається на перший ступінь основного вапнування (defeкації). Тривалість холодної defeкації 20-30 хв., тривалість теплої - 10-15 хв.

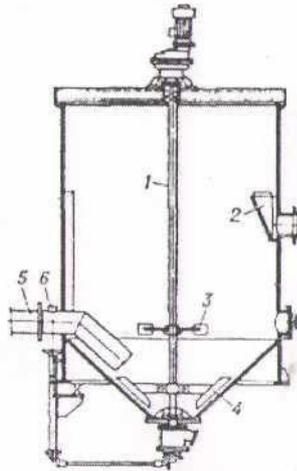


Схема defeкатора безперервної дії: 1 – вал; 2 – злив; 3 – перемішуючі лопаті; 4 – мішалка; 5 – труда для подачі дифузійного соку; 6 – патрубок для подачі вапнякового молока

Після першого ступеня основного вапнування сік підігрівається до температури 85-90 °С і проводять гаряче основне вапнування протягом 5-10 хв. Після гарячого вапнування сік самопливом надходить на I карбонізацію.

Практична робота №12

Принципова схема та основні фактори проходження сатурації

Мета роботи: Вивчити принципову схему та основні фактори проходження сатурації.

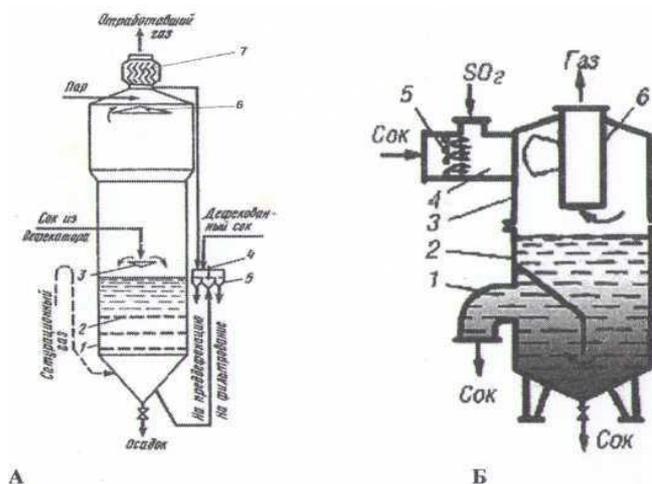
Завдання для самостійної роботи: Розглянути основні технологічні процеси 1 та 2 сатурації та занотувати їх в робочий зошит. Розглянути технологічні операції при проведенні сульфитації та занотувати їх в робочий зошит. Замалювати схеми та занотувати в робочий зошит принципи роботи сатуратора і сульфитатора.

Теоретична частина.

Основні технологічні процеси 1 та 2 сатурації.

Процес *сатурації* здійснюється у два прийоми – I сатурація, а після відокремлення осаду - II сатурація. Основне завдання цього процесу полягає в тому, щоб насиченням соку CO_2 , який міститься в сатураційному газі, викликати випадання вапна в осад у вигляді крейди (CaCO_3). Крейда має дуже тонку структуру і активно вбирає різні органічні речовини, особливо Знецукри, які забарвлюють сік. Унаслідок цієї реакції сік стає світлішим і прозорим.

З дефектатора сік самопливом надходить на (сатурацію в протитоковому решітчастому сатураторі.



Схеми роботи апарата I сатурації (А) і рідинно-струменевого сульфитатора (Б)

Він являє собою вертикальний циліндр, що розширений у верхній частині для вловлення піни. У нижній частині корпусу 1 встановлені три решітчасті перегородки 2, призначені для рівномірного розподілу бульбашок сатураційного газу в соку.

Дефектований сік надходить в сатуратор зверху на розподільну тарілку 3, а

сатураційний газ нагнітається знизу компресором під тиском 0,04-0,06 МПа. Газовий компресор розташовується нижче сатуратора, і газ подається в сатуратор через гідравлічний затвор, що перешкоджає аварійному виходу соку з сатуратора через газовий компресор при його зупинках.

