

Продуктовий відділ як потенційне місце появи вторинного забруднення білого цукру

Анджей Барига, доктор інженер, директор відділу цукрівництва, Інститут біотехнології сільського господарства та харчової промисловості (Польща),

Боженна Полець, доктор, відділ цукрівництва Інституту біотехнології сільського господарства та харчової промисловості (Польща)

Р.Б. Чаповська, кандидат технічних наук, доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

Постановка проблеми

Білий цукор – це натуральна харчова речовина високої чистоти, яка містить щонайменше 99,7% сахарози. Технологічний процес виробництва сахарози з цукрових буряків – це один з небагатьох процесів, де безпосередньо з сировини у промисловому масштабі отримують хімічну сполуку високої чистоти, яка використовується як вихідна речовина у багатьох галузях промисловості, таких як: фармацевтика, винокуріння, цукроваріння, виноробство, молочна промисловість, переробка овочів та фруктів і т.п.

Білий цукор, який на даний момент виготовляється у Польщі, відповідає вимогам найбільших виробників різних галузей харчової промисловості. У зв'язку із значним надвиробництвом цукру в Європі та у світі вирішальне значення для отримувача даного продукту є навіть незначна різниця у його якості. Потреба більш уважно оцінити якість цукру виникає передусім з вимог великих промислових отримувачів, що постійно зростають, а також безпеки для здоров'я та вдосконалення європейських норм і систем безпеки продуктів харчування.

Основою сучасних систем, які забезпечують хорошу якість продуктів харчування, є створення відповідних умов виробництва, які полягають на забезпеченні найкращих параметрів якості (фізико-хімічних та мікробіологічних) готової продукції, а також покращення негативних параметрів, які спричиняються до погіршення якості виготовле-

ного цукру [1].

Атмосферні умови, які панують під час кампанії з виробництва цукру, значною мірою впливають на технологічну цінність цукрових буряків. Якщо на початку кампанії спостерігаються хвилі заморозків, а після них наступають довші періоди потепління, то пошкоджені морозом буряки стають хорошою основою для розвитку бактерій.

Причиною великих втрат сахарози є бактерії, для яких такий цукор – це єдине джерело вуглецю, яке ними засвоюється. Основна група бактерій, які використовують сахарозу і, водночас, перетворюють глюкозну частину цукру на високомолекулярний полімер декстран – це грамположитивні коки *Leuconostoc mesenteroides*. Вони утворюють слизисту речовину (так звана «жаб'яча ікра») і відрізняються можливістю розвиватися у широкому діапазоні значень рН і температури, а також при дуже великій концентрації цукру. Ці бактерії швидко і у великому обсязі виробляють декстрану. Шкідливість декстрану полягає у тому, що в його присутності швидкість утворення зародків карбонату кальцію значно перевищує їх приріст, в результаті чого CaCO_3 випадає у формі дрібнокристалічного осаду, з гіршими фільтраційними властивостями. Опір фільтрації збільшується також в результаті збільшення в'язкості соків, а також в результаті утворення декстраном слизистого шару на фільтраційних тканинах. Інші негативні

наслідки присутності декстрану в соках – це збільшення значення поляриметричних даних щодо вмісту сахарози, а також порушення процесу кристалізації. Боротьба з цими мікроорганізмами є важкою і не завжди ефективною, оскільки клітини бактерій оточені товстим шаром слизу, який їх захищає від несприятливих умов та дезінфікуючих засобів. Загальмування розвитку мікроорганізмів, в основному – біохімічної діяльності, спричиняється не тільки до зменшення безпосереднього споживання сахарози мікроорганізмами, але, водночас, дозволяє ліквідувати технологічні складнощі, які викликають продукти обміну речовин мікроорганізмів [2, 4, 7, 8, 9].

Дослідження виявили суттєву залежність між мікробіологічним забрудненням білого цукру та забрудненням сировини, яка потрапляє до цеху, та забрудненням екстракційної суміші [6, 5] присутністю локальних вогнищ інфекції [3], мікробіологічною чистотою повітря і виробничих приміщень, а також появою вторинного забруднення.

Ліквідація місць, які спричиняються до збільшення мікробіологічного забруднення на цукровому заводі, дозволило виготовити білий цукор з кращими якісними параметрами, що знаходяться у вузьких межах європейських норм.

Дуже важливим етапом технологічного процесу білого цукру є продуктовий зал та пакувальне відділення. Саме в цих місцях проходження процесу

може відбуватися вторинне забруднення готового виробу.

