

ЛЕКЦІЯ № 27 ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

1. Технологія виробництва цукру.

2. Вимоги до якості цукру.

Література: 1. Г. І. Подпрятюв, Л. Ф. Скалецька, А. М. Сеньков, В. С. Хилевич. Зберігання і переробка продукції рослинництва 421-427;

2. Подпрятюв Г.І., Рожко В.І., Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництв 362-367.

1. Технологія виробництва цукру

Виробництво цукру-піску з буряків за своєю основою є фізико-хімічним процесом. Сахарозу добувають з клітин коренеплодів дифузією, після чого завдяки хімічним і теплофізичним впливам цукор відокремлюється від нецукрів і перетворюється на чистий кристалічний продукт.

Переробляють цукрові буряки на заводі за такою технологічною схемою:

1) подача коренеплодів на завод.

З кагатного поля буряки надходять у бурячну, яка являє собою один або кілька довгих наземних чи заглиблених у землю засіків. Місткість її розрахована на дводобову роботу заводу. У бурячну коренеплоди доставляються автомашинами, залізничними або гідравлічними саморозвантажувальними вагонами, гідроконвеєрами.

2) миття коренеплодів.

Бурячні розвантажуються струменем води, який подається гідрантами під тиском 2 – 3 атм. Вода змиває буряки в жолоб гідравлічного конвеєра, яким вони подаються на переробку.

При транспортуванні буряків гідравлічними конвеєрами **витрата води становить 5 – 7 ц на 1 ц коренеплодів**. Для відокремлення від буряків сторонніх домішок (солома, гичка, каміння, пісок та ін.) на конвеєрі встановлюють різні пристрої (пастки).

При гідравлічному транспортуванні буряки частково відмиваються від землі. Повне їх відмивання і відокремлення сторонніх домішок відбуваються в бурякомийці, куди корені подаються підйомно-транспортними механізмами (шнек, піднімальне колесо, буряковий відцентровий насос).

Останнім часом на цукрових заводах застосовують ефективні бурякомийні машини: СМК-3М та струминну АЧ-ПМА-3,0 продуктивністю кожної 30 тис. ц переробки буряків за добу.

3) зважування на автоматичних вагах.

Вимиті корені надходять у буряковий елеватор, який піднімає їх на автоматичні ваги, розміщені над бурякорізками.

4) подрібнення на стружку.

Для добування цукру коренеплоди цукрових буряків ріжуть на стружку. Дифузія сахарози відбувається повніше і швидше, якщо стружка має найбільшу поверхню на одиницю маси. Для цього корені ріжуть на спеціальних машинах (бурякорізках) у вигляді смужок жолобчастої форми або пластинки прямокутного перетину. **Жолобчасту стружку отримують завширшки 4 – 6 і завтовшки 0,7 – 1 мм, а пластинчасту — відповідно 2,5 – 3 і 1,2 – 1,5 мм.**

Якщо коренеплоди були доброї якості (пружні, з добрим тургором) і бурякорізка встановлена правильно, утворюється така стружка, що 100 г її при укладанні в довжину в одну лінію займають не менше 24 м. При цьому не менше 45 – 50 % стружки має бути правильної форми, а браку і м'язги (товсті, короткі шматочки неправильної форми, шматочки завтовшки менше 0,5 мм) не більше 3 %.

На цукрових заводах застосовують бурякорізки трьох типів: дискові, відцентрові та барабанні.

5) вироблення соку на дифузійних установках.

Бурякова стружка надходить на грабельний або стрічковий елеватор, який подає її в дифузійний апарат. Цукор із стружки вилучається гарячою водою на дифузійних апаратах безперервної дії або в дифузійних батареях.

Оболонки клітин коренів проникні для цукру та інших водорозчинних речовин, однак жива протоплазма клітин напівпроникна і майже не пропускає цукор та інші розчинні у клітинному соку речовини. Тому **відносно повно добути цукор дифузійним способом можна тільки після нагрівання стружки до 60 °С, коли відбудеться процес коагуляції білків протоплазми.** При цьому білки перетворюються на окремі згустки, грудочки, між якими проходять цукор та інші водорозчинні речовини до стінок клітин і крізь них — у навколишній розчин.