Відпрацьований сатураційний газ викидається в атмосферу, краплі рідини затримуються парасолькою 6 і сепаратором 7, а відсатурований сік надходить в середнє відділення контрольного ящика 5, де за допомогою рухомого щитка 4 потік ділиться на дві частини: одна частина при необхідності повертається на преддефекацію, а інша надходить на фільтрування і подальшу переробку.

Висоту стовпа соку в сатураторі підтримують на рівні 4-5 м. Граничний рівень піни контролюють за допомогою трубки 6. Якщо з трубки в контрольний ящик стікає сік, що свідчить про високий рівень піни, то для її гасіння в верхню частину сатуратора подають пар II сатурація проводиться безперервно в апаратах-сатураторах. Вони за своєю конструкцією не відрізняються від апаратів для I сатурації, але мають менший об'єм надсокового простору, оскільки піниться сік протягом II сатурації незначно. **Завдання II сатурації** полягає в максимальному осадженні і видаленні вапна та солей кальцію, які можуть викликати утруднення при уварюванні соку і призвести до накипу на внутрішніх поверхнях нагрівальних трубок. Протягом II сатурації обробляють сік CO_2 до оптимальної лужності, що становить – 0,015-0,020 % CaO або рН 8,8-9,0. За такої лужності в соку залишається мінімальна кількість карбонатів кальцію і натрію, солей кальцію, а в осаді – CaCO_3 і адсорбовані нецукри.

Технологічні операції при проведенні сульфітації.

Для знебарвлення і зменшення в'язкості відфільтрований сік піддають *сульфітації*. При пропусканні SO_2 в сік утворюється сірчиста кислота (H_2SO_3), яка є досить сильним відновником. Вона відновлює низькомолекулярні барвні речовини і перетворює їх в безбарвні сполуки. Сірчиста кислота блокує карбонільні групи (C=O) редукуючих сполук (глюкоза, фруктоза, маноза) і тим самим перешкоджає їх участі в реакціях утворення барвних речовин. Крім того, сульфітація знижує лужність соку, сприяючи зменшенню в'язкості сиропу, що полегшує кристалізацію і виділення кристалів цукру.

Сульфітацію соку здійснюють в зрошувальних або рідинно-струменевих (рис. 19) сульфітаторах. Сік у них надходить зверху і розбризкується у вигляді крапель, падає вниз. Діоксид сірки вентилятором відсмоктується із сіркоспалювальної печі і подається назустріч соку. Одержаний прозорий і безбарвний сік подається на згущення.

Сульфітатор складається з циліндричного корпусу 2, що виконує роль гідравлічного затвора і перешкоджає попаданню сульфітаційного газу в зливний трубопровід 1. До корпусу 2 співвісно приєднаний сепаратор 3, що представляє

собою циклон з внутрішнім циліндром б і призначений для відділення крапель рідини від відпрацьованого газу. До циклону тангенційно (по дотичній) приєднана камера змішання 4 з патрубком для підведення сульфітаційного газу. У неї через диск 5 з отворами під тиском 0,25 МПа надходить продукт і розпорошується, створюючи розрідження. Під дією розрідження в камеру змішання втягується сульфітаційний газ і змішується з продуктом. Оброблений сік (сироп, живильна вода) відводиться через трубопровід 1, а відпрацьований газ, звільнений від крапель рідини, відводиться через циліндр б в атмосферу.

Практична робота №13

Ознайомлення із технологічною схемою процесу згущення та кристалізації дифузійного соку та способами контролю за процесами

Мета роботи: Ознайомитися із технологічними схемами процесу згущення та кристалізації дифузійного соку та способами контролю за процесами.

