



УДК 664.1.03

BIOFILMS AS A PHENOMENON IN THE SUGAR INDUSTRY
БІОПЛІВКИ ЯК ЯВИЩЕ У ЦУКРОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**Sheiko T. / Шейко Т. В**

ORCID ID: 0000-0002-0559-1335

*Institute of Postgraduate Education of the National University of Food Technologies,
Kyiv, Ukraine**Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій,
Київ, Україна***Zaslavskiy O. / Заславський О. М.**

ORCID ID: 0000-0001-8545-5554

Stanislaviv S. / Станіславів С. І.

ORCID ID: 0000-0003-2726-3671

*The Ukrainian State Scientific Research Institute "Resurs", Kyiv, Ukraine
Український державний НДІ «Ресурс», м. Київ, Україна*

Анотація. Детально розглянуто проблему утворення мікробіологічної біоплівки у процесі отримання дифузійного соку в цукровій промисловості. Її структуру та основні складові, перетворення та характеристики. Описано в види контамінуючої мікрофлори дифузійного соку та їх вплив на невраховані втрати цукрози у процесі виробництва цукру.

Ключові слова: цукрова промисловість, дифузійний сік, мікробіологія, біоплівка, цукор.

Вступ.

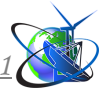
Формування біоплівки є складовою життєвого процесу більшості мікроорганізмів та успішною стратегією захисту бактерій від несприятливих факторів середовища. Зазвичай біоплівки утворюються мікробними спільнотами на поверхні розділу фаз.

Біоплівки можуть формуватися бактеріями одного виду, або формують спільноти, що розвиваються з багатьох видів бактерій, а також можуть містити інші мікроорганізми. По суті біоплівка - це мікробне співтовариство, що складається з мікробних клітин, які прикріплені до поверхні або один до одного, поміщені в матрикс синтезованих ними позаклітинних полімерних речовин.

Основний текст.

На сьогоднішній день не існує засобів здатних швидко і якісно повністю видалити біоплівку. Сучасні напрями націлені подолання екстрацелюлярного шару біоплівки. Екзополімерний матрикс біоплівки може обмежувати дифузію речовин та зв'язувати антимікробні препарати. Позаклітинні полімерні речовини, що становлять матрикс, є дифузійним бар'єром для молекул антимікробних речовин. Негативно заряджені екзополісахариди дуже ефективно захищають клітини біоплівки від гідрофільних та позитивно заряджених антимікробних препаратів

Наявність біополімерних матриксів, що оточують біоплівки та здатних перешкоджати дифузії поживних речовин, а також накопичення метаболітів за рахунок великої щільності клітин усередині біоплівок створює для бактерій умови росту з обмеженим доступом кисню та недостатньою кількістю продуктів харчування, подібні до умов росту клітин у стаціонарній фазі.



Вважається, що за фізіологічним станом і метаболічною активністю клітини, що живуть у складі біоплівки, швидше подібні до клітин стаціонарної фази росту, ніж з активно зростаючими. Це може бути однією з причин підвищеної резистентності до несприятливих факторів клітин бактерій у біоплівках, оскільки відомо, що у фазі уповільнення росту та стаціонарної фази вони більш стійкі до дії антибактеріальних агентів [1,2].

Дія більшості антимікробних препаратів направлена на клітини, що активно діляться. Фактично всі антимікробні та антибактеріальні препарати більш ефективні щодо швидко зростаючих клітин і слабко ефективні щодо мікроорганізмів, що не ростуть. Біоплівки можуть збільшувати поширення резистентних бактерій. Це особливо небезпечно у разі їх зростання на виробництві.

На даний момент найбільш перспективними є такі напрями боротьби з біоплівками: 1) запобігання первинному інфікуванню середовищ та поверхонь; 2) мінімізація початкової адгезії мікробних клітин; 3) розробка методів проникнення через матрикс біоплівки різних біоцидів; 4) блокування синтезу чи руйнування матриксу; 5) порушення міжклітинного обміну інформацією.

Більшість біоцидів, які використовуються у цукровій промисловості спрямовані на пригнічення зростання та знищення планктонних форм мікроорганізмів. В основному механізми їх дії пов'язані з пригніченням дихання та обмінних процесів мікроорганізмів, розривом клітинної мембрани [3,4].

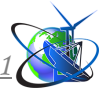
Стратегії впливу на біоплівку в основному спрямовані на покращення відкріплення її від поверхні, ослаблення структури матриксу та покращення проникнення біоциду до мікроорганізмів.

Саме активний розвиток мікрофлори призводить до неврахованих втрат сахарози у виробництві, обволікання технологічного обладнання стабільною біоплівкою та сильного зниження якості напівпродуктів виробництва і, відповідно, до зниження якості готової продукції.

Механізм розчинення полісахаридної частини екзополімерного матриксу полягає у здатності нашого препарату розривати 1,4 та 1,6 глікозидні зв'язки молекули полісахариду і таким чином дробити довгий ланцюжок полісахариду на моносахариди.

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

За переробки буряків низької якості або підморожених у дифузійному соку розмножуються також молочнокислі бактерії *Leuconostoc*, *Lactobacterium plantarum* і особливо *Leuconostoc dextranicum*, *Leuconostoc mesenteroides*. Через розмноження слизоутворюючих бактерій роду *Leuconostoc* дифузійний сік ослизняється, стає в'язким, має погіршену фільтраційну здатність. Клітини цих бактерій стійкі до підвищених температур та дії низки антисептиків, оскільки утворюються мікро- та макрокапсули з багатошаровими слизовими чохлами



[5].