Для успішного добування цукру і зменшення переходу нецукрів у дифузійний сік процес дифузії проводять швидко і при слабокислій реакції середовища (рН 5 – 6). У дифузійному соку міститься на 18 – 20 % менше нецукрів, ніж у клітинному, тобто доброякісність дифузійного соку вища, ніж клітинного.

На сучасних заводах у нашій країні широко застосовують різні типи дифузійних апаратів безперервної дії. Найбільш поширені з них вертикальні колонні і похилі шнекові дифузійні апарати. В кожний з них стружка надходить безперервно, а назустріч їй рухається вода, за допомогою якої і відбувається знесолоджування стружки, яка попередньо ошпарюється гарячим соком для плазмолізу клітин у спеціальних ошпарювачах, які додаються до дифузійного апарата або розміщені в ньому.

б) очищення соку.

Дифузійний сік — каламутна рідина, яка швидко темніє на повітрі. У ньому крім цукру містяться органічні і мінеральні нецукри, а також в замуленому стані дрібні частинки бурякової стружки. Сік має слабокислу реакцію (рН 6 - 6,5) і може пінитись.

Технологічна схема очищення дифузійного соку включає такі основні операції:

а) дефекація попередня і основна.

Підігрітий до 85 — 90 °С дифузійний сік у дефекторі двічі обробляється вапняним молоком у кількості 0,25 — 0,3 % від маси буряків — попередня дефекація і 2,0 - 2,25 % CaO — основна дефекація.

Тривалість процесу дефекації при нагріванні соку до 80 - 90 °С становить 8—10 хв. Дефекацію соку здійснюють у спеціальних апаратах — дефекаторах безперервної дії.

б) сатурація перша і друга.

Наступною операцією очищення соку є процес сатурації, який здійснюють у два прийоми (перша сатурація і після відокремлення осаду — друга). **Основне завдання цього процесу в тому, щоб насиченням соку вуглекислим газом, який міститься у сатураційному газі, викликати випадання вапна в осад у вигляді вуглекислого кальцію (CaCO_3).** Крейда, яка утворюється при цьому в апаратах-сатураторах, має дуже тонку структуру й активно вбирає різні органічні речовини, особливо нецукри, які забарвлюють сік. У результаті цієї реакції сік стає більш світлим і прозорим.

Основна частина відгазованого соку першої сатурації після попереднього підігрівання в решоферах до 90 °С іде на фільтрацію. Відфільтрований сік, підігрітий в решофері до 100 °С, надходить на другу сатурацію.

Завдання другої сатурації полягає в максимальному осадженні і видаленні вапна та солей кальцію, які можуть викликати утруднення при уварюванні соку і призвести до утворення накипу на внутрішніх поверхнях нагрівальних трубок.

Обробляють сік вуглекислим газом на другій сатурації до оптимальної лужності, що дорівнює 0,015 - 0,020 % CaO, або рН 8,8 - 9. Друга сатурація проводиться безперервно в апаратах, які за своєю конструкцією не відрізняються від апаратів першої сатурації, але мають трохи менший об'єм. Після другої сатурації сік знову надходить на фільтрацію.

г) фільтрація перша і друга.

Фільтрують сік на фільтр-пресах і вакуум-фільтрах. Фільтрпресовий бруд, що відкладається на фільтрувальній тканині, містить близько 7 — 8 % цукру, тому подачу соку періодично припиняють і пускають гарячу воду для промивання осаду. Першу частину промивної води (промив) додають до соку, а решту (приблизно 2/3) використовують для приготування вапняного молока.

Основним робочим органом вакуум-фільтра є горизонтальний барабан, який весь час обертається. Зовнішня поверхня барабана обтягнута фільтрувальною тканиною.

д) сульфітація і контрольна фільтрація соку.