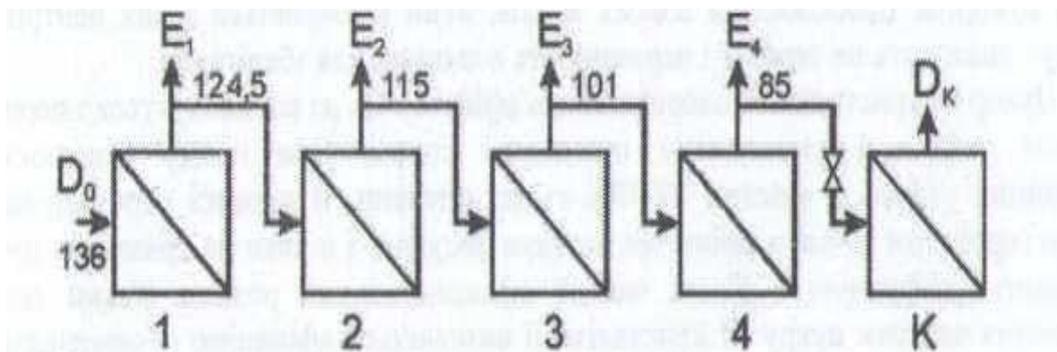
Завдання для самостійної роботи: Розглянути принципи роботи випарних установок і випарних апаратів та занотувати у робочий зошит, замалювати принципові схеми випарних установок і випарних апаратів. Розглянути процеси фільтрування та освітлення сиропу та занотувати їх у робочий зошит. Розглянути технологічну схему кристалізаційного відділення заводу і занотувати її у робочий зошит.

Теоретична частина

Схема і характеристика випарних установок. Для виділення сахарози слід насамперед згустити сік. Для цього з соку треба видалити воду. Воду випарюють з соку на багатокорпусній випарній установці, а потім з сиропу на вакуум-апаратах. Всього під час згущення з соку видаляють 110-115% води до маси переробленого буряку.

Сульфітований сік має вміст сухих речовин $CP = 12-13\%$ (сахарози – 11-12%), тому в'язкість його невелика. Це дає змогу проводити перший етап уварювання (до $CP = 65-72\%$) на багатокорпусних випарних установках. При цьому питома витрата палива зменшується приблизно в 2,5 рази порівняно з уварюванням у випарному апараті. Отриману під час уварювання соку пару різних тисків використовують для нагрівання теплових споживачів підприємства: дифузійної установки, підігрівників соку та ін.

На багатьох цукро заводах України використовують чотирьохкорпусну випарну установку з концентратором (4 кк).



Принципова схема чотирьохкорпусної випарної установки з концентратором

Для того, щоб відбувався теплообмін між нагрівною парою та соком, температура конденсації нагрівної пари має бути вищою за температуру кипіння соку. Таким чином, тиск вторинної пари завжди буде меншим за тиск нагрівної. У випарній установці сік по черзі проходить всі корпуси, киплячи за дедалі меншого тиску (при нижчій температурі). Вторинна пара, утворена у першому корпусі є нагрівною для другого і т. д.

У останньому корпусі – концентраторі - що має малу площу поверхні нагріву, відбувається самовипаровування сиропу за рахунок зниження тиску. Нагрівну пару на нього подають лише тоді, коли потрібно збільшити продуктивність випарної установки, тоді концентратор працює як 5 корпус.

Також існують випарні установки п'яти- та шестикорпусні, з підвищеним температурним режимом, зі стисненням вторинної пари у механічному чи пароструминному компресорі та ін.

Під час уварювання сироп перебуває при високих температурах, тому відбувається розкладення сахарози. Для зменшення тривалості перебування соку в апараті, а отже і зменшення розкладу сахарози (особливо на перших корпусах) замість апаратів з природною циркуляцією використовують однопрохідні плівкові випарні апарати з гравітаційно стікаючою плівкою, у яких тривалість перебування соку мала

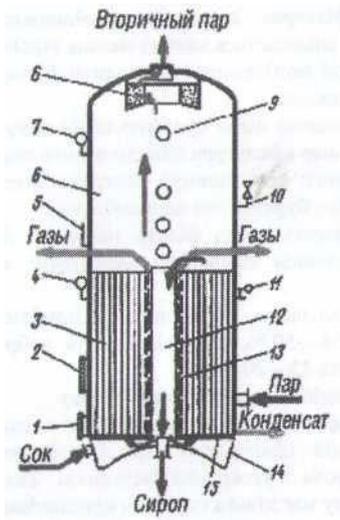
Випарна установка не лише згущує сік до стану сиропу, але і постачає теплову енергію у вигляді відборів пари майже на всі споживачі, що є на цукрозаводі. На схемі відбори пари з відповідних корпусів позначені E1, E2, E3, E4. Причому тиск, а отже і температура пари відбору зменшуються по мірі пересування від першого до останнього корпусу. Температурний режим впродовж сезону змінюється, щоб забезпечити потрібну концентрацію сиропу.