Для боротьби з цими мікроорганізмами використовуються спеціальні хімічні речовини або суміші речовин - антисептичні препарати.

Зараз на ринку хімічних речовин пропонується широкий спектр антисептичних препаратів для дезінфекції дифузних установок.

Переробка буряків низької якості призводить до перевитрати додаткових реагентів (у тому числі й витрат вапнякового каменю і енергоносіїв) та створює проблеми у технологічному процесі, зокрема утворення стійкого шару піни, ускладнення роботи фільтрувального обладнання, інкрустації нерозчинних солей на поверхні фільтрувальної тканини, наростання вмісту кальцію в напівпродуктах, зниження натуральної лужності, що потребує додавання в технологічний процес гідроксиду натрію або соди

Невраховані втрати сахарози від розкладання становлять 0,15 – 0,40% від маси цукрових буряків. На величину неврахованих втрат впливає якісний та кількісний склад нецукрів, які перейшли в дифузійний сік і мають бути враховані та ідентифіковані у процесі переробки. Йдеться, зокрема, про редукуючі речовини, білкові, пектинові, азотовмісні, целюлозу, сапоніну, а також про вміст золи, мікроелементів і ряду органічних кислот.

При переробці буряків підморожених, уражених хворобами або мікробіологічно заражених виникає необхідність визначення та усунення декстрану і левану, так як ці полісахариди утворюються в результаті дії мікроорганізмів і є оптично активними, що вносить істотну похибку до вимірювання дійсного вмісту сахарози.

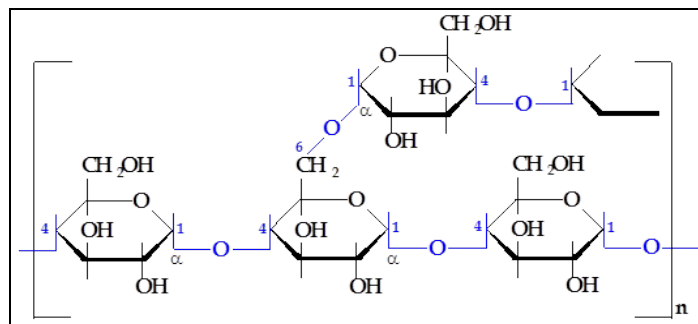


Рисунок 1 - Структура молекули полісахариду

На цукрових заводах проводять процес екстракції сахарози з бурякової стружки так, що в сирому жомі при виході з дифузійної установки вміст сахарози складав близько 0,3% до маси буряків. За умови використання на виробництві жомових пресів глибокого віджиму та повернення погано очищеної жомопресової води в дифузійну установку, значно знижується якість дифузійного соку, за рахунок повернення в процес значної кількості нецукрів, переважно високомолекулярних сполук.

Також у процесі дифузії мають місце втрати сахарози від розкладання внаслідок її інвертування під дією внутрішніх клітинних ферментів (інвертази), життєдіяльності мікроорганізмів, що продукують кислоти та кислотного каталізу. Нормативні допустимі втрати сахарози від розкладання дифузійної установки становлять 0,15 - 0,18% до маси буряків, але реально вони значно більше і можуть досягти 0,8 - 1% до маси буряків [6].



Висновки.

Для зниження неврахованих втрат сахарози та підвищення якості напівпродуктів цукрового виробництва необхідно провести підбір антисептичного широкого спектру дії на всю контамінуючу мікрофлору дифузійного соку, що не викличе її резистентності, а також зруйнує існуючу мікробіологічну біоплівку та застереже технологічний процес від утворення нової.

Література.

1. Ceri H, Olson ME, Stremick C, Read RR, Morck D, Buret A. The Calgary Biofilm Device: new technology for rapid determination of antibiotic susceptibilities of bacterial biofilms // J Clin Microbiol. 1999 Jun;37(6):1771-6.
2. Hans-Curt Flemming, Ulrich Szewzyk, Jost Wingender Biofilm Highlights (Springer Series on Biofilms Book 5), 2011. 256 P.
3. Kapil Jhajharia, Abhishek Parolia, K Vikram Shetty, Lata Kiran Mehta Biofilm in endodontics: a review // Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry, 2015/1, P.1-5
4. Robert J. C. McLean, a Joseph S. Lam, b and Lori L. Grahamc Training the Biofilm Generation—a Tribute to J. W. Costerton // Journal of Bacteriology, December 2012 Volume 194 Number 24, P. 6706 – 6711
5. Н.А. Гусятинська, Т.М. Нечипор Ефективність сучасних дезінфектантів при переробленні цукрових буряків, уражених бактеріями роду *Leuconostoc* // Food technology scientific Works of NUFT? 2017. Volume 23, issue 6 p.109-206
6. Т.В. Шейко, С.В. Ткаченко, Л.М. Хомічак, С.Т. Олійнічук, Ю.І. Заїка Шляхи вирішення проблеми пінення напівпродуктів цукрового виробництва // XI Всеукраїнська конференція молодих вчених «МОЛОДІ ВЧЕНІ 2020 – ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ» 12 березня 2020 р., м. Дніпро, Україна ISBN 978-617-7433-93-3

Abstract. The problem of microbiological biofilm formation in the process of obtaining diffusion juice in the sugar industry is considered in detail. Its structure and main components, transformations and characteristics. Described in the types of contaminating microflora of diffusion juice and their influence on unaccounted losses of sucrose in the process of sugar production.

Key words: sugar industry, diffusion juice, microbiology, biofilm, sugar.

Статья отправлена: 25.06.2022 г.

© Шейко Т. В.