

Технологічні аспекти перероблення буряків, уражених слизистим бактеріозом

Н.А. Гусятинська, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології цукру та підготовки води, Національний університет харчових технологій

Т.М. Нечипор, аспірант кафедри технології цукру та підготовки води, Національний університет харчових технологій

У статті досліджено вплив декстрану на технологічну якість дифузійного та очищеного соків. Підтверджено, що в результаті наявності декстрану спотворюється показник вмісту сахарози за методом прямої поляризації, що призводить до його завищення порівняно з дійсним значенням. Встановлено високу ефективність сучасних дезінфікуючих засобів, зокрема засобу «Каморан» щодо пригнічення розвитку слизоутворювальних бактерій. Підтверджено можливість їх використання на різних технологічних стадіях бурякоцукрового виробництва для попередження розвитку слизистого бактеріозу.

Ключові слова: декстран, слизоутворювальні бактерії, очищення соку, дезінфікуючі засоби.

В статье исследовано негативное влияние декстрана на технологическое качество диффузионного и очищенного соков. Подтверждено, что в результате наличия декстрана искажается показатель содержания сахарозы по методу прямой поляризации, что приводит к его увеличению по сравнению с реальным значением. Установлена высокая эффективность современных дезинфицирующих средств, в том числе средства «Каморан» к подавлению развития слизееобразующих бактерий и возможность их использования на различных технологических стадиях свеклосахарного производства для предупреждения развития слизистого бактериоза.

Ключевые слова: декстран, слизееобразующие бактерии, очистка сока, дезинфицирующие средства.

In the article investigated the impact of dextran on the technological quality of the diffusion and cleared juices. Confirmed that as a result of the presence of dextran distorted the indicator by sucrose content by direct polarization method that leads to overestimation compared to its actual value. Established the high efficiency of modern disinfectants, including product "Kamoran" on inhibition of development of slimeforming bacteria. Confirmed the possibility of their use in various manufacturing stages of sugar beet production for the prevention of development of mucous bacteriosis.

Keywords: dextran, slimeforming bacteria, juice purification, disinfectants.

Технологічна якість сировини у бурякоцукровому виробництві є одним з основних чинників, що суттєво впливають на процес перероблення цукрових буряків, вихід та якість готової продукції – білого цукру. В той же час, підприємствами переробляється сировина, що не завжди відповідає вимогам якості, зокрема

має високий рівень механічних пошкоджень та мікробіологічного ураження. Найбільш поширеним видом бактеріального захворювання цукрових буряків є слизистий бактеріоз. Внаслідок ураження коренеплодів в буряковому соку утворюється декстран, наявність якого спричинює не лише прямі втрати сахарози, але й створює значні про-

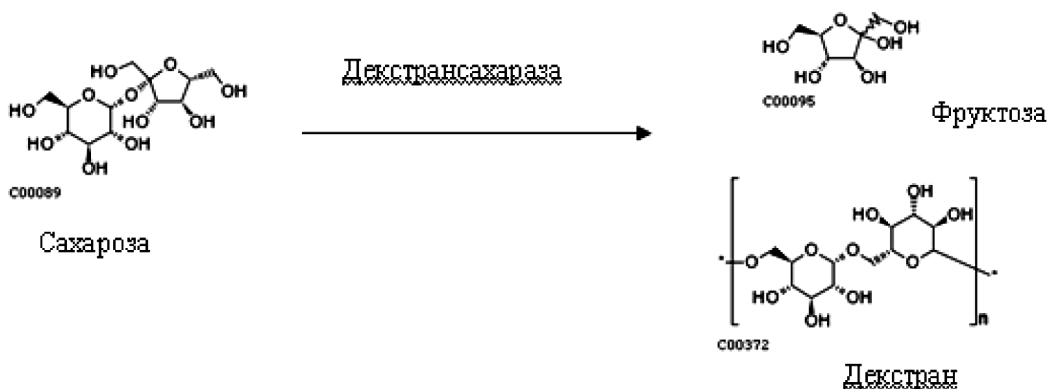


Рис. 1. Синтез декстрану *Leuconostoc mesenteroides* із сахарози

блеми у виробництві, що тим самим призводить до фінансових збитків підприємства.

