

Дослідження ефективності застосування дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» на Глобинському цукровому заводі

Н.А. Гусятинська, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри техногенно-екологічної безпеки, Національний університет ДПС України

С.М. Тетеріна, кандидат технічних наук, доцент кафедри біотехнології і мікробіології, Національний університет харчових технологій

Л.М. Бурда, головний технолог ТОВ ППК «Полтавазернопродукт» ВП «Глобинський цукровий завод»

Одним з пріоритетних напрямків інноваційної політики держави є підвищення ефективності використання сировини та виробництво продукції високої якості. Наразі бурякоцукровій галузі належить вагомий роль у формуванні продовольчого ринку України, тому питання покращення якості білого цукру та підвищення його виходу є актуальним.

Аналіз роботи бурякоцукрових заводів за останні 10 років свідчить про деякі позитивні зрушення у питанні інтенсифікації виробництва, що зумовило в цілому по галузі зростання показників коефіцієнту виробництва та коефіцієнту заводу з 73,34% та 78,93% (відповідно, середні значення за 2001-2005 рр.) до 78,69% та 82,75% (відповідно, за 2012 р.) [1]. В той же час, значення коефіцієнта заводу у Європі становить 83-89%, що свідчить про можливі резерви підвищення виходу цукру з одиниці сировини на вітчизняних бурякоцукрових заводах. Одним із факторів зниження виходу білого цукру є втрати сахарози у виробництві, зумовлені як погіршенням технологічної якості цукрових буряків, що надходять у перероблення, так і недотриманням оптимальних параметрів технологічного режиму. Зокрема, як показує аналіз роботи бурякоцукрової галузі у 2012 рік, залишається низьким ефект очищення соку на дифузії, що є наслідком поганого відмивання та дезінфекції коренеплодів, використання живильної води низької якості, недотримання технологічного режиму роботи дифузійної установки [1].

Резервом підвищення виходу цукру є зменшення неврахованих втрат сахарози, які в середньому у 2012 року становили 0,48% до маси перероблених буряків. Втрати сахарози від розкладання в процесі екстрагування сахарози з бурякової стружки складають 0,08-0,18% до маси буряків. У разі погіршення технологічної якості цукрових буряків, а також недотримання технологічного режиму під час екстрагування, втрати сахарози від розкладання можуть досягнути 0,6-0,9% [2, 3]. Основними чинниками, що призводять до розкладання сахарози під час екстрагування, є дія клітинної інвертази буряків, кислотний каталіз та перебіг мікробіологічних процесів [4].

Продуктами мікробіологічного розкладання органічних сполук бурякового соку, а саме сахарози, білків, пектинових речовин, є органічні кислоти (молочна, щавелева, оцтова, фумарола), амінокислоти, неорганічні сполуки (нітриди, аміак, діоксид вуглецю, сірководень тощо). В основному, продукти розкладання не видаляються в процесі очищення дифузійного соку, що призводить до накопичення їх вмісту у мелясі та спричинює збільшення втрат сахарози з мелясою.

Отже, наслідками перебігу мікробіологічних процесів у дифузійній установці є, по-перше, втрати сахарози в результаті її розкладання, по-друге, погіршення якості дифузійного соку та накопичення в ньому продуктів розкладання сахарози, білків, пектинових речовин. Зниження якості дифузійного соку, в свою чергу, призводить до погіршення якості білого цукру. Окрім того, як вже зазначалося, ряд продуктів розкладання, зокрема, молочна кислота, не видаляються у процесі вапняно-вуглекислотного очищення, що є одним з вагомих чинників підвищення вмісту солей кальцію в очищеному соку.

Необхідно відмітити, що інтенсивність перебігу мікробіологічних процесів у дифузійній установці залежить від ряду факторів, а саме: якості відмивання цукрових буряків; наявності коренеплодів, уражених кагатною гниллю чи слизистим бактеріозом; мікробіологічної забрудненості стружки, живильної води; температурного режиму процесу екстрагування; завантаженості апарату тощо. З метою зменшення втрат сахарози від мікробіологічного розкладання доцільним є застосування дезінфекційних засобів на різних ділянках виробництва, зокрема: під час закладання цукрових буряків у кагати, ополіскування коренеплодів після мийки, для обробки сокостружкової суміші у дифузійному апараті, живильної води тощо.

