

# Застосування дезінфікуючих засобів у виробництві цукру, проблеми та перспективи

**Н.М. Дмитруха**, доктор біологічних наук, провідний науковий співробітник, Державна установа «Інститут медицини праці Національної академії медичних наук України»

**Т.М. Короленко**, кандидат медичних наук, старший науковий співробітник, Державна установа «Інститут медицини праці Національної академії медичних наук України»

**Р.Б. Чаповська**, кандидат медичних наук, доцент кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності Національного університету «Львівська політехніка»

**Анджей Барига**, доктор інженер, директор відділу цукрівництва інституту біотехнології сільськогосподарства та харчової промисловості, Варшава, Польща

*В статті представлені дані літератури і власних досліджень стосовно мікробного забруднення на виробництвах цукру, застосування формаліну та інших засобів дезінфекції, визначення їх бактерицидних та токсичних властивостей.*

*Ключові слова: виробництво цукру, мікробне забруднення, дезінфікуючі засоби, формалін.*

*В статье представлены данные литературы и собственных исследований относительно микробного загрязнения на производствах сахара, применения формалина и других дезинфицирующих средств, определения их бактерицидных и токсических свойств.*

*Ключевые слова: производство сахара, микробное загрязнение, дезинфицирующие средства, формалин.*

*This article presents the data of literature and own studies of microbial contamination in the sugar manufacture, the use of formalin and other disinfectants, determine their bactericidal and toxic properties.*

*Key words: sugar production, microbial contamination, disinfectants, formalin.*

**В**иробництво високоякісних продуктів харчування, безпечних для здоров'я людини є головним завданням для підприємств харчової і переробної промисловості. Для цього на виробництвах застосовують відповідні системи контролю якості продукції, сучасні технологічні лінії, санітарно-гігієнічні заходи та процедури [1]. Оскільки цукор є сировиною для багатьох галузей харчової промисловості, це стосується і виробництва цукру.

**Мікробне забруднення – загроза виробництву цукру.**

Джерелами забруднення сапрофітною і патогенною мікрофлорою у виробництві цукру можуть бути: сировина, технологічний процес, складування та транспортування готового продукту. Мікробіологічні процеси, які відбуваються при виробництві цукру спричиняють значні втрати сировини та сахарози, негативно впливають на показники якості технологічних продуктів і вихід цукру. Наявність мікрофлори у самому цукрі може бути причиною зниження термінів придатності різних харчових продуктів [2].

На сьогодні цукор в Україні виробляють з цукрових буряків та тростинного цукру-сирцю. При виробництві цукру з буряків мікробне забруднен-

ня зазвичай відбувається на наступних виробничих ділянках:

- зберігання цукрових буряків у кагатах;
- екстрагування сахарози з бурякової стружки;
- механічне очищення дифузійного соку від мезги;
- фільтрування соків.

Крім того мікроорганізми можуть бути присутні в місцях розливу цукровмісних продуктів, технологічному обладнанні (пульповловлювачі, фільтри), устаткуванні для зберігання та транспортування продуктів (елеватор буряків, збірники розливів, конвеєр цукру тощо).

Значний вміст мікроорганізмів у продуктах виробництва може спостерігатись при порушеннях технологічного режиму та недотриманні санітарно-гігієнічних умов. Слід відзначити, що особливі технологічні режими процесів отримання бурякового цукру (висока температура, наявність сухих речовин більшої частини проміжних продуктів) пригнічують життєдіяльність мікроорганізмів. Проте, мікроорганізми, що надходять у виробництво з сировиною, водою, повітрям інтенсивно розвиваються на технологічних ділянках, де температура нижче 75°C та в продуктах з вмістом

сухих речовин менше 70%. Розмноження мікроорганізмів у дифузійному апараті може проявлятися в утворенні кислоти та газу, розкладанні сахарози, утворенні інвертного цукру і слизу, а також корозії металевого обладнання. Все це призводить до значних втрат сахарози і зниження якості дифузійного соку [2].