Декстран, який виявляється в напівпродуктах бурякоцукрового виробництва, найчастіше утворюється бактеріями родів *Leuconostoc*, *Lactobacillus* і *Streptococcus*. Найбільш поширеним видом серед слизоутворювальних бактерій, що зустрічаються на цукрових заводах, є *Leuconostoc mesenteroides*. Утворення декстрану бактеріями роду *Leuconostoc mesenteroides* відбувається в результаті розкладання сахарози (рис. 1), аналогічному ферментативній інверсії, за винятком того, що глюкоза полімеризується в декстран, а фруктоза використовується для живлення бактерій [1].

Декстран є поліглюканом, який змінюється в розмірі від низькомолекулярного (розчинний) до високомолекулярного (нерозчинний). Окрім того, розчинність декстрану залежить від структурної будови макромолекули: чим вищий вміст α -(1 \rightarrow 6) зв'язків тим більша розчинність. І навпаки, чим вище відсоток α -(1 \rightarrow 3) зв'язків в полімері, тим менша розчинність у воді (рис. 1) [1]. Саме наявність розчинного декстрану у соках та напівпродуктах цукрового виробництва викликає найбільші технологічні проблеми: зменшується ефективність очищення соку, погіршуються фільтраційно-седиментаційні властивості осаду, знижується швидкість випаровування, зменшується теплопередача та ін. В кінцевому результаті це призводить до уповільнення процесу кристалізації, збільшення тривалості уварювання утфелів, що спричинює зниження заводських потужностей [2].

Саме тому є актуальним подальше вивчення особливостей зміни технологічної якості сировини та продуктів бурякоцукрового виробництва з метою пошуку шляхів зменшення негативного впливу та інтенсифікації технологічних процесів.

Утворення декстрану бактеріями роду

Leuconostoc може виступати індикатором (показником) розвитку бактерій даного роду. Нами проведено дослідження накопичення декстрану при термостатуванні проби дифузійного соку при внесенні культури *L. mesenteroides*. Попередньо дифузійний сік стерилізували, після чого відбирали в стерильний посуд проби до яких вносили суспензію чистої культури і термостатували при температурі 37 ° протягом 24 год. Визначення декстрану проводили колориметричним методом. Визначали кількість бактерій *L. mesenteroides* шляхом висіву на середовище МПА з 10% сахарози. Накопичення вмісту декстрану при термостатуванні проби дифузійного соку інфікованого культурою *L. mesenteroides* зображено на рис. 2.

Необхідно зазначити, що при термостатуванні проб дифузійного соку кількість клітин тест-культури збільшилася практично на два порядки порівняно з початковим вмістом (одразу після інфікування дифузійного соку) і становила $4,8 \cdot 10^7$ КУО/см³ після 24 годин культивування, а вміст декстрану через 24 год. збільшився у 20 разів порівняно з початковим значенням.

Таким чином, проведені дослідження показали, що у разі розвитку слизоутворювальних бактерій у дифузійному соку спостерігається інтенсивне накопичення декстрану, що корелює зі збільшенням кількості клітин тест-культури *L. mesenteroides*.

Також відомо [3], що результатом життєдіяльності бактерій роду *Leuconostoc* є накопичення молочної кислоти. Тому доцільним було визначення інтенсивності накопичення даної кислоти у дифузійному соку за розвитку тест-культури *L. mesenteroides*. Результати досліджень щодо вмісту молочної кислоти в інфікованих пробах наведено на рис. 3.

Так, в пробі соку з *L. mesenteroides* після термостатування при 37 °С протягом перших 2 год. вміст молочної кислоти зріс на 50%, через 18 год.

