

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩЕГО СРЕДСТВА «ЖАВЕЛЬ-КЛЕЙД» НА ГЛОБИНСКОМ САХАРНОМ ЗАВОДЕ

Гусятинская Н.А., доктор технических наук, профессор, зав. кафедры техногенно-экологической безопасности, Национальный университет ГНС Украины

Тетерина С.Н., кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнологии и микробиологии, Национальный университет пищевых технологий

Бурда Л.М., главный технолог ООО ИПК «Полтавазернопродукт» ПП «Глобинский сахарный завод»

Одним из приоритетных направлений инновационной политики государства является повышение эффективности использования сырья и производство продукции высокого качества. Свеклосахарной отрасли принадлежит весомая роль в формировании продовольственного рынка Украины, поэтому вопрос улучшения качества белого сахара и повышения его выхода является актуальным.

Анализ работы свеклосахарных заводов за последние 10 лет свидетельствует о положительных изменениях с точки зрения интенсификации производства, что обусловило, в целом по отрасли, повышение показателей коэффициента производства и коэффициента завода с 73,34% и 78,93% (соответственно, средние значения за 2001-2005 гг.) до 78,69% и 82,75% (соответственно, в 2012 г.) [1]. В то же время, показатели коэффициента завода в Европе составляют 83-89%, что свидетельствует о существующих резервах повышения выхода сахара с единицы сырья на отечественных сахарных заводах. Одним из факторов снижения выхода сахара являются потери сахарозы в производстве, обусловленные ухудшением технологического качества перерабатываемой сахарной свеклы, а также несоблюдением оптимальных параметров технологического режима. Например, как показывает анализ работы свеклосахарной отрасли за 2012 г., остается низким эффект очистки сока на диффузии, что является следствием плохого отмывания и дезинфекции корнеплодов, использования питательной воды низкого качества,

несоблюдения технологического режима работы диффузионной установки [1].

Резервом повышения выхода сахара является уменьшение неучтенных потерь сахарозы, которые, в среднем, в сезоне 2012 г. составили 0,48% к массе переработанной свеклы. Потери сахарозы от разложения в процессе экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки составляют 0,08-0,18% к массе свеклы. В случае ухудшения технологического качества сахарной свеклы, а также несоблюдения технологического режима при экстрагировании, потери сахарозы вследствие разложения могут достигать 0,6-0,9% [2, 3]. Основными факторами, приводящими к разложению сахарозы при экстрагировании, являются активность клеточной инвертазы свеклы, реакция кислотного катализа и протекание микробиологических процессов [4].

Продуктами микробиологического разложения ряда органических соединений свекловичного сока, а именно сахарозы, белков, пектиновых веществ, являются органические кислоты (молочная, щавелевая, уксусная, фумаровая), аминокислоты, неорганические соединения (нитриты, аммиак, диоксид углерода, сероводород и др.). В основном, продукты разложения не удаляются в процессе очистки диффузионного сока, что приводит к их накоплению в мелассе и способствует повышению потерь сахара в мелассе.

Таким образом, вследствие протекания микробиологических процессов в диффузионной установке, во-первых, снижается выход сахара в результате разложения сахарозы с образованием ряда органических кислот, во-вторых, ухудшается качество диффузионного сока в результате накопления в нем продуктов разложения сахарозы, белков, пектиновых веществ. Снижение качества диффузионного сока, в свою очередь, приводит к ухудшению качества белого сахара. Кроме того, как уже отмечалось, ряд продуктов разложения, например, молочная кислота, не удаляются в процессе известково-углекислотной очистки сока, что является одной из основных причин повышения содержания солей кальция в очищенном соке.

Необходимо отметить, что интенсивность протекания микробиологических процессов в диффузионной установке зависит от ряда



- 2 -

факторов, а именно: качества отмывания сахарной свеклы; наличия корнеплодов, пораженных кагатной гнилью или слизистым бактериозом; микробиологической загрязненности стружки, питательной воды; температурного режима процесса экстрагирования; загруженности аппарата и др. Для уменьшения потерь сахарозы вследствие микробиологического разложения целесообразно применять дезинфицирующие средства на различных участках производства, а именно: при закладке сахарной свеклы в кагаты; ополаскивании корнеплодов после мойки; для обработки сокостружечной смеси в диффузионном аппарате; питательной воды и др.

На сегодняшний день существует широкий спектр дезинфицирующих средств, однако их качество не всегда удовлетворяет производство с точки зрения как ухудшения качества соков и полупродуктов, так и низкой эффективности действия по отношению к контаминирующей микрофлоре. Поэтому на сахарных заводах часто возникают вопросы и проблемы, связанные с определением эффективности дезинфектанта по отношению к микрофлоре сырья, технологических вод, диффузионного сока и других полупродуктов производства, а также способа его введения и рационального расхода.