Наразі існує широкий спектр дезінфекційних засобів, проте їх якість не завжди задовольняє виробництво з точки зору як погіршення якості соків та напівпродуктів, так і низької ефективності дії щодо контамінуючої мікрофлори. Тому на цукрових заводах виникають питання та пробле-

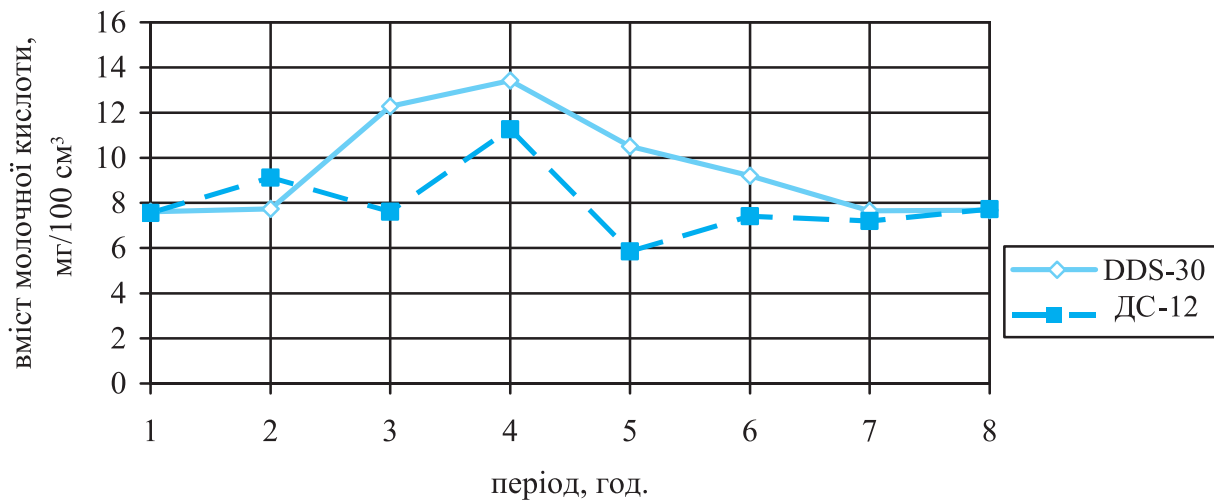


Рис. 1. Динаміка зміни протягом 8 годин вмісту молочної кислоти у дифузійних соках, відібраних відповідно, з дифузійних апаратів DDS-30 (формалін, введення кожні 2 години) та ДС-12 («Жавель-Клейд», введення кожні 2 години: т. 2, 4, 6, 8).

ми, пов'язані з визначенням ефективності дезінфектанту щодо мікрофлори сировини, технологічних вод, дифузійного соку та інших напівпродуктів виробництва, а також способу його введення та раціональних витрат.

Слід зазначити, що дезінфектанти, які використовуються в цукровій галузі, повинні відповідати певним вимогам щодо ефективності, класу токсичності, корозійної дії, екологічної безпечності. Важливою умовою застосування дезінфектанту є відсутність негативного впливу на якість одержуваного дифузійного та очищеного соків та продуктів виробництва. У бурякоцукровому виробництві основним дезінфектантом, який тривалий час застосовувався для пригнічення мікробіологічних процесів, був і залишається формалін. Проте цей засіб досить токсичний (2 клас небезпеки), леткий, корозійно активний, екологічно небезпечний, заборонений до використання у харчовій промисловості країн ЄС. До того ж, засіб негативно впливає на технологічні показники продуктів – підвищує вміст солей кальцію та забарвленість соків та сиропів, знижує чистоту очищених продуктів, збільшує вміст сахарози в мелясі [5]. Окрім формаліну, в цукровому виробництві використовуються сполуки хлору, йоду, сірки, дитіокарбамати, четвертинні сполуки амонієвих основ та інші.

У виробничий сезон 2013 року на Глобинському цукровому заводі нами проведено промислові дослідження ефективності застосування дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» (виробник – фірма «Societe Nouvelle Clade», Франція; висновок державної санепідекспертизи №05.03.02-03/19943 від 04.03.2011 р., виданий МОЗ України). Засіб «Жавель-Клейд» за параметрами гострої токсичності, згідно ГОСТу 12.1.007-76, належить до III класу помірно небезпечних речовин при введенні в шлунок лабораторних тварин та до IV класу малонебезпечних речовин при нанесенні на шкіру. В умовах інгаляційної дії у вигляді пари належить

до IV класу малонебезпечних речовин за ступенем леткості. Засіб не має сенсibilізуючої дії, кумулятивні властивості не виражені.