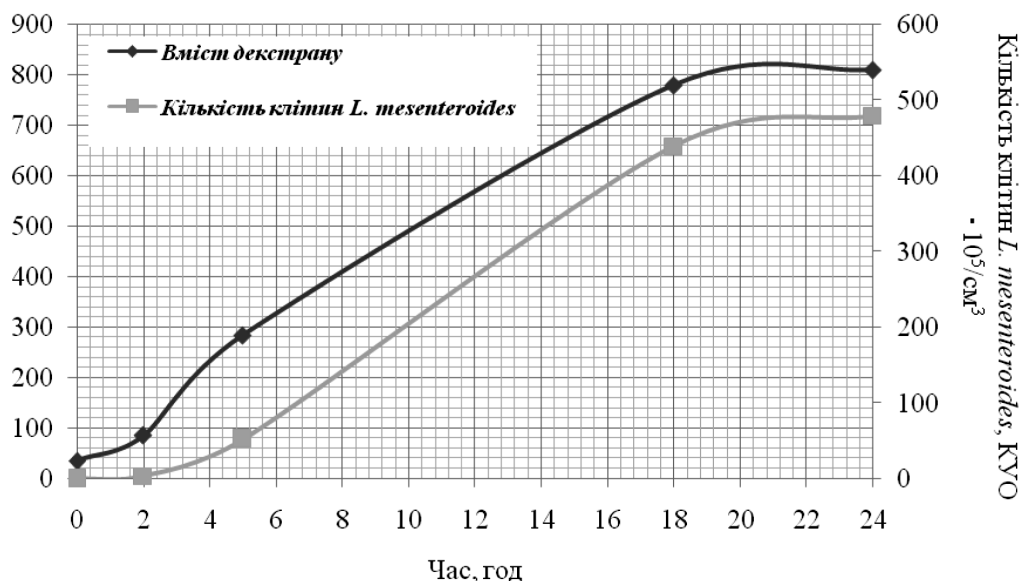


Рис. 2. Накопичення декстрану при термостатуванні проби дифузійного соку інфікованого культурою *L. mesenteroides*

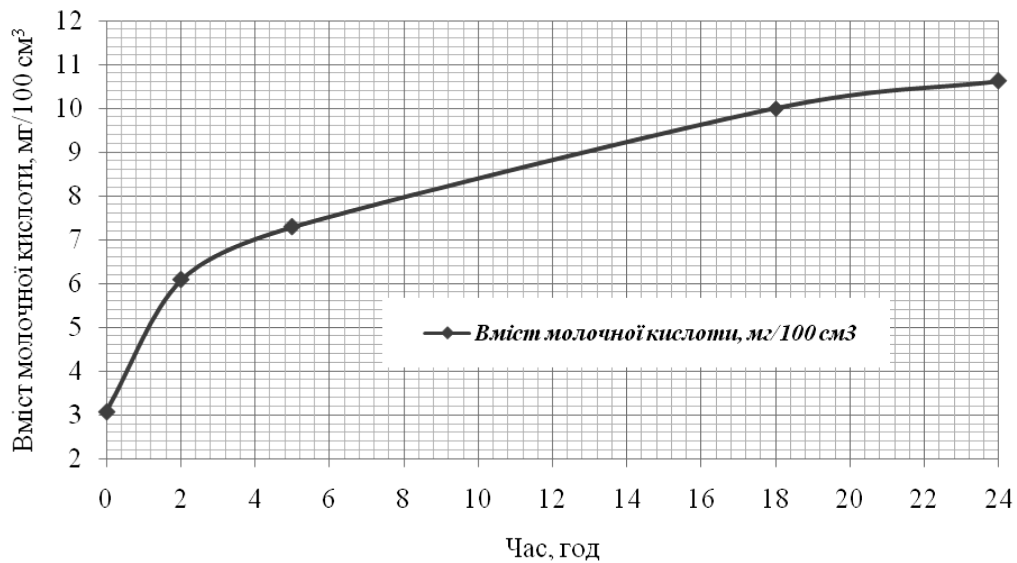


Рис. 3. Вміст молочної кислоти у дифузійному соку інфікованому культурою *L. mesenteroides*

– на 60%, а через добу – зріс в 3,5 рази і становив 10,63 мг/100 см³ порівняно з початковим вмістом молочної кислоти – 3,07 мг/100 см³.

З метою визначення впливу вмісту декстрану у дифузійному соку на технологічну якість очищеного соку нами було проведено наступні дослідження. Для досліджень використовували кондиційні коренеплоди середніх строків зберігання, а також коренеплоди повністю уражені слизистим бактеріозом. Відповідно одержували дифузійний сік за типовим способом окремо з кожної групи коренеплодів. В проби контрольного дифузійного соку (з кондиційних коренеплодів) вносили визначену кількість дифузійного соку з декстраном і проводили процес очищення дифузійного соку за допомогою дефекосатурації. Визначення декстрану, молочної кислоти і нітритів проводили колориметричним методом [4]. Результати експериментальних досліджень (табл. 1, 2) свідчать про значний негативний вплив приросту вмісту декстрану в дифузійному соку на технологічну якість напівпродуктів бурякоцукрового виробництва.