Серед мікроорганізмів на виробництві цукру з буряків виділені мікрококи виду *Leuconostoc*, зокрема, *Leuconostoc mesenteroides*. При значному забрудненні ними буряків відбувається інтенсивний розвиток слизоутворювальних колоній. Утворення слизу збільшує в'язкість дифузійного соку, сприяє перетворенню глюкози на декстран. На коренеплодах можуть бути присутні також бактерії *Bacillus* (*Bac. mycoides*, *Bac. mesentericus*, *Bac. subtilis*) дріжджі роду *Saccharomyces*, які руйнують структуру клітковини, зброджують сахарозу клітинного соку до спирту та CO<sub>2</sub>, що також знижує вміст сахарози [2] (табл. 1).

При виробництві цукру з тростинного цукру-сирцю формування мікрофлори залежить від умов переробки цукрової тростини, транспортування та зберігання цукру-сирцю. Джерелом потрапляння мікроорганізмів у виробництво є стебла і листя тростини, вода, повітря, ґрунт. Мікробна забрудненість в значній мірі залежить від вологості продукту. За умови неналежного транспорту-

вання та зберігання сировини відбувається її контамінація різними видами мікроорганізмів, серед яких найбільш небезпечними є міцеліальні гриби *Aspergillus*, *Penicillium*, *Monilia*. Розмноження грибів зумовлює інверсійне розкладання сахарози в плівці, що оточує кристали цукру-сирцю. Забруднення сировини молочнокислими бактеріями *Granulobacter saccharobutiricum*, *Clostridium saccharomiticus* стимулює перетворення сахарози у полісахарид леван. Все це приводить до зниження виходу і якості цукру [3] (табл. 1).

Виходячи з вищезазначеного, дезінфекція на підприємствах з виробництва цукру повинна проводитися з урахуванням специфічності сировини, мікрофлори та особливостей технологічного процесу. При цьому необхідно контролювати як сировину, сам технологічний процес, так і готовий продукт.

Отже, з урахуванням викладеного вище, дезінфекція, яка проводиться на виробництві цукру з цукрових буряків включає [2]:

- Поверхневу дезінфекцію буряків після миття.
- Дезінфекцію контейнера над бурякорізками і бункера під бурякорізками.
- Дезінфекцію подрібненого буряка на конвеєрі, який транспортує його до екстрактора.
- Дезінфекцію води з під преса.
- Дезінфекцію екстрактора.
- Дезінфекцію сирого соку.

Таблиця 1

Забруднення мікроорганізмами на виробництвах цукру та їх наслідки

Мікроорганізми	Місце знаходження	Мікробіологічний процес	Наслідки
<b>Виробництво цукру з буряків</b>			
<i>Corynebacterium beticola</i> , <i>Pseudomonas fluorescences</i> , <i>Ervinia</i>	Коренеплоди буряків	Руйнування клітинних стінок, початковий етап розвитку слизистого бактеріозу	Втрата структури бурякової тканини
Дріжджі <i>Saccharomyces</i>	Коренеплоди буряків	Збродження сахарози клітинного соку до спирту та CO <sub>2</sub>	Розкладання сахарози, зниження її вмісту
<i>Leuconostoc</i> : <i>L. mesenteroides</i> , <i>L. dextranicum</i>	Коренеплоди буряків, дифузійні апарати, випарна установка, циклони на сушці, елеватор	Утворення слизу	Підвищення в'язкості соку, перетворення глюкози на декстран
<i>Bacillus</i> : <i>Bac. mycoides</i> , <i>Bac. mesentericus</i> , <i>Bac. subtilis</i>	Живильна вода, бурякова стружка, дифузійний сік	Гідроліз протеїнів до амінокислот та аміаку	Накопичення амінокислот, аміаку
<b>Виробництво цукру з тростинного цукру-сирцю</b>			
Міцеліальні гриби: <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Monilia</i>	Цукор-сирець	Інверсійне розкладання сахарози в плівці, що оточує кристали цукру-сирцю	Гігроскопічність сирцю, зниження вмісту сахарози
Дріжджі <i>Torulopsis</i>	Цукор-сирець	Зброджують інвертований цукор з утворенням спирту і CO <sub>2</sub>	Зниження вмісту сахарози
<i>Granulobacter saccharobutiricum</i> , <i>Clostridium saccharomiticus</i>	Клеровка цукру-сирцю	Перетворення сахарози у полісахарид леван	Зниження вмісту сахарози
<i>Bacillus</i> : <i>Bac. subtilis</i> <i>Bac. mesentericus</i> , <i>Bac. levaniformans</i>	Промивна вода, клеровка цукру-сирцю	Перетворення сахарози на полісахарид леван	Зниження вмісту сахарози

- Дезінфекцію технологічного обладнання (сушильних агрегатів і охолоджувачів цукру).