В ході досліджень для введення засобу було обрано наступні ділянки технологічного процесу виробництва цукру з буряків: дифузійний апарат, збірник жомопресової води, бурякомийка. На Глобинському цукровому заводі встановлено 2 дифузійних апарати, для яких в якості живильної води застосовується сульфатована барометрична вода та жомопресова вода після механічного очищення та знезараження. Дослідження проводили по чергово на кожному з дифузійних апаратів, що забезпечувало можливість одночасного порівняння дії традиційно застосовуваного формаліну та запропонованого засобу «Жавель-Клейд» за умови однорідності якості сировини, що надходить у перероблення. Окрім того, у разі почергового введення дезінфекційного засобу в обидва дифузійні апарати зменшувався вплив конструктивних особливостей та ступеня завантаження апаратів на похибку результатів досліджень. Витрати становили: для формаліну – 0,01% до маси буряків, засобу «Жавель-Клейд» – 0,0001-0,00013% до маси буряків (в середньому 3-4 кг на добу на 1 дифузійний апарат). Введення дезінфекційних засобів в обох випадках здійснювали рівномірними порціями кожні 2 години. «Жавель-Клейд» вводили у вигляді 1%-го розчину у 4 точки, що відповідали зонам люків 1-4 камер нагріву дифузійного апарату. Окрім того, засіб вводили у збірник жомопресової води кожні 2 години, з розрахунку витрат в середньому 0,00001% до маси буряків (0,6 кг за добу). В ході досліджень аналізували вміст сахарози, сухих речовин, молочної кислоти, нітритів у дифузійному та буряковому соках.

Технологічні показники цукрових буряків, що надходили у перероблення, були наступними: чистота клітинного соку 86-87%; вміст молочної кислоти у клітинному соку 6,5-9,8 мг/100 см³; вміст нітритів до 1,15 мг/дм³. Результати по-

рівняльних досліджень дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» (дифузія ДС-12) та формаліну (дифузія DDS-30) представлено графічно (рис.1).

Необхідно зазначити, що вміст продуктів метаболізму мікроорганізмів, а саме молочної кислоти, у контрольному дифузійному соку (формалін) в середньому знаходився в межах 8-13 мг/100 см³. Такі коливання в значній мірі визначалися початковим вмістом молочної кислоти у буряках. Аналіз динаміки накопичення молочної кислоти в порівнюваних дифузійних соках (рис.1) з дифузійних апаратів DDS-30 (формалін) та ДС-12 («Жавель-Клейд») свідчить про тенденцію до зниження вмісту молочної кислоти у разі застосування засобу «Жавель-Клейд».

Для об'єктивного аналізу інтенсивності розвитку мікробіологічних процесів у дифузійному апараті та втрат сахарози внаслідок розкладання необхідно враховувати приріст молочної кислоти у дифузійному соку за формулою [6]:

$$\Delta MK = MK_2 - MK_1 \times \frac{CP_2}{CP_1} \quad (1)$$

де MK_1 та MK_2 – відповідно, вміст молочної кислоти у дифузійному та буряковому соках;

CP_1, CP_2 – вміст сухих речовин у відповідних соках.

При цьому втрати сахарози внаслідок мікробіологічного розкладання ($B_{тр}$) розраховуються за формулою (у % до маси буряків):

$$B_{тр} = 2\Delta MK \cdot B / 100 \quad (2)$$

де B – відкачка дифузійного соку ($B=1-1,3$).

У таблиці 1 наведено середні показники вмісту молочної кислоти, нітритів, чистоти бурякового та дифузійних соків, а також розраховані за вище-

наведеними формулами значення приросту вмісту молочної кислоти та втрат сахарози від розкладання у разі застосування для дезінфекції в дифузійних апаратах, відповідно, формаліну та засобу «Жавель-Клейд».