Необхідно зазначити, що внаслідок вмісту декстрану, який є оптично активною речовиною $[\alpha]_D^{20} = +230^\circ - 233^\circ$, в буряковій стружці, буряковому та дифузійному соках спотворюється показник вмісту сахарози за методом прямої поляризації (табл. 1), що призводить до його завищення і негативно впливає на технологічний облік і контроль у виробництві. Так в середньому спостерігалось завищення показника вмісту сахарози в дифузійному соку за методом прямої поляризації на 0,15-0,2 од на 100 мг декстрану порівняно до методу інверсійної поляризації. Це пояснюється тим, що інверсійно-поляриметричний метод з інвертуванням соляною кислотою дозволяє певною мірою виключити вплив нецукрів на результати визначення сахарози. Метод заснований на здатності сахарози під впливом кислот перетворюватися на лівообертаючу суміш глюкози і фруктози (інвертний цукор). При цьому припускають, що інші оптично активні речовини не змінюють свою обертальну здатність після інверсії. Таким чином, зміна обертання площини поляризації

Таблиця 1

Вплив декстрану на технологічну якість дифузійного соку

Технологічні показники дифузійного соку	Вміст декстрану, мг/л				
	0	240	360	480	600
Масова частка сухих речовин, %	13,5	13,2	13,6	13,3	13,2
Масова частка сахарози (за методом прямої поляризації), %	12	11,6	11,2	10,8	10,5
Чистота, %	88	87,8	82,4	81,2	79,5
Масова частка сахарози (за методом інверсійної поляризації), %	12	11,2	10,65	10,0	9,2
Чистота, %	88	84,8	78,3	75,2	69,7
Середнє зниження показника масової частки сахарози на 100 мг декстрану	–	0,16	0,153	0,166	0,21
pH ₂₀	6,28	6,2	6,18	6,23	6,3
Вміст молочної кислоти, мг/100 см ³	4,74	5,1	5,7	5,8	6,1
Вміст нітритів, мг/дм ³	7,63	7,92	8,04	8,1	8,3
Вміст пектинових речовин, % на 100 СР	1,33	1,72	1,98	2,15	2,39
Вміст високомолекулярних сполук, % на 100 СР	2,6	3,48	3,88	4,96	5,47

Вплив вмісту декстрану в дифузійному соку на технологічну якість очищеного соку

Технологічні показники	Вміст декстрану, мг/л				
	0	240	360	480	600
Сік I сатурації					
pH ₂₀	11,18	11,28	11,23	11,17	11,18
Лужність, % СаО	0,11	0,12	0,12	0,12	0,11
Середня швидкість седиментації осаду соку I сатурації, S _{5хв} см/хв	2,8	1,36	0,72	0,64	0,56
Об'єм осаду через 25 хв, %	24,8	42,8	48	50,4	52
Сік II сатурації					
pH ₂₀	9,25	9,18	9,23	9,21	8,21
Лужність, % СаО	0,02	0,025	0,02	0,021	0,03
Масова частка сухих речовин, %	17,2	17,0	17,6	18,0	18,5
Масова частка сахарози (за методом прямої поляризації), %	15,8	14,65	14,45	13,3	13,0
Чистота, %	91,9	86,2	82,1	74	70,3
Забарвленість, од. ICUMSA	184	224	368	656	937
Вміст солей Са, % до маси соку	0,05	0,074	0,079	0,092	0,141