Для знебарвлювання і зменшення в'язкості відфільтрований сік піддають сульфітації, тобто обробляють сірчаным газом. При пропусканні газу в сік утворюється сірчиста кислота, яка є досить сильним відновником. Реагуючи з водою, вона частково переходить у сірчану кислоту з виділенням водню. Вивільнюваний при цьому водень відновлює органічні забарвлені речовини, перетворюючи їх на безбарвні сполуки. Крім того, сульфітація знижує лужність соку, сприяючи зменшенню в'язкості сиропу, що полегшує кристалізацію і відділення кристалів цукру.

7) згущення соку (випаровування);

Сік після другої сатурації і фільтрації має доброякісність 91 — 93 з вмістом сухих речовин 14 — 16 %, у тому числі сахарози 13 — 14 %. Наступне завдання полягає в тому, щоб кристалізацією вилучити з соку цукор. Для цього із соку видаляють воду в два прийоми. Спочатку випаровують її на випарних апаратах до сиропу із вмістом сухих речовин 65 — 70 %. Після цього продукт додатково очищають і випарюють у вакуум-апаратах до вмісту сухих речовин 92 — 93 %. Сироп після випаровування буває каламутним і темного кольору, іноді з високою лужністю. Перед уварюванням і кристалізацією такий сироп додатково обробляють сірчистим газом (сульфітують) і фільтрують на фільтр-пресах або мішкових фільтрах. Сироп краще фільтрується при додаванні невеликої кількості кізельгуру, який містить 90 % аморфного кремнезему.

При подальшому випаровуванні води з сиропу розчин стає пересиченим і в ньому починають утворюватись кристали цукру. В результаті такого уварювання сиропу дістають продукт під назвою перший утфель. **Утфель — це густа в'язка маса, яка складається з кристалів цукру і міжкристальної рідини із вмістом 92 — 93 % сухих речовин.** Для запобігання карамелізації цукру, що може спостерігатись при температурі кипіння утфелю (120 °С) за нормального атмосферного тиску, сироп уварюють в умовах вакууму. При цьому температура кипіння сиропу буває не вище 80 °С.

8) уварювання сиропу до кристалізації цукру;

Для варіння утфелю застосовують вакуум-апарати. Спочатку сироп уварюють до згущення. Для цього в порожньому вакуум-апараті створюється розрідження. Сироп, надходячи в апарат, заповнює обігрівальну камеру. Потім під дією пари, що подається, відбувається випаровування води з сиропу. Ступінь згущення сиропу визначають, спостерігаючи через зорове скло вакуум-апарата.

На другому етапі сироп стає перенасиченим розчином і починається утворення кристалів. Для утворення кристалів у вакуум-апарат додають невелику кількість (50 - 100 г) цукрової пудри, яка сприяє швидкому утворенню центрів кристалізації. Далі, не припиняючи випаровування, в апарат подають свіжий сироп у такій кількості, щоб коефіцієнт перенасичення уварюваної маси був 1,05 — 1,1.

9) відокремлення кристалів цукру від патоки і відбілювання його;

Коли вміст сухих речовин в утфелі досягне 92 — 93 %, подачу пари у вакуум-апарат і розрідження в ньому припиняють, забезпечують доступ зовнішнього повітря, продукт спускають в утфельмішалку, а потім у центрифуги для відокремлення кристалів цукру від патоки. При швидкому обертанні барабана центрифуги (1000 - 1400 об/хв) під дією відцентрової сили утфель притискається до стінок барабана, який являє собою центрифужні сита. При цьому міжкристальна рідина відокремлюється від кристалів, проходить крізь отвори сит і витікає з центрифуги, а цукор залишається на ситах барабана центрифуги. Добута рідина називається зеленою патокою.