Так, у разі застосування дезінфектанту «Жавель-Клейд» у дифузійному апараті ДС-12, середній вміст молочної кислоти у дифузійному соку становив 8,05 мг/100 см³, а у контрольному дифузійному соку (з використанням формаліну) – 9,61 мг/100 см³. Приріст вмісту молочної кислоти у дифузійних соках, порівняно з вмістом молочної кислоти у буряковому соку, показує інтенсивність розкладання сахарози внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів безпосередньо у дифузійному апараті. Необхідно зазначити, що цей показник знаходився в межах норми в обох дифузійних апаратах. Поряд з цим необхідно відмітити, що у разі введення засобу «Жавель-Клейд» приріст вмісту молочної кислоти був меншим, тобто втрати сахарози внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів становили: у дифузійному апараті DDS-30 (формалін) – 0,045% та ДС-12 («Жавель-Клейд») – 0,02% до маси буряків.

У разі застосування засобу «Жавель-Клейд» спостерігалось підвищення чистоти дифузійного соку порівняно з контрольним дифузійним соком із застосуванням формаліну. Таким чином, проведені нами дослідження підтвердили думку щодо негативного впливу формаліну на якість дифузійного та очищеного соків, що можна пояснити гідролізом пектинових речовин бурякової стружки та їх додатковим переходом у дифузійний сік вна-

Таблиця 1

Середні показники якості бурякового соку та дифузійних соків, відібраних з дифузійних апаратів на Глобинському цукровому заводі у разі застосування дезінфектантів формаліну та засобу «Жавель-Клейд»

Продукт	Показники				
	Вміст молочної кислоти, мг/100 см ³	Вміст нітритів, мг/дм ³	Приріст молочної кислоти, мг/100 см ³	Втрати від розкладання, % до м.б.	Чистота, %
Буряковий сік	8,70	1,10		–	86,1
Дифузійний сік (формалін, DDS-30)	9,61	1,31	2,20	0,045	90,6
Дифузійний сік («Жавель-Клейд», ДС-12)	8,05	1,16	0,90	0,020	90,9
Буряковий сік	6,80	1,10	-	-	87,4
Дифузійний сік (формалін, ДС-12)	6,84	1,80	1,24	0,026	91,0
Дифузійний сік («Жавель-Клейд», DDS-30)	6,76	1,30	1,10	0,023	92,1

Загальний вміст мікроорганізмів у дифузійному соку та ефективність його знезараження у разі застосування дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд»

Продукт / витрати засобу у % до маси буряків	Показники	
	МАФАМ, КУО/см ³	Ефект знезараження, %
Вихідний дифузійний сік	5,1×10 ⁶	–
Дифузійний сік після обробки дезінфекційним засобом «Жавель-Клейд»:		
0,00005%	9,8×10 ⁵	80,8
0,0001%	6,2×10 ⁵	87,8
0,0002%	1,6×10 ⁵	96,9

слідок введення лужного розчину формаліну з рН 9,0. Як показали результати лабораторних досліджень, вміст нітритів у соках був незначним, що свідчить про те, що переважною мікрофлорою є молочнокислі та термофільні бактерії, основним продуктом метаболізму яких є саме молочна кислота. В той час, як підвищений вміст нітритів у дифузійних соках свідчить про наявність розвитку слизоутворювальних бактерій роду *Leuconostok*, а також нітритоутворювальних бактерій *Bacillus subtilis*.

Нами проведено мікробіологічні дослідження дифузійного соку (табл. 2). Кількісний склад мікроорганізмів досліджували методом розведення та висівання проб на поживні середовища (м'ясопептонний агар (МПА), сусло-агар, середовище Чапека) в чашки Петрі [7]. Підрахунок колоній різних груп мікроорганізмів проводили за допомогою напівавтоматичного лічильника. Ефект знезараження дифузійного соку (%) розраховували за формулою:

$$E_{zn.} = 100 (B_1 - B_2) / B_1 \quad (3)$$

де B_1 – початковий вміст мікроорганізмів у 1 см³ продукту;

B_2 – вміст мікроорганізмів у 1 см³ продукту після відповідного оброблення.

Таким чином, за норми витрати засобу «Жавель-Клейд» 0,00005-0,0002% загальний ефект знезараження становить 80-97%. За результатами технологічних та мікробіологічних досліджень у промислових умовах Глобинського цукрового заводу було підтверджено, що ефективні витрати засобу «Жавель-Клейд» залежать від якості цукрових буряків і знаходяться в межах 0,00005-0,0002% до маси буряків (тобто 0,5-2 кг на 1000 тонн буряків).

Окрім того, нами проведено ряд досліджень щодо застосування дезінфектанту «Жавель-Клейд» для знезараження мийної та жомопресової вод.