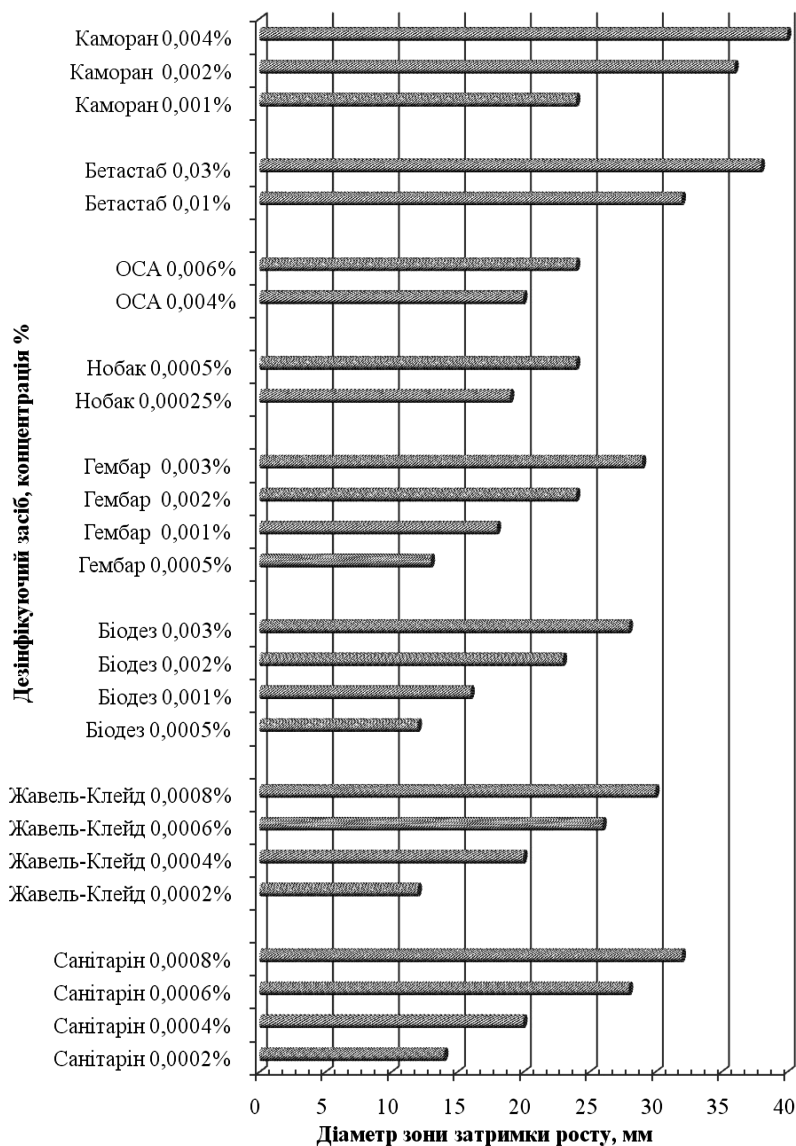


Рис. 4. Ступінь чутливості слизоутворювальних бактерій *L. mesenteroides* до дії дезінфікуючих засобів за методом «лунок в товщі агару»

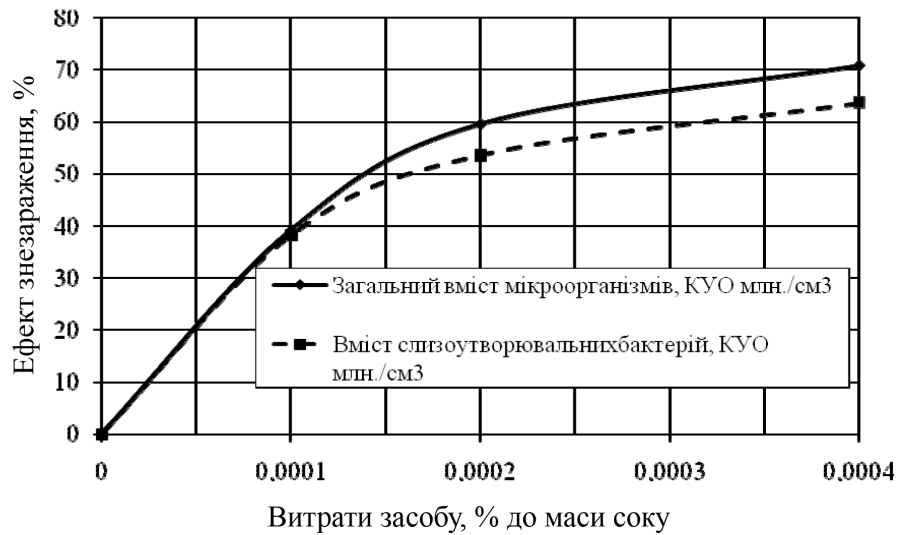


Рис. 5. Залежність ефекту знезараження дифузійного соку від витрат дезінфікуючого засобу «Каморан»

після інверсії залежить тільки від кількості сахарози, наявної в даному продукті.