- Дезінфекцію виробничих приміщень.

Гігієнічні заходи при виробництві цукру з тростинного цукру-сирцю включають застосування дезінфікуючих засобів для обробки промивних вод, клеровки цукру-сирцю, періодичного оброблення фільтрувальної тканини, дезінфекцію приміщень

При виробництві цукру за звичайною технологією використовуються дезінфектанти: формалін, хлорне вапно, речовини аміної групи, а також комбінації з вище перерахованих речовин, пероксид водню та інші.

### **Формалін, його властивості та вплив на організм людини і тварин.**

Одним з найбільш популярних засобів дезінфекції на українських цукрових заводах, особливо на початку 90-х років ХХ століття був формалін (40% розчин формальдегіду). Це обумовлено високою бактерицидністю та низькою ціною формаліну порівняно з іншими дезінфікуючими препаратами. Кількість формаліну, який додають у дифузійні апарати та частота його введення визначаються ступенем мікробного забруднення дифузійного соку і коливається в межах 0,015–0,1% до маси буряка [4].

Слід нагадати, що бактерицидні властивості формальдегіду (ФА) вперше встановлені О. Loew і Е. Fischer в 1886 році. Спочатку ФА і препарати на його основі використовували для бальзамування та консервування в медицині. Промислове використання ФА пов'язано з його властивостями проявляти дублячу, антисептичну та дезодоруючу дію [5].

Згодом встановлено, що формальдегід – це сильна отрута драгівливої дії, яка вражає центральну нервову систему (ЦНС), особливо зорові горби, та викликає дистрофічні зміни паренхіматозних органів (печінка, нирки). За ступенем токсичного впливу на організм людини і теплокровних тварин його віднесено до групи речовин другого класу високотоксичних речовин. Максимально допустима концентрація ФА в повітрі за даними Американської асоціації стандартів становить 10 частин на мільйон частин повітря або 0,012 мг/л при 25°C і нормальному атмосферному тиску. Зазначена концентрація вважається допустимою при тривалості впливу ФА не більше 8 годин на день. Також показано, що його найменша концентрація, яка визначається за запахом становить 0,00008%, а концентрація, що викликає подразнення слизових оболонок очей і верхніх дихальних шляхів - 0,0005%. Порогова доза ФА в США – становить 2,5 мг/м<sup>3</sup>. Проте, легку подразнювальну дію ФА на слизові оболонки очей і дихальних шляхів визначено в приміщеннях при концентрації від 0,001 до 0,0095 мг/л. Максимально допустимі рівні вмісту ФА у повітрі житлових приміщень, що прийняті і діють у різних країнах, відповідно складають: Німеччина, Нідерланди, Швеція - 0,12 мг/м<sup>3</sup>; Данія - 0,15 мг/м<sup>3</sup>. Гранич-

но допустима концентрація ФА у повітрі робочої зони виробничих приміщень у колишньому СРСР становила 0,5 мг/м<sup>3</sup> [6, 7].

Враховуючи те, що формалін внесений до списку канцерогенних речовин, відноситься до 2-ого класу небезпеки (високотоксичних речовин), негативно впливає на дихальні шляхи, очі, шкірний покрив, а також є нейротропною отрутою, на сьогодні ставиться питання про заборону його використання як засобу для дезінфекції, у тому числі, і на цукрових заводах.

Так, з урахуванням несприятливого впливу формаліну на організм з метою захисту життя і здоров'я людей, його використання в харчовій промисловості заборонено в США, Європі і Російській Федерації. Відповідно до Закону Киргизької Республіки «Про основи технічного регулювання» розроблений та прийнятий технічний регламент «Про безпеку цукру», згідно з яким у виробництві білого цукру не допускається використання антимікробного засобу формальдегіду, барвників та ароматизаторів [8].