Ефективність засобу «Жавель-Клейд» щодо дезінфекції жомопресової води визначали методом мікробіологічного аналізу проб жомопресової води, відібраних у промислових умовах до та після внесення засобу у збірник жомопресової води. Згідно існуючої технологічної схеми, кількість жомопресової води становить в середньому 50% до маси буряків Засіб «Жавель-Клейд» періоду

Таблиця 3

Загальний вміст мікроорганізмів у жомопресовій воді (ЖПВ) та ефективність її знезараження у разі застосування дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд»

Проби	Показники	
	МАФАМ, КУО/см ³	Ефект знезараження, %
ЖПВ до введення засобу	4,2×10 ⁶	–
ЖПВ після введення засобу (витрата 0,000024% до маси води)	2,3×10 ⁵	94,5
ЖПВ після введення засобу (витрата 0,000032% до маси води)	8,5×10 ⁴	97,98

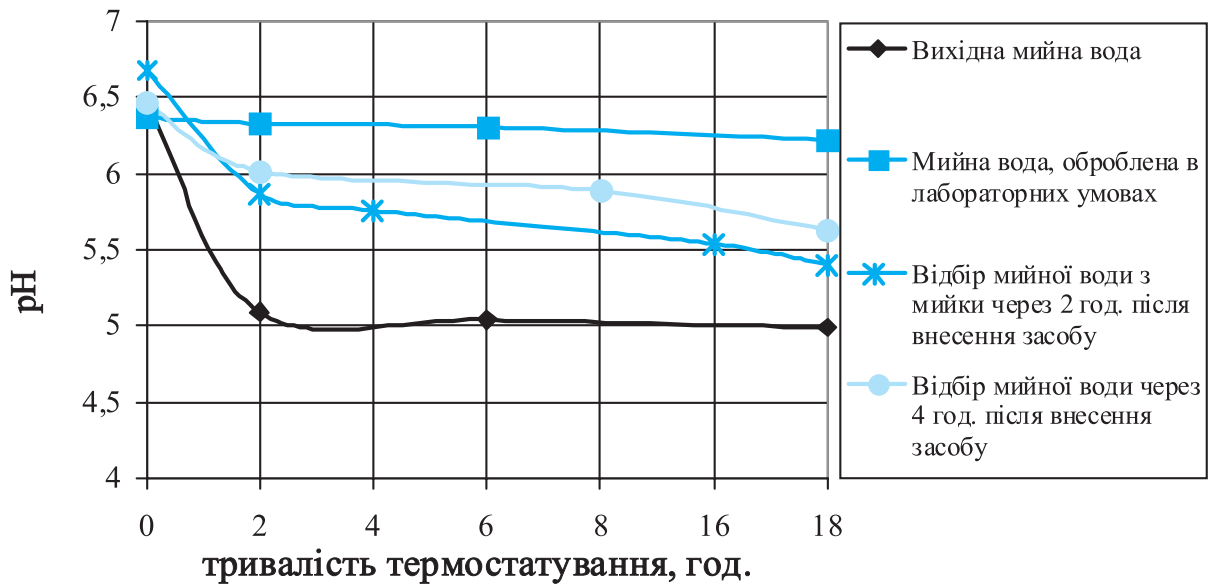


Рис. 2. Динаміка зміни pH_{20} при термостатуванні за температури $37^{\circ}C$ проб мийної води, відібраних у промислових умовах до (вихідна мийна вода) та після застосування засобу «Жавель-Клейд» для дезінфекції

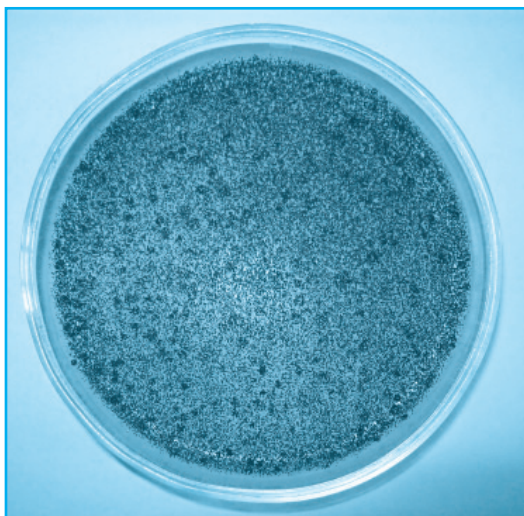
дично вводили у збірник жомпресової води у разовій кількості 0,06-0,08 кг, що становить в середньому 0,000024-0,000032% до маси води. Результати досліджень наведено в таблиці 3.