Мета статті – проаналізувати місця та причини можливого вторинного забруднення готового продукту та запропонувати конкретні заходи для мінімізації мікробіологічного забруднення цукру.

Виклад основного матеріалу
Приміщення продукто-

го залу. Дуже важливою частиною виробництва є захист кінцевого виробу від вторинної інфекції, яка суттєво впливає на кінцеву якість цукру. Вміст мікроорганізмів у готовому виробі, який з'являється у виробничому цеху – цукрі, що виходить з центрифуги – має дорівнювати визначеним європейським нормам. Ці норми не повинні бути перевищені в умовах, що панують під час технологічного процесу: високий рівень рН (процес очищення), високий осмотичний тиск і висока температура (випарна установка). Однак переважно виявляється, що в такому цукрі знаходяться мезофільні і термофільні бактерії. Виявлені у цукрі термофіли можуть походити з вогнищ інфекції, які знаходяться на території підприємства, переважно із забрудненої термофілами екстракційної суміші. Склерозії цих бактерій стійкі до високого рівня рН і температури, тому вони можуть потрапляти навіть до виробничого цеху. Цукор може бути забруднений дріжджами і пліснявою, які є наслідком вторинної інфекції.

Переважно, джерелом вторинної інфекції є:

- середовище – брудні стіни, підлоги, стеля (пил, розлитий сік, грудки цукру, конденсат водної пари),
- брудні внутрішні і зовнішні поверхні пристроїв, які мають безпосередній контакт з цукром,
- невбудовані пристрої для транспортування між операціями (конвеєри),
- вода для відбілювання цукру,
- повітря, яке потрапляє до виробничого цеху,

- повітря, яке подається до установок для сушки цукру,

- людина.

Суттєвою проблемою є високий рівень мікробіологічного забруднення в центрифугах для цукру. Причиною такого стану речей може бути:

а) речовина для відбілювання цукру

– конденсат, конденсаційна вода з нагрівальних камер, які містять аміак та сліди цукру, можуть містити мікробіологічні забруднення,

– питна вода – може містити мікробіологічне забруднення, тому необхідно здійснювати її мікробіологічний контроль,

б) відсутність або незастосування пари з температурою приблизно 160°C для пропарювання центрифуг.

У сучасних автоматичних центрифугах цукор відбілюється тільки водою, підігрітою до температури 120–130°C, яку вприскують через сопла. Після закінчення відбілювання центрифуги працюють ще приблизно 1 хвилину. В цей час повітря затягується з приміщення цеху, що може призвести до зараження цукру у центрифугах.

Рекомендується регулярно проводити дезінфекцію приміщень виробничого цеху після процедури миття, із застосуванням препарату, який не має специфічного смаку і запаху, а також не містить сполук хлору, формальдегіду та азоту. На даний момент для дезінфекції технологічного процесу застосовуються сучасні дезінфікуючі препарати, які мають широкий спектр дії на мікроорганізми, з інгібіторами корозії, які захищають апаратуру від корозії. Важливо, щоби ці препарати на 100% підлягали біологічній деградації, без жодних побічних продуктів, які могли би вплинути на погіршення властивостей цукру.

До таких препаратів відноситься «Гігієнізер» (Higienizer), який можна застосовувати шляхом аерозолювання стін, підлог, поверхонь машин та пристроїв

у виробничому цеху, у тому числі: люків під центрифугами, вібраційного конвеєра, клапанів та внутрішній поверхні збірників і змішувачів.

Повітря. Висока температура, яка панує у продуктовому відділенні, призводить до того, що дуже часто там відкривають вікна, внаслідок чого з повітрям ззовні до цеху потрапляють мікроорганізми. Щоби запобігти цьому, цукровий завод повинен звертати увагу на це, і розглянути можливість встановлення системи вентиляції та кліматизації з одночасною дезінфекцією повітря. Завдяки такій системі повітря, що потрапляє до приміщення, буде проходити мікробіологічне очищення, і мікроби будуть знищуватися. Дотримання відповідних параметрів повітря знижує ризик забруднення кінцевого виробу, який має безпосередній контакт з повітрям продуктового приміщення.

Повітря для сушки та охолодження цукру. Наступна проблема, пов'язана з можливістю забруднення цукру, – це місце забору повітря для сушильних апаратів (забірник повітря). Гаряче повітря, яке забирається з рівня цеху варочних апаратів, містять велику кількість вологи (висока відносна вологість), і це негативно впливає на сушку цукру. У трубопроводі, який подає повітря до сушки, ідеальні умови для розмноження мікроорганізмів у підвищеній температурі. Щоби запобігти цьому, необхідно збудувати забірник повітря, який очистить його у мікробіологічному аспекті, а потім – допровадить до апарату для сушки цукру. Внутрішня частина триступкового забірника повітря повинна бути облицьована плиткою, щоби забезпечити утримання чистоти на відповідному рівні. Крім цього, рекомендується аерозолювати його зсередини 5% розчином дезінфікуючого препарату (рис.1).