Окрім того, наявність декстрану призводить до підвищення в'язкості продуктів, погіршення фільтраційних властивостей соків в процесі очищення, збільшення тривалості кристалізації цукру і підвищення втрат цукру в мелясі. [5]. Так за даними, наведеними в табл. 2, при вмісті декстрану 600 мг/л забарвленість соку другої сатурації збільшується в 5 разів порівняно до контрольного соку II сатурації.

Під час досліджень підтверджено, що підвищення вмісту декстрану в дифузійному соку погіршує седиментаційні властивості осаду при вапно-карбонізаційному очищенні. Так, за вмісту декстрану 240 мг/л у дифузійному соку знижується швидкість осадження осаду соку I сатурації в 2 рази порівняно з контрольною пробою і становить 1,36 см/хв, в той час як швидкість осідання в контрольній пробі становить 2,8 см/хв.

Таким чином, перероблення буряків, уражених слизистим бактеріозом, призводить до ряду негативних наслідків, тому важливим завданням є запобігання розвитку слизоутворювальних бактерій у дифузійному апараті, мезгоуловлювачах жомопресової води та дифузійного соку, збірниках жомопресової води, оскільки саме на цих ділянках в більшому ступені може спостерігатися розвиток мікробіологічних процесів.

Тому з метою запобігання інтенсивного розвитку мікробіологічних процесів доцільно використовувати дезінфікуючі засоби. Нами проведено дослідження ефективності застосування сучасних дезінфікуючих засобів щодо пригнічення розвитку слизоутворювальних бактерій роду *Leuconostoc*. Відповідно до сучасних вимог [6], що висуваються до дезінфікуючих засобів, хімічні сполуки, що використовуються в якості діючої речовини, повинні характеризуватись широким спектром біоцидної дії, зберігати свою активність про-

тягом тривалого терміну, не повинні здійснювати негативний вплив на якість продуктів, за параметрами гострої токсичності належати до III-IV класу помірно небезпечних речовин. Враховуючи вищевказані фактори, для досліджень було обрано наступні дезінфікуючі засоби: на основі натрієвої солі дихлорізаціанурової кислоти – «Санітарін», «Жавель-Клейд»; полігексаметиленгуанідину (ПГМГ) – «Біодез», «Гембар»; цитросайду – «Нобак», монензину натрію – «Каморан», природних оксикислот – «Бетастаб», основний сульфат алюмінію - ОСА.

Для визначення чутливості мікроорганізмів до дії дезінфікуючих засобів використовували метод «лунок в товщі агару». Культивування мікроорганізмів проводили на наступних поживних середовищах: МПА+10% сахарози, а також буряковий агар з внесеною чистою культурою *L. mesenteroides*. Висновки про ефективність засобів робили по наявності та розмірах зони затримки росту мікроорганізмів. Відсутність зони затримки росту вказує на те, що досліджувана культура не чутлива до дії даного антимікробного засобу. При діаметрі зони до 15 мм вважають, що мікроорганізми мають малий ступінь чутливості до досліджуваного засобу, діаметр зони від 15 до 25 мм вказує на середній ступінь чутливості. Наявність зони діаметром більше 25 мм свідчить про високий ступінь чутливості мікроорганізмів до даного антимікробного засобу. Результати досліджень чутливості слизоутворювальних бактерій *L. mesenteroides* до дії дезінфікуючих засобів представлено на рис. 4.

До особливих характеристик розвитку слизистого бактеріозу, а також «кльоку», слід віднести стійкість бактерій, внаслідок утворення зовнішньої декстранової капсули, до ряду хімічних засобів, дії високої температури та інших фізико-хімічних впливів [5]. Проведені дослідження свідчать про високу ефективність обраних засобів щодо сли-

зоутворювальних бактерій *L. mesenteroides* при їх використанні за невисоких концентрацій.

Достатньо високу дезінфікуючу дію щодо культури *L. mesenteroides* виявив засіб «Каморан». Тому актуальним є дослідження ефективності дії дезінфікуючого засобу «Каморан» щодо пригнічення контамінуючої мікрофлори дифузійного соку. Нами було проведено дослідження знезараження дифузійного соку, одержаного з сировини різної технологічної якості, при використанні засобу за витрат 0,002 – 0,004 % до маси соку.