Следует отметить, что дезинфицирующие средства, применяемые в сахарной отрасли, должны отвечать определенным требованиям касательно эффективности, класса токсичности, коррозионного действия, экологической безопасности. Важным условием применения дезинфектанта является отсутствие его негативного влияния на качество получаемого диффузионного и очищенного соков и продуктов производства. В свеклосахарном производстве основным дезинфектантом, долгое время применяющимся для подавления микробиологических процессов при экстрагировании, был и остается формалин. Однако данное средство токсичное (2 класс опасности), легко испаряется, коррозионно-активное, экологически опасное для окружающей среды, запрещено к использованию в пищевой промышленности стран ЕС. К тому же, формальдегид негативно влияет на технологические показатели продуктов – способствует повышению содержания солей кальция и цветности

соков и сиропов, снижает чистоту очищенных продуктов, увеличивает содержание сахарозы в мелассе [5]. Кроме формалина, в сахарном производстве используются соединения хлора, йода, серы, дитиокарбаматы, четвертичные соединения аммониевых оснований и другие.

В производственный сезон 2013 года на Глобинском сахарном заводе нами проведены промышленные испытания применения дезинфицирующего средства «Жавель-Клейд» (производитель – фирма «Societe Nouvelle Clade», Франция; заключение государственной санитарно-эпидемиологической экспертизы № 05.03.02-03/19943 от 04.03.2011 г., выданное Минздравом Украины). Средство «Жавель-Клейд» по параметрам острой токсичности, согласно ГОСТа 12.1.007-76, относится к III классу умеренно опасных веществ при введении в желудок лабораторных животных и к IV классу малоопасных веществ при нанесении на кожу. В условиях ингаляционного воздействия в виде пара принадлежит к IV классу малоопасных веществ по степени летучести. Средство не имеет сенсibiliзирующего действия, кумулятивные свойства не выражены.

В ходе исследований введение дезинфицирующего средства проводилось на следующих участках технологического процесса производства сахара из свеклы: диффузионный аппарат, сборник жомопрессовой воды, свекломойка. На Глобинском сахарном заводе установлены 2 диффузионных аппарата, для которых в качестве питательной воды применяется сульфитированная барометрическая вода и жомопрессовая вода после механической очистки и обеззараживания. Исследования проводились поочередно на каждом из диффузионных аппаратов, что обеспечивало возможность одновременного сравнения действия традиционно применяемого формалина и предложенного средства «Жавель-Клейд» при условии однородности качества сырья, поступающего в переработку. Кроме того, в случае поочередного введения дезинфицирующего средства в оба диффузионных аппарата уменьшалось влияние их конструктивных особенностей и степени загрузки на погрешность результатов исследований. Расход дезинфицирующих средств составлял: для

формалина – 0,01% к массе свеклы, для средства «Жавель-Клейд» – 0,0001-0,00013% к массе свеклы (в среднем 3-4 кг в сутки на 1 диффузионный аппарат). Введение дезинфицирующих средств в обоих случаях осуществляли равномерными порциями каждые 2 часа. Раствор средства «Жавель-Клейд» концентрации 1% вносили в 4 точки, соответствующие зонам люков 1-4 камер нагрева диффузионного аппарата. Также, средство вводили в сборник жомопрессовой воды каждые 2 часа при среднем расходе – 0,00001% к массе свеклы (0,6 кг в сутки). В ходе исследований анализировали содержание сахарозы, сухих веществ, молочной кислоты, нитритов в диффузионном и свекловичном соках.

Средние показатели качества сахарной свеклы, поступающей в переработку, соответствовали чистоте клеточного сока 86-87%, содержанию молочной кислоты в клеточном соке 6,5-9,8 мг/100 см³; нитритов до 1,15 мг/дм³. Результаты сравнительных исследований дезинфицирующего средства «Жавель-Клейд» (диффузия ДС-12) и формалина (диффузия DDS-30) представлены в виде графиков (рис.1).

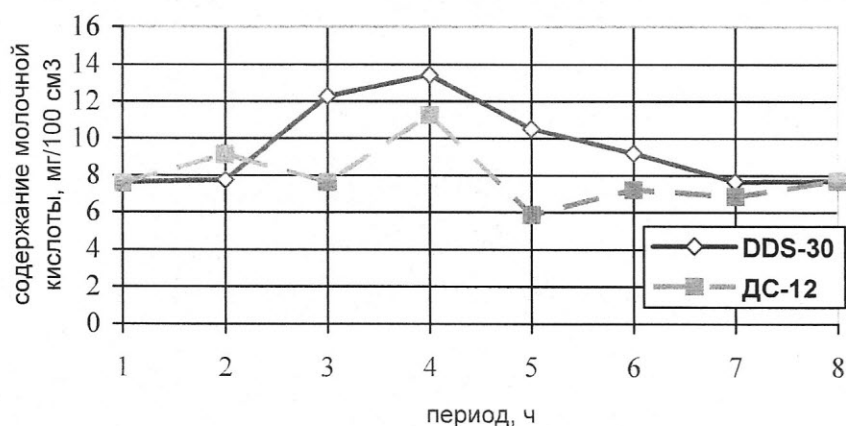


Рис.1. Динамика изменения в течение 8 часов содержания молочной кислоты в диффузионных соках, отобранных из диффузионных аппаратов DDS-30 (формалин, введение каждые 2 часа) и ДС-12 («Жавель-Клейд», введение каждые 2 часа: т. 2, 4, 6, 8).

Необходимо отметить, что содержание продуктов метаболизма микроорганизмов, а именно молочной кислоты, в контрольном диффузионном соке (формалин), в среднем, находится в пределах 8-13 мг/100 см³. Такие

колебания в значительной степени определялись исходным содержанием молочной кислоты в свекле. Анализ динамики накопления молочной кислоты в сравниваемых диффузионных соках (рис. 1), отобранных из диффузионных аппаратов DDS-30 (формалин) и ДС-12 («Жавель-Клейд»), свидетельствует о тенденции к снижению содержания молочной кислоты в случае применения предложенного средства «Жавель-Клейд».

Для объективного анализа интенсивности развития микробиологических процессов в диффузионном аппарате и потерь сахарозы вследствие разложения необходимо учитывать прирост молочной кислоты в диффузионном соке согласно формуле [6]:

$$\Delta MK = MK_2 - MK_1 \times \frac{CB_2}{CB_1} \quad (1)$$

где, MK_1 и MK_2 – соответственно, содержание молочной кислоты в диффузионном и свекловичном соках;

CB_1 , CB_2 – содержание сухих веществ в соответствующих соках.

При этом потери сахарозы в результате микробиологического разложения (П) рассчитываются по формуле (в % к массе свеклы):

$$П = 2\Delta MK \cdot B / 100, \quad (2),$$

где B - откачка диффузионного сока ($B=1-1,3$).

В таблице 1 приведены средние показатели содержания молочной кислоты, нитритов, чистоты свекловичного и диффузионного соков, а также, рассчитанные по вышеприведенным формулам (1, 2), значения прироста содержания молочной кислоты и потерь сахарозы вследствие разложения в случае применения для дезинфекции в диффузионных аппаратах, соответственно, формалина и средства «Жавель-Клейд».

Таблица 1 – Средние показатели качества свекловичного сока и диффузионных соков, отобранных с диффузионных аппаратов DDS-30 и ДС-12 на Глобинском сахарном заводе при применении дезинфектантов формалина и средства «Жавель-Клейд»

Продукт	Показатели				
	Содержание:		Прирост МК, мг/100 см ³	Потери сахарозы вследствие разложения, % к м.св.	Чистота, %
	молочной кислоты, мг/100 см ³	нитритов, мг/дм ³			
Свекловичный сок	8,70	1,10		–	86,1
Диффузионный сок (формалин, DDS-30)	9,61	1,31	2,20	0,045	90,6
Диффузионный сок («Жавель-Клейд», ДС-12)	8,05	1,16	0,90	0,020	90,9
Свекловичный сок	6,80	1,10	-	-	87,4
Диффузионный сок (формалин, ДС-12)	6,84	1,80	1,24	0,026	91,0
Диффузионный сок («Жавель-Клейд», DDS-30)	6,76	1,30	1,10	0,023	92,1

Таким образом, в случае применения дезинфектанта «Жавель-Клейд» в диффузионном аппарате ДС-12, среднее содержание молочной кислоты в диффузионном соке составило 8,05 мг/100 см³, а в контрольном диффузионном соке (с использованием формалина) – 9,61 мг/100 см³. Прирост содержания молочной кислоты в диффузионных соках, по сравнению с содержанием молочной кислоты в свекловичном соке, свидетельствует об интенсивности разложения сахарозы в результате жизнедеятельности микроорганизмов непосредственно в диффузионном аппарате. Необходимо отметить, что данный показатель находился в пределах нормы в обоих диффузионных аппаратах. Однако, в случае применения средства «Жавель-Клейд» прирост содержания молочной кислоты был меньшим по сравнению с применением формалина