Отже, проведені дослідження підтвердили високу ефективність засобу «Жавель-Клейд» щодо дезінфекції жомпресової води. Так, за норми витрати 0,000024% до маси води ефект знезараження становить 94,5%.

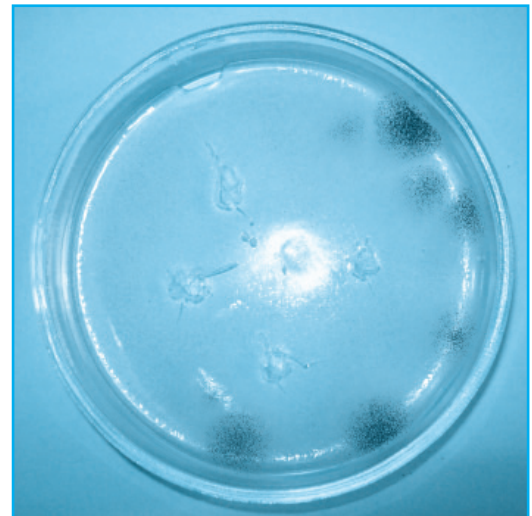
Для аналізу ефективності засобу «Жавель-Клейд» щодо дезінфекції мийної води нами використано метод «спонтанного бродіння» [8]. Запропонований інструментальний метод використовують як «непрямий» метод аналізу мікробіологічної забрудненості дифузійного соку або води, що вміщує сахарозу. Оскільки транспортерно-мийна вода відповідає зазначеній вимозі, то запропонований метод може бути індикативним при визначенні ефективності її дезінфекції. Згідно методи-

ки проведення аналізу, відбирали в стерильну колбу пробу води у кількості 200 см³ та витримували у термостаті протягом 18-24 годин при температурі $37^{\circ}C$. Аналіз мікробіологічної забрудненості води проводили за зміною pH_{20} води при її термостатуванні. Для цього визначали початкове значення pH_{20} води (рис. 2: точка 0) та вимірювали показник pH_{20} кожні 2 години протягом 18 годин її термостатування. Чим триваліший час, протягом якого не відбувається зміни pH_{20} , тим менша мікробіологічна активність, а відповідно й вміст мікроорганізмів у досліджуваній воді.

Внесення засобу «Жавель-Клейд» у промислових умовах проводили одноразово у кількості 0,6 кг (з розрахунку 0,001% на 100 тонн буряків). Проби води були відібрані до внесення засобу (вихідна мийна вода), а також через 2 та 4 години після внесення засобу «Жавель-Клейд». Відібрані проби води аналізували за вищевказаним



Контроль



Обробка 0,004%-ним розчином засобу «Жавель-Клейд»

Рис. 3. Ефективність 0,004%-го розчину дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» щодо мікроміцетів роду *Aspergillus* (обробка поверхонь, збірників розливу тощо)

методом «спонтанного бродіння». Аналіз динаміки зміни rH_{20} при термостатуванні проб води свідчить про позитивну тенденцію до стабілізації значення rH_{20} води, відібраної протягом тривалого часу після внесення дезінфектанту, чим підтверджується ефективність застосування засобу «Жавель-Клейд» для дезінфекції мийної води.

Так, вода, відібрана через 2-4 години після обробки, характеризувалася значно меншим вмістом кислотоутворювальних бактерій, про що свідчать більш стабільні показники rH_{20} при термостатуванні проб води. Зокрема, через 6 годин термостатування відповідних проб значення rH_{20} води становило: після обробки дезінфектантом «Жавель-Клейд» – 5,6-6,0; контрольної проби без обробки – 5,0-5,1. При чому, у контрольній пробі мийної води максимальне зниження rH_{20} досягалося вже за 2 години термостатування проби і в подальшому практично не змінювалося, що свідчило про повне розкладання наявної у воді сахарози. Окрім того, проведено термостатування проб мийної води після оброблення в лабораторних умовах за аналогічної витрати засобу «Жавель-Клейд». Дослідження показали, що внаслідок дезінфікуючої дії на мікрофлору, у воді практично не відбувалися мікробіологічні процеси, про що свідчать показники rH_{20} протягом 18 годин термостатування. Такі відмінності між показниками rH мийної води, обробленої в лабораторних та промислових умовах, пояснюються тим, що вода, яка надходить на даному етапі для попереднього миття коренеплодів, циркулює певний час у системі за умови її механічного очищення. Внаслідок безперервного надходження мікроорганізмів з буряками та ґрунтом у воду, ефективність дії засобу з часом зменшується. Тому введення засобу у мийну воду доцільно проводити 2-4 рази на добу. Окрім того, засіб «Жавель-Клейд» доцільно застосовувати для ополіскування буряків шляхом розпилювання розчину через форсунки.