Кристали цукру, що залишилися на сітчастій поверхні барабана, відбілюють гарячою водою і парою, при цьому частина кристалів цукру розчиняється. Розчин,

який утворився, складається з води, залишків патоки і розчиненого цукру і називається білою патокою, яка надходить у спеціальні збірники. Ця патока насосами подається у вакуум-апарати під кінець уварювання першого утфелю. Вивантажений з центрифуги білий цукор потрапляє на так званий трясун, яким він переміщується до елеватора, що подає цукор у сушильний цех.

10) сушіння цукру;

Зелена патока надходить в інший вакуум-апарат для уварювання другого утфелю. Після додаткової кристалізації другого утфелю його розподільником спрямовують на швидкохідні центрифуги, де знову відокремлюються кристали цукру, але жовтого кольору (жовтий цукор).

Щоб мати більше якісного цукру, жовтий цукор повертають у виробництво, розчиняючи його у соці після другої сатурації. Цей процес називають клеровкою. Розчинений у соці жовтий цукор домішують до випареного сиропу, який надходить на сульфитацію.

Витік другого утфелю називають кормовою патокою, або мелясою, яка є відходом цукробурякового виробництва.

Вивантажуваний з центрифуг білий цукор-пісок має вологість 0,5 - 0,6 % і температуру 70 - 75 °С. Його підсушують до стандартної вологості (0,1 - 0,15 %) у барабанній сушарці за рахунок залишкового тепла самого цукру. Після цього цукор просіюють на ситах, пропускають крізь магнітний сепаратор і направляють у засіки для наступного пакування у мішки.

Вихід чистого цукру на сучасних заводах залежить від цукристості коренеплодів і становить 14—15% від маси перероблених буряків. Якщо під час зберігання цукрових буряків спостерігались погіршення їх якості і значні втрати цукру, то вихід його зменшується.

11) пакування цукру в мішки.

2. Вимоги до якості цукру

Вимоги до якості цукру:

- вологість цукру – не вище 0,1 – 0,15%;
- цукор-пісок: сипучість, солодкий смак, без присмаків, колір білий;
- цукор-пісок для промислової переробки - допускаються грудки, що розпадаються за легкого надавлювання, та жовтуватий відтінок;
- цукор-рафінад: вміст домішок – не більше 0,1%;
- рафінадна пудра – тонко подрібнені кристали до 0,2мм.

Зберігання цукру: відносна вологість повітря – не вище 70% для цукру-піску, 75% – для рафінаду, температура – не вище 40°C, за тривалого – не вище 12°C, на дерев'яних піддонах. Строк зберігання упакованого цукру в опалювальних складах – до 8, у неопалювальних – до 5 років.

З усіх галузей харчової промисловості найбільшу масу відходів отримують в цукровому виробництві. Відходами цукрової промисловості при переробці буряка є жом, меляса (виробництво спирту, дріжді), жомо- пресова і дифузійна води, рафінадна патока. Тільки відходи жому становлять 83,0% до

маси переробленого буряка (65–70 млн. т в рік). Жом є цінним кормовим продуктом, але в кислому вигляді він втрачає 50,0% сухих речовин. Сушці підлягає лише 10,0–12,0%. Збільшення питомої ваги сушеного жому дозволяє економити велику кількість грубих кормів і зерна.

Д/З

1. Відходи цукробурякового виробництва

Під час перероблення буряків одержують 4% меляси, яка містить 80% сухих речовин і 20% води. До складу сухих речовин входить 50% цукрози, решта – нецукри. Меляса є цінним продуктом і використовується як корм для худоби, сировина для виробництва спирту, дріжджів, молочної і лимонної кислот тощо. Іншими залишками цукробурякового виробництва є буряковий жом, фільтр-пресний бруд, транспортно-мийні води. Буряковий жом використовують для відгодівлі худоби. Фільтр-пресний бруд може використовуватись як добриво для деяких видів ґрунтів. Транспортно-мийні води спрямовують на поля фільтрації.

Мелясу переробляють на спеціальних технологічних лініях і на окремих підприємствах. Так, мелясу на спирт переробляють на спиртзаводах. Останнім часом значно вдосконалено і виробництво з меляси цукру-піску.