Транспортування білого цукру. Рекомендується докола транспортерів для вологого і су-

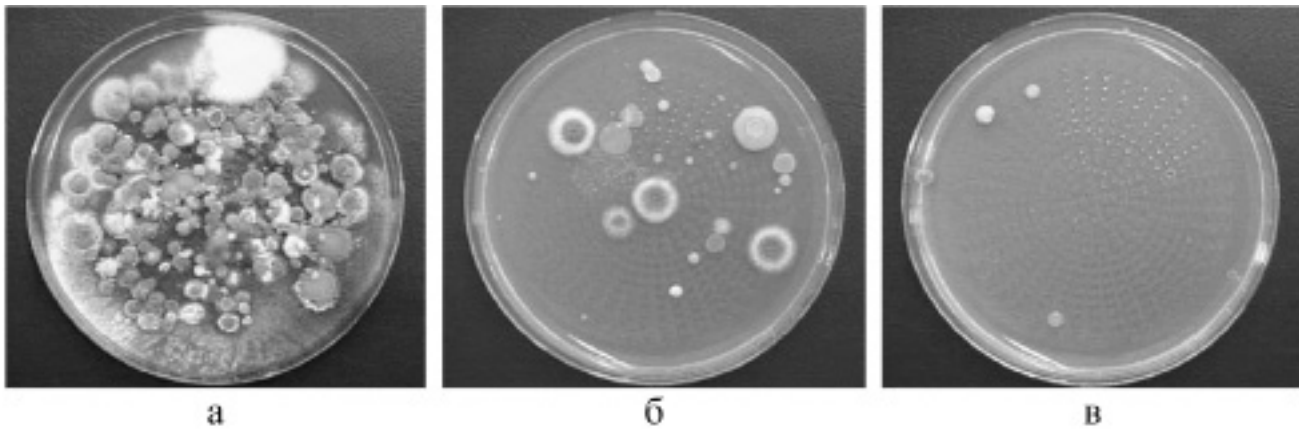


Рис. 1. Мікробіологічний аналіз проб повітря: а – проба повітря, забраного назовні будинку продуктового залу, звідки забирають повітря для сушок; б – проба повітря для сушки після фільтрації через тканину; в – проба повітря із забірника повітря після його дезінфекції.

хого цукру збудувати захисну конструкцію, щоби ізолювати їх від будь-яких забруднень, що існують у виробничому цеху. Над відкритими транспортерами рекомендується застосовувати ультрафіолетові лампи UV (0,5 м над транспортером).

Біля довгого транспортера цукру рекомендується також застосовувати ультрафіолетові лампи під закритими конвеєрами цукру та здійснювати дезінфекцію



Рис. 2. Приклад застосування ультрафіолетових ламп під транспортером цукру

шляхом обробки підлоги аерозолем безпосередньо під транспортером цукру (рис.2).

Приміщення, машини та обладнання. Стіни, підлоги, стелю та обладнання необхідно утримувати в чистоті. Поточне миття та дезінфекція дозволяють утримувати їх у належному гігієнічно-санітарному стані, а також зменшити ризик забруднення мікроорганізмами. Ефективність миття і дезінфекції можна оцінити шляхом проведення мікробіологічного аналізу (мазок). Місця та обладнання, що мають без-

посередній контакт з цукром, необхідно дезінфікувати за допомогою засобів, які характеризуються дуже швидким розкладом, позбавлені запахів і смаку. Процес здійснюється шляхом обробки аерозолем (рис.3).

Людина. Виробничий цех повинен бути ізолюваним приміщенням, доступ до якого мають тільки залучені там працівники та особи, які здійснюють нагляд за перебігом процесу. Працівники повинні мати актуальні медичні книжки, результати аналізів на інфекції та пройти необхідне навчання з санітарної підготовки. Більше того, необхідно у поточному режимі перевіряти їх стан здоров'я, чистоту та гігієну, контролювати зміну одягу, наглядати за виконанням інструкцій щодо миття рук (застосовувати для миття тільки бактерицидне мило, здійснювати мікробіологічну оцінку – мазки з рук).