### **Застосування сучасних засобів дезінфекції у цукровому виробництві.**

Сьогодні у світі проводиться інтенсивний пошук і розробка дезінфікуючих препаратів нового покоління, які б були безпечні для здоров'я людини і не забруднювали навколишнє середовище. Відповідно до сучасних вимог, хімічні сполуки, що використовуються в якості діючої речовини у складі дезінфікуючих засобів, повинні мати широкий спектр антимікробної дії, (бути активними до патогенних, умовно-патогенних мікроорганізмів і сапрофітної мікрофлори, специфічної для цукрового виробництва), піддаватись повній біодеградації. Вони не повинні впливати на якість соку та готової продукції [4].

Серед відомих груп дезінфікуючих засобів найбільш ефективними визнані препарати, що містять активний кисень - пероксид водню, надтонову кислоту і пероксомосірчану кислоту (кислота Каро).

Аналіз представлених на ринку України дезінфікуючих засобів для харчової та обробної промисловості, дозволяє зробити раціональний вибір тих препаратів, які були б максимально ефективні в тій чи іншій галузі.

Для проведення санітарно-гігієнічних заходів на підприємства допускається використання дезінфікуючих та мийно-дезінфікуючих засобів, до яких пред'являють досить жорсткі вимоги з точки зору їх безпеки. Зокрема, регламентація і дотримання регламентованого рівня дезінфектантів у повітрі робочої зони, атмосферному повітрі населених місць, воді і водних об'єктах господарсько-питного призначення. Такий підхід гарантує повну безпеку самих дезінфікуючих засобів та харчових продуктів [9, 10].

**Метою роботи** було узагальнення даних літе-

ратури та результатів власних досліджень стосовно мікробного забруднення, визначення бактерицидних та токсичних можливостей дезінфікуючих засобів, які застосовують при виробництві цукру.

#### Матеріал та методи дослідження

Нами проведено оцінку 4 препаратів: «Біопомс» і «Біостерид міцний», виробник HIGIENIX (Польща); «Жавель-Клейд», виробник Societe Nouvelle Clade nf «Каморан» фірми LILLY FRANCE ELANCO Sante Animale (Франція), що володіють широким спектром бактерицидної дії, а також містять інгібітори корозії для захисту технологічної апаратури.

Засіб «Біопомс», який складається з надсірчаної кислоти (<40%); пероксиду водню (<35%); кислоти сірчаної (<20%), призначений для дезінфекції поверхні буряків та бурякової стружки, соку, технологічної води, машин і обладнання, трубопроводів, а також поверхонь виробничих цехів. Препарат «Біостерид міцний» складається з надоцтової кислоти (12,0 - 16,0%); пероксиду водню (<25,0%); оцтової кислоти (<30,0%). Засіб використовується в робочих концентраціях: 0,1%; 1,75%; 2,0% (за препаратом). Діючою речовиною препарату «Жавель-Клейд» є натрієва сіль дихлорізоціанурової кислоти (80,0-82,0%), а також адипінова кислота (10,0%) і карбонат натрію (10,0%). Діючою речовиною засобу «Каморан» є сіль мононензин натрію (77,0-87,0%), до складу входять силікагель (3,0%), лаурил сульфат натрію (10,0-20,0%).

Для оцінки бактерицидних властивостей препаратів використані мікроорганізми: бактерії роду *Bacillus*, *Pseudomonas*, *E-coli*; слизоутворювальні бактерії роду *Leuconostoc*, плісняві гриби *Aspergillus i Penicillum*, дріжджі роду

казали, що робочі розчини засобу «Біопомс» володіють бактерицидною активністю, а саме, 0,4% розчин (за препаратом) проявляв високу бактерицидну дію на бактерії *Pseudomonas aeruginosa*, *E.coli*, *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus*. Протигрибкова дія препарату визначена у концентрації 0,8% для *Candida albicans*, а для *Aspergillus niger* - 2,0%. Також встановлена ефективна бактерицидна дія засобу проти слизоутворюючих бактерій *Leuconostoc mesenteroides*.