Про ефективність обробки поверхонь, обладнання, приямків дезінфекційним засобом «Жавель-Клейд» свідчать дослідження, проведені нами за методом «лунок» (фото, рис. 3).

Таким чином, проведені нами дослідження підтвердили ефективність застосування дезінфекційного засобу «Жавель-Клейд» відповідно до рекомендацій технологічної інструкції на цей засіб. В той же час, встановлено, що для забезпечення більш рівномірного надходження дезінфектанту до дифузійного апарату та збірника жомопресової води більш доцільним є його введення кожні 2 години.

Необхідно також відмітити, що під час досліджень, проведених випробувальним центром Інституту екогігієни і токсикології ім. Л.І. Медведя (Протокол випробувань №3 від 24.03.2009 р.), не виявлено залишків активного хлору та ізоціанурової кислоти у продуктах виробництва (цукрі, патоці та жомі) при нормах витрати засобу

«Жавель-Клейд» на відповідних стадіях технологічного процесу виробництва цукру: бурякомийка – 0,3 кг на 100 тон буряків; зрошення після бурякомийки – 0,2 кг на 100 тон буряків; дифузійний апарат – 0,2 кг на 100 тон буряків; збірник жомопресової води – 0,02 кг на 100 тон буряків; збірник ставкової води – 0,01 кг на 100 тон буряків; збірник транспортерно-мийної води після освітлення – 0,6 кг на 100 тон буряків.

Отже, можна стверджувати, що дезінфекційний засіб «Жавель-Клейд» відповідає вимогам, що висуваються до дезінфекційних засобів у виробництві цукру, а також характеризується високою ефективністю знезараження, що сприяє зменшенню втрат сахарози від розкладання, підвищенню виходу та покращенню якості білого цукру. Витрата засобу «Жавель-Клейд» для дезінфекції в процесі екстрагування сахарози з бурякової стружки складає 0,0001-0,0002% до маси буряків, що у 100 разів менше порівняно з рекомендованою витратою формаліну. Застосування засобу «Жавель-Клейд» не потребує особливих змін технологічної схеми надходження дезінфектанту, що дозволяє, з деякими уточненнями, використовувати існуючу схему обробки формаліном.

Список використаних джерел

1. Ярчук М.М. Підсумки роботи бурякоцукрової галузі України за 2012 рік та завдання на поточний рік // http://www.sugarconf.com/custom/files/ua_2013_03/40-66%20jar4uk.pdf
2. Загорюлько А.Я. Исследование и разработка методов контроля и путей снижения потерь в свеклосахарном производстве: Автореф. дис. д-ра техн. наук., 1973. – 46 с.
3. Чернявська Л.І., Зотова Ю.О., Леонтьєва О.В. Про втрати цукрози внаслідок мікробіологічного розкладання у цукровому виробництві // Цукор України. – 2002. – №3. – С. 8-11.
4. Хелемский М.З., Пельц М.Л., Сапожникова И.Р. Биохимия в свеклосахарном производстве. – М.: Пищ. пром-сть, 1977. – 224 с.
5. Нагорна В.О. Дезінфекція і дезінфектанти у виробництві цукру К.: Наук.-мет. центр аграрної освіти, 1998. – 67 с.
6. Гусятинська Н.А. Питання мікробіологічного контролю та вибору антисептика при екстрагуванні цукрози // Цукор України. – 2006. – № 6. – С.12-15.
7. Гусятинська Н.А. Мікробіологія виробництв цукристих речовин. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – К.: НУХТ, 2009. – 45 с.
8. Белостоцкий Л.Г., Находкина В.З. Указания по ведению микробиологического контроля свеклосахарного производства. – К.: ВНИИСП, 1984. – 164 с.