Мокре знепилювання з установок для сушки та охолодження цукру. Важливим етапом дезінфекції технологічного процесу є дезінфекція мокрих уловлювачів цукрової пилу. Забруднення, яке з'являється на даному етапі, має значний вплив на вміст мікроорганізмів у цукрі. Даний етап найкраще дезінфікувати постійно, застосовуючи безперервну дезінфекцію за допомогою насоса, який дозує препарат «Гігієнізер» (Hygienizer) (рис.4).

У зв'язку з тим, що найчастіше речовина з мокрому уловлюва-

ча цукрової пилу скеровується до клеровочного котла, рекомендується її додаткова дезінфекція. Крім користі, яку дає ліквідація забруднення клеровки, застосування даного препарату забезпечує зменшення забарвлення клеровки. Препарат може застосовуватися також для знебарвлення утфелю перед центрифугою.

Пакування цукру. Отриманий на центрифугах вологий цукор з мікробіологічного погляду майже чистий, але на даному етапі може бути присутня теплостійка мікрофлора *Bacillus* і *Clostridium*. На наступних етапах виробництва кількість склероцій є трохи більшою, що доводить їх вторинне походження. Забруднення цукру бактеріальною мікрофлорою, а також дріжджами і пліснявою – це також результат вторинної інфекції. Галерея цукру, верх і низ силосу цукру, а також пакувальний відділ також вимагають постійного контролю з точки зору гігієни, оскільки тут існують такі ж загрози, як у «жовтому» та «білому» виробничих відділах. На даному етапі слід застосовувати препарати, здатність до біологічного розкладу яких дорівнює 100%, і які не внесуть до цукру стороннього смаку та запаху.

Результати мікробіологічних досліджень білого цукру після усунення потенційної загрози вторинного забруднення продуктового залу під час транспортування між операціями, наведені у **табл. 1.**



Рис. 3. Миття та дезінфекція машин, обладнання та підлоги



Рис. 4. Приклади застосування дезінфекційного засобу Гігієнізер

Таблиця 1

Результати мікробіологічних досліджень білого цукру після усунення потенційної загрози вторинного забруднення

Цукор з мішка [в 10 г]	Мезофільні бактерії: [CFU]		Осмолерантні: [CFU]		Термофільні аеробні бактерії: [CFU]	
	всього	термогенні	пліснява	дріжджі	всього	«пласко-кислі»
Цукровий завод А	200	0	0	0	0	0
	160	0	0	0	0	0
	135	15	0	0	20	20
Цукровий завод В	125	15	0	0	0	0
	15	0	0	0	10	10
	45	0	0	0	0	0

Висновки

Завдяки зверненню уваги на вищезгадані місця можливого забруднення або появи вторинних інфекцій та їх усунення вдається мінімізувати мікробіологічне забруднення усього технологічного ланцюга, а також білого цукру, який виготовляється на цукровому заводі. Виготовлення продукції, безпечної для здоров'я споживачів, досягається шляхом дотримання вимог системи НАССР, ISO 22 000, метою яких є визначення фізичної, хімічної та мікробіологічної загрози на усіх етапах виготовлення виробу, які можуть створити загрозу для здоров'я споживачів.

Список використаних джерел

1. Baryga A., Szczutkowska A., Nowacki J. Zwalczenie zakażeń mikrobiologicznych w procesie produkcji cukru *Gazeta Cukrownicza* 2004, nr 5, s. 134-137.
2. Baryga A. i in.: «Doskonalenie produkcji cukru białego w aspekcie bezpieczeństwa żywności», Wydawnictwo IBPR-S Oddział Cukrownictwa, Leszno 2009, ISBN-83-920172-6-9.
3. Devillers P.: *Ind. Aliment. Et Agricol.*, 1966, s. 181, 230.
4. Januszewicz I.: *Mikrobiologia w przemyśle cukrowniczym*, WNT, 1972, s. 99

5. Januszewicz I.: Wpływ środka dezynfekującego na obniżenie strat cukru w procesie ekstrakcji, *Gaz. cukrown.* 1996, nr 7, s. 124 – 126.

6. Kowalska M.: Ocena mikrobiologiczna cukru – przyczyny i sposoby zmniejszania wtórnego zakażenia cukru, *Gaz. cukrown.* 1995, nr 8, s. 147 – 150.

7. Schneider F.: *Zucker.*, 1968, t. 21, s. 437

8. Schneider H.: *Zucker.*, 1976, t. 29, s. 549

9. Waleriańczyk E.: Niektóre problemy dezynfekcji w przemyśle cukrowniczym. *Gaz. cukrown.* 1992, nr 1, s. 1-5.