Результати дослідження біоцидних властивостей засобу «Біостерид міцний» свідчать, що він виявляє високу бактерицидну та фунгіцидну активність по відношенню до обраних для тестування мікроорганізмів, а також до грибів роду *Candida*.

Встановлено, що дезінфікуючий засіб «Жавель-Клейд» у робочих концентраціях 0,5-2,0% є активним по відношенню як до грамнегативних, так і грампозитивних мікроорганізмів, грибів та дріжджів.

Дослідження засобу «Каморан» показали, що він має високу антимікробну дію по відношенню до бактерій роду *Bacillus*, *E-coli*. Засіб має високу ефективність щодо слизоутворювальних мікроорганізмів *Leuconostoc mesenteroides* в діапазоні концентрацій діючої речовини 0,002 і 0,004 г, проте його фунгіцидна активність щодо пліснявих грибів *Aspergillus i Penicillum* є найнижчою.

Виконані токсикологічні дослідження дозволили оцінити клас безпеки досліджуваних дезінфікуючих препаратів (табл. 2).

Встановлено, що концентрат засобу «Біопомс» має виражену подразнювальну дію на шкіру (викликає опіки) та слизові оболонки очей (пошко-

Таблиця 2

#### Показники токсичності досліджуваних дезінфікуючих препаратів

Об'єкт дослідження	Досліджувані препарати, клас безпеки			
	Біопомс	Біостерид міцний	Жавель-Клейд	Каморан
Концентрований препарат	3	3	3,4	3
Робочі розчини препарату	4	4	4	4,3

*Saccharomyces*. Чутливість мікроорганізмів до препаратів досліджували методом лунок в товщі агару [11]. Культивування мікроорганізмів проводили на поживних середовищах (м'ясопептонний агар, середовище Чапика).

Токсикологічні дослідження виконані на щурах, мурчаках і кролях, які утримувались в стандартних умовах віварію. Токсичність визначали за умови інгаляційного, внутрішньошлункового надходження (щурі), нанесення на шкіру (мурчаки) та в кон'юнктиву ока (кролі) [12]. Всі маніпуляції на тваринах здійснювали відповідно до «Положення про використання лабораторних тварин в біомедичних дослідках».

#### Результати дослідження

Результати мікробіологічних досліджень по-

дження рогівки). При повторних аплікаціях робочих розчинів засобу на шкіру не встановлено місцево-подразнювальної та сенсibiliзуювальної дії. За параметрами гострої токсичності концентрат засобу «Біопомс» відноситься до 3 класу - помірно небезпечних речовин, робочі розчини - до 4 класу малонебезпечних речовин (за ГОСТ 12.1.007-76).

Засіб «Біостерид міцний» при однократному нанесенні на шкіру білих щурів в концентрації 0,5% викликає незначну гіперемію шкіряних покровів, проте більш концентровані розчини проявляють і більш виразну подразнювальну дію. При введенні в кон'юнктиву ока кролів 0,1 мл 1% засобу «Біостерид міцний» відмічено виразну подразнювальну дію на слизові оболонки очей, що проявляється гіперемією слизової оболонки, набря-

ком верхньої повіки, сльозотечею відразу після введення. Отже, подразнювальна дія засобу «Біостерид міцний» залежить від концентрації робочого розчину. Засіб не проявляв сенсibiliзувальної активності. За параметрами гострої токсичності при внутрішньошлунковому введенні шурам засіб «Біостерид міцний» відноситься до 3 класу помірно небезпечних речовин, а робочі розчини - до 4 класу малонебезпечних речовин.

Засіб «Жавель-Клейд» при однократному нанесенні на шкіру виявляє слабку подразнювальну дію, при повторних аплікаціях спостерігається сухість шкіри. Після введення в кон'юнктиву ока кролів 50 мл засобу визначалась гіперемія кон'юнктиви, набряк і виділення. Сенсibiliзувальні властивості не встановлені. За параметрами гострої токсичності «Жавель-Клейд» відноситься до 3 класу помірно небезпечних речовин при введенні в шлунок лабораторних тварин та до 4 класу малонебезпечних речовин при нанесенні на шкіру та в умовах інгаляції.