Традиційно відбори пари з корпусів на основні споживачі розподіляють таким чином: 2 корпус – 114-115°C - вакуум-апарати; 3 корпус – 101-105°C дифузійна установка; 4 корпус – 82-85°C – пароконтактний підігрівник барометричної води;

Крім того парою з корпусів випарної установки нагрівають сік у групах підігрівників. Кожен корпус випарної установки являє собою випарний апарат: з природною циркуляцією, однопрохідний, пластинчастий чи іншого типу.

Випарний апарат являє собою вертикальну циліндричну посудину, усередині якої розташована парова камера, що складається з двох трубних решіток 15 з завальцованими в них кінцями кип'ятільних труб з внутрішнім діаметром 30 мм.

Згущуваний сік надходить в сокову камеру 14 під нижню трубну решітку випарного апарату і приблизно на 1/3 заповнює кип'ятільні труби парової камери.



Принципова схема випарного апарату з природною циркуляцією

При кипінні (в результаті утворення бульбашок пари) обсяг соку збільшується, повністю заповнює кип'ятильні труби і виливається на верхню трубну решітку, бульбашки лопаються, пар залишається в надсоковому просторі 6, а сік по внутрішній циркуляційній трубі 12 опускається вниз під трубну решітку.

Частина згущеного соку змішується зі свіжим соком і знову заповнює кип'ятильні труби, а частина направляється в наступний випарний апарат для подальшого згущення. Для контролю і регулювання режиму роботи випарний апарат забезпечений термометром 5, запобіжним клапаном 10, оглядовими скляками 9, показчиком і регулятором рівня соку 2, манометрами (вакуумметрами) 4 і 7, показчиком рівня конденсату 1, масляною 11 для гасіння піни і вертикальними перфорованими трубками 13 для відводу з міжтрубному простору неконденсованих газів, що містяться в парі.

Вторинний пар з надсокового простору відводять через сепаратор 8, де пар звільняється від крапель, які потім повертаються в сік. Для зниження втрат теплоти зовнішню поверхню випарних апаратів покривають теплоізоляційним шаром. Випарні апарати працюють безперервно, тобто в них безперервно надходить рідкий сік на випарювання і відводиться згущений.

Висота рівня соку в кип'ятильних трубах має важливе значення для нормальної роботи випарних апаратів і підтримується на такому рівні, щоб верхня трубна решітка тільки омивалася киплячим соком.

Процеси фільтрування та освітлення сиропу

При згущенні соку випарюванням частина нецукрів випадає в осад, збільшується кольоровість та концентрація редуруючих речовин, що викликає необхідність сульфатації та фільтрації сиропу перед уварюванням.

Очищення сиропу здійснюють головним чином до часткового

знебарвлення його сульфитацією, тобто обробкою сірчистим газом (80г). Сироп разом з клеровкою жовтого цукру нагрівають до температури 85°C, сульфітують до рН 7,5-8,0 та фільтрують.

Практично на всіх цукрових заводах фільтрацію сиропу з клеровкою проводять на механічних (мішкових) фільтрах. Застосування мішкових фільтрів викликане тим, що в сиропі з клеровкою знаходиться значно менша кількість осаду, ніж у соці після сатурації, та немає ніякої необхідності проводити фільтрацію при великому тиску, тобто із застосуванням насосів.

За типовою схемою сироп з клеровкою після сульфитації фільтрують через фільтрпреси, в які заздалегідь наносять шар кізельгура (мінерального порошку, що складається головним чином з аморфного кремнезему). Витрати кізельгуру на очищення сиропу становлять 20 кг на 100 т буряків, що переробляють.