Результати експериментальних досліджень застосування дезінфікуючого засобу «Каморан» щодо мікрофлори дифузійного соку, наведені на **рис. 5**, свідчать, що засіб має високу знезаражувальну дію щодо мікроорганізмів, присутніх у дифузійному соку, зокрема щодо слизоутворювальних бактерій роду *Leuconostoc*.

Розрахунок витрат дезінфекційного засобу «Каморан» під час екстрагування сахарози з бурякової стружки проводять з урахуванням періодичності та оптимальних витрат засобу 0,0001%...0,0003% до маси продукту (тобто витрати засобу становлять 1-3 мг на 1 кг буряків). Добові витрати засобу «Каморан» розраховують залежно від способу введення засобу. Найбільш рекомендованим є спосіб періодичного введення дезінфекційного засобу «Каморан», яке можна здійснювати: в одну точку (жомопресову воду), дві точки (додатково – у сік зони 1 камери дифузійного апарату - в місце подавання стружки до дифузійного апарату), три точки (додатково – у зону 4 камери дифузійного апарату).

Окрім того, наявність високого бактерицидного ефекту дозволяє рекомендувати засіб «Каморан» для обробки транспортерно-мийної води, води для ополіскування коренеплодів, для обробки сокостружкової суміші під час екстрагування сахарози з бурякової стружки та на інших ділянках виробництва, які потребують дезінфекції.

Висновки

1. Встановлено, що у разі розвитку слизоутворювальних бактерій у дифузійному соку

спостерігається інтенсивне накопичення декстрану, вміст якого корелює з кількістю клітин слизоутворювальних бактерій.

2. Підтверджено, що внаслідок накопичення вмісту декстрану в буряковій стружці, буряковому та дифузійному соках спотворюється показник вмісту сахарози за методом прямої поляризації, що призводить до його завищення і негативно впливає на технологічний облік і контроль у виробництві. Таким чином, встановлено, що завищення показника вмісту сахарози за поляриметричним методом на кожні 100 мг декстрану становить 0,15-0,2 од.

3. Встановлено високу ефективність сучасних дезінфікуючих засобів, зокрема засобу «Каморан» щодо пригнічення розвитку слизоутворювальних бактерій та можливість їх використання на різних етапах бурякоцукрового виробництва для попередження розвитку слизистого бактеріозу. ■

Список використаних джерел

1. *Soliman El-Sayed Ali Abdel-Rahman Investigations on the influence of dextran during beet sugar production with special focus on crystal growth and morphology: dissertation doctor of engineering / Soliman El-Sayed Ali Abdel-Rahman – Berlin, 2007. – 109 p.*

2. *Rauh J. S. Analyzing dextran in the sugar industry: A review of dextran in the factory and a new analytical technique / Rauh J. S. , Cuddihy J. A., Falgout R. N. // 30th Biennial Meeting American Society of Sugar Beet Technologists at Orlando. – 1999. – P. 29-40.*

3. *Белостоцький Л.Г.* Указання по веденню мікробіологічного контролю свеклосахарного производства. – К. : ВНИИСП, 1984. – 164 с.

4. *Купчик М.П.* Технологія цукристих речовин. Лабор. практикум / М.П. Купчик, Л.П. Рева, Н.І. Штангеева та ін. – К.: НУХТ, 2007. – 393 с.

5. *Гусятинська Н.А.* Актуальні питання мікробіологічного контролю у виробництві цукру / Цукор України. – 2014. – №6(102). – С. 21–32.

6. *DIRECTIVE 98/8/EC of the European Parliament and of the Council of 16 February 1998 concerning the placing of biocidal products on the market.*

ЦІКАВІ ФАКТИ

Екологічний порятунок від звичайних черв'яків

Учені виявили хробаків, які харчуються пінопластом. Знахідка може вирішити глобальну екологічну проблему, оскільки на даний момент менше 10% пластмасових відходів піддаються утилізації.

У лабораторії 100 черв'яків щодня поїдали 34-39 міліграмів пінопласту. Приблизно половину пластика їх організм перетворював у двоокис вуглецю (рівно стільки ж, скільки і при вживанні нормальної їжі). Інший вуглець хробаки переробляли в біодеградовану масу. Дієта з пінопласту не вплинула на здоров'я хробаків: вони виявилися такими ж життєздатними, як і контрольна група, харчування якої не змінилося.