Діюча речовина препарату «Каморан» відноситься до 3 класу помірно небезпечних речовин. Препарат може спричинити місцево подразнювальну дію на шкіру, слизові оболонки очей та органів дихання.

З урахуванням визначених токсичних властивостей, слідує, що приміщення, де працюють із зазначеними вище дезінфікуючими засобами, має бути обладнане припливно-витяжною вентиляцією. При роботі із засобами «Біопомс», «Біостерид міцний», «Жавель-Клейд» і «Каморан» необхідно дотримуватися правил техніки безпеки, які сформульовані і викладені в типових інструкціях для кожного препарату [13, 14, 15, 16].

### Висновок

Аналіз та узагальнення представлених матеріалів дозволяють дійти висновків:

1. Враховуючи те, що формалін внесений до списку канцерогенних речовин, відноситься до 2-ого класу небезпеки (високотоксичних речовин), негативно впливає на дихальні шляхи, очі, шкірний покрив, є нейротропною отрутою необхідно ставити питання про заборону його використання як засобу для дезінфекції у цукровому виробництві.

2. У виробництві цукру для обробки сировини, технологічного обладнання, інвентарю необхідно застосовувати дезінфекційні препарати, які були б максимально ефективні відносно мікробного забруднення, не впливали на якість соків та готової продукції, а також були безпечними для здоров'я людини і навколишнього середовища.

### Список використаних джерел

1. Драчева Л. Якість і безпека харчових продуктів / Л. Драчева // Харчова і переробна промис-

ловість. – 2007. – № 1. – С.15-18.

2. *Находкина В.З.* Микробиология и микробиологический контроль в свекло-сахарном производстве / В.З. Находкина. – М.: Пищевая промышленность, 1975. – 94 с.

3. *Скорик К.Д.* Лабораторний практикум для працівників цукрових заводів : Навч. Посібник / К.Д. Скорик, В.О. Нагорна. – К. : ПК, 2001. – 97 с.

4. *Гудзь О.В.* Порядок применения дезинфекционных средств в пищевой и перерабатывающей промышленности / О.В. Гудзь // Провизор. – 2001. – № 10.

5. *Формальдегид.* <http://ru.wikipedia.org/wiki>.

6. *Формальдегид.* Свойства и применение. [http://c-a-m.narod.ru/material/formaldegid\\_metanal.html](http://c-a-m.narod.ru/material/formaldegid_metanal.html)

7. *Влияние формальдегида на человека.* <http://www.dishisvobodno.ru/formaldehyde.html>

8. Барыга А. Внедрение системы качества в пищевую промышленность, / Анджей Барыга. – Львов: ООО «СПОЛОМ», 2009. – 262 с.

9. *Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними і біологічними речовинами): ДСП-201-97/ МОЗ України.* Затв. 9.07.97. – Київ, 1997 р.

10. *Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений СанПиН 4630-88/ Загл . обл.: Збірник важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. МЗ ССРСР. Введ. 1.01.89. – М., 1989. – С. 139–205.*

11. *Слюсаренко Т.П.* Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств /Т.П. Слюсаренко. – М. : Легк. и пищ. промышленность, 1984. – 208 с.

12. *Методы определения токсичности и опасности химических веществ /* Под ред. И.В. Саноцкого. – М. : Медицина, 1970. – 343 с.

13. *Інструкції із застосування дезінфікуючого засобу «Біопомс» для дезінфекції технологічного процесу виробництва цукру.* – Київ. – 2008. – 7 с.

14. *Інструкції із застосування дезінфікуючого засобу «Біостерид міцний» для дезінфекції технологічного процесу виробництва цукру.* – Київ. – 2010. – 9 с.

15. *Технологічна інструкція по застосуванню дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» виробництва «Societe Nouvelle Clade» Франція для дезінфекції напівпродуктів, обладнання, технологічних вод на підприємствах цукрової галузі.* – Київ. – 2007. – 16 с.

16. *Технологічна інструкція із застосування дезінфікуючого засобу «Каморан» виробництва фірми LILLY FRANCE ELANCO Sante Animale (Франція) для зменшення мікробіологічного забруднення сировини, напівпродуктів, обладнання, технологічних вод на підприємствах цукрової галузі.* – Київ. – 2012. – 35 с.