Відпрацьований кізельгур промивають через фільтр нагрітою (аміачною) водою та виводять із заводу. Застосування кізельгуру забезпечує отримання прозорого сиропу високої якості.

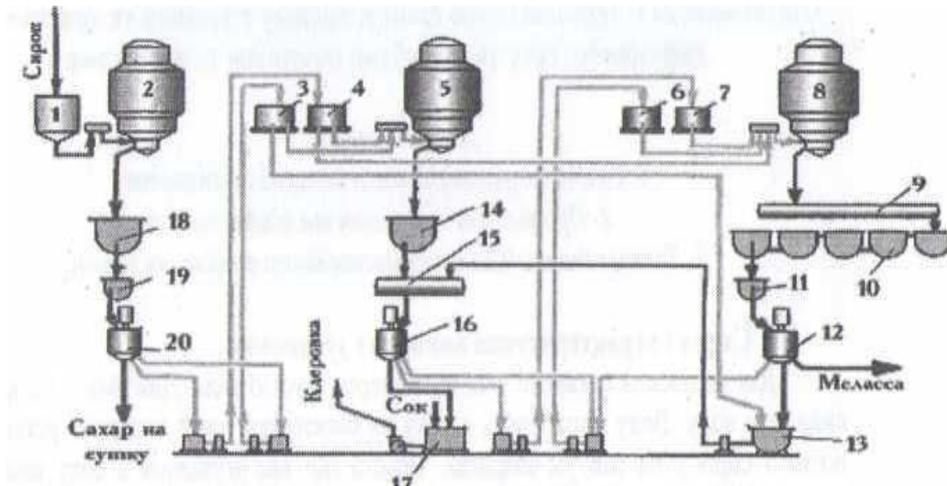
Сироп, який надходить на кристалізацію, повинен мати приблизно такий склад: сухих речовини 62-65 %, цукру 58-59 %, нецукрів 4-5 %, доброякісність 91-93 од., лужність 0,005 %. кольоровість 15-20 од.

Технологічна схема кристалізаційного відділення заводу

Основна кристалізація сахарози проводиться випарюванням з пересичених розчинів в вакуум-апаратах при низькій температурі (під розрідженням) для зменшення розкладання (інверсії) сахарози і утворення барвників. Технологічна схема кристалізаційного відділення заводу має кілька ступенів кристалізації.

В Україні застосовуються дво- і трикристалізаційні схеми. За цією схемою очищений сироп зі збірника 1 надходить в вакуум-апарат 2 на уварювання до вмісту 92,5% сухих речовин. Готовий утфель I кристалізації (утфель I) спускається в мішалку 18. З неї утфель надходить через розподільник 19 в центрифуги 20, де центрифугується з відбором двох відтоків: першого (міжкристального розчину утфелю) і другого, отриманого в результаті промивання (пробілювання) кристалів цукру гарячою водою. Пробілений цукор вологістю 0,8-1,2% вивантажується з центрифуг і транспортерами прямує на сушку. Відтоки, отримані при центрифугуванні утфелю I, перекачують у збірник 3 для першого відтоку і збірник 4 для другого відтоку.

Утфель II уварюють в вакуум-апараті 5 до 93% сухих речовин, спускають в приймальну мішалку 14 і через розподільник 15 подають в центрифугу 16. При центрифугуванні утфелю II отримують два відтоки і направляють перший відтік в збірник 6, другий – в збірник 7.



Технологічна схема кристалізаційного відділення заводу

При уварюванні утфеля 111 в вакуум-апарати 8 послідовно забирають другий і перший відтоки утфеля II. Вміст сухих речовин в готовому утфелі доводять до 93,5- 94,0% і через приймальну мішалку 9 його спускають в кристалізаційну установку 10. Тут протягом 24-28 год відбувається додаткова кристалізація цукру охолодженням від 63-67 до 35-40 ° С. Через розподільник 11 утфель III надходить в центрифуги 12, в яких цукор не пробільюється водою. Відтік, який відбирається з цих центрифуг (мелясу), зважують на терезах і перекачують в ємність для зберігання.

Цукор III кристалізації направляють в афінатор 13, де він змішується з першим відтоком утфеля I, розведеним очищеним соком. При цьому утворюється афінаційний утфель з вмістом 89-90% сухих речовин. В процесі перемішування утфелю (протягом 20 хв) в афінаторі частина нецукрів з плівки на кристалах цукру переходить (дифундує) в більш чистий міжкристальний розчин. Такий спосіб підвищення чистоти цукру III кристалізації називається афінацією (очищенням). З афінатора утфель подається в розподільник 15 і центрифугується разом з утфелем II в центрифугах 16.

Після цього цукор II і III кристалізації подається в клеровочний апарат 17, де розчиняється (клерується) в соку II сатурації до вмісту 65-70% сухих речовин. Утворена при цьому клеровка разом з сиропом з випарної установки направляється на сульфитацію.

Лабораторна робота №14

Ознайомлення із процесами сушки, охолодження та зберігання цукру-піску

Мета роботи: Ознайомитись із процесами сушки, охолодження та зберігання цукру-піску.

Завдання. Розглянути схему сушіння і пакування цукру та занотувати її у робочий зошит.

Теоретична частина.

Білий цукор, що виходить з-під центрифуг, має високу температуру (70-80 °С) і значну вологість: при пробілюванні тільки водою - 1,5, при пробілюванні перегрітою водою - 0,7, при пробілюванні водою і пропарюванні паром - 0,5%. Товарний цукор-пісок повинен мати вологість 0,1-0,14% при зберіганні в мішках і 0,03-0,05% за безтарного зберігання. Тому цукор, що виходить з-під центрифуг, повинен бути висушений і охолоджений до температури зберігання (20-25 °С).

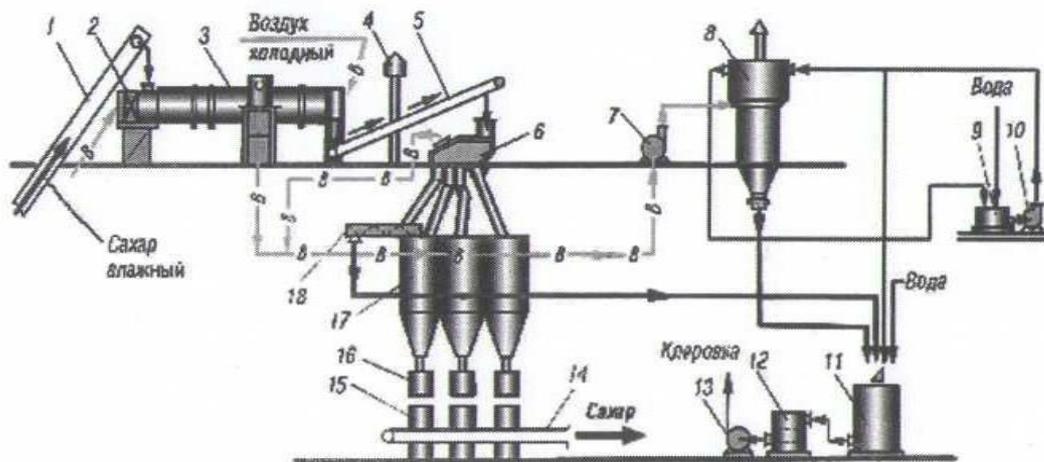


Схема сушіння і пакування цукру

Вологий білий цукор, вивантажений з центрифуг, подається елеватором 1 в сушильно-охолоджувальний апарат 3 для сушіння цукру повітрям, нагрітим в калорифері 2 до 100 °С. Повітря відсмоктується з середини апарату, при цьому одночасно з боку виходу висушеного цукру для охолодження його протитоком засмоктується холодне повітря. В результаті вологість цукру і його температура доводяться до необхідних значень. Відсмоктуване вентилятором 7 повітря пропускається через циклонну пастку 8 з водяним зрошенням для уловлювання цукрової пилу, яке уноситься відпрацьованим повітрям. Розчин цукру, що спускається в мішалку 11, очищується в пастці 12 і насосом 13 перекачується періодично в клеровочні мішалки жовтого цукру в кристалізаційному відділенні цукрового заводу.

Для скорочення витрат води, що зрошує циклон, і тепла на її випарювання застосовується багаторазова циркуляція води зі збірника 9 шляхом перекачування насосом 10 і лише після доведення вмісту цукру в ній до 10-15% отриманий розчин спускається в мішалку 11.

Стрічковим транспортером 5, оснащеним електромагнітним приводним барабаном для уловлювання феромагнітних домішок і стрічковими вагами 4 для позмінного обліку кількості цукру, висушений цукор направляється в класифікатор 6, а з нього надходить в бункера 17.

Під бункерами встановлені напівавтоматичні ваги 16 для порційного зважування цукру при затарюванні його в мішки. Мішки з цукром зашиваються на зашивочних машинах 15 і стрічковим транспортером 14 подаються в склад для зберігання. Грудки цукру, відокремлені в класифікаторі 6, шнеком 18 подаються в мішалку 11 для розчинення

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Гніщевич В. А., Никифоров Р. П., Слащева А. В. Харчові технології. Технологія продуктів рослинного походження : навчальний посібник. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2021. 267 с. URL: http://elibrary.donnuet.edu.ua/2572/1/2021_NP_Gnitsevych_Kharchovi%20Technologii.pdf
2. Загальні технології харчових виробництв : підручник / В. А. Домарецький [та ін.]. Київ : Університет харчових технологій, 2019. 814 с.
3. Сирохман І. В., Лозова Т. М. Товарознавство цукру, меду, кондитерських виробів : підручник. Київ : ЦУЛ, 2023. 616 с.
4. Харчові технології: особливості виготовлення й оцінка якості рослинних жирів та цукру / уклад. А. В. Сачко, О. В. Сема, М. М. Воробець. Чернівці : ЧНУ ім. Юрія Федьковича, 2023. 171 с. URL: <https://surl.li/jkkuwu>

Додаткова

1. Домарецький В. А. Технологія харчових продуктів : підручник. Київ : Асканія, 2011. 736 с.
2. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В. А. Домарецький [та ін.]. Київ : Університет харчових технологій, 2019. 814 с.
3. Кравченко М., Чагайда А., Красножон С. Інноваційні технології харчових виробництв. Монографія / В. Піддубний [та ін.]. 2017. 374 с.
4. Новітні агротехнології в рослинництві / В. А. Мазур [та ін.]. Вінниця, 2017. 588 с.
5. Роїк М. В. Буряки. К. : XXI вік РІА «Труд-Київ», 2001. 368 с.
6. Сучасні технології та обладнання бурякоцукрового виробництва / В. О. Штангеев [та ін.]. Київ: Цукор України, 2003. 352 с.
7. Технічні культури : навчальний посібник / О.С. Городецький, Л.М. Качан, С.П. Вахній, В.С. Хахула ; за ред. О. С. Городецького. Біла Церква : БНАУ, 2018. 288 с. URL: https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/3009/1/texnichni_kultury.pdf
8. Технології вирощування цукрових буряків / В. Максимович [та ін.]. ТОВ «Сингента», 2014. 100 с.
9. Технологія цукру : підручник / А. А. Ліпец [та ін.]. У 3-х т. Т. 3. Київ : ДП «Експрес-об'ява», 2015. 208 с.
10. Технологія цукру: підручник / А. А. Ліпец [та ін.]. У 3-х т. Т. 1. Київ : ДП «Експрес-об'ява», 2015. 288 с.
11. Технологія цукру: підручник / А. А. Ліпец [та ін.]. У 3-х т. Т. 2. Київ : ДП «Експрес-об'ява», 2015. 272 с.

Навчальне видання

ТЕХНОЛОГІЯ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Методичні рекомендації

Укладачі: **Трибрат** Руслан Олександрович
Болодурін Володимир Вадимович

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 2,0.
Тираж 30 прим. Зам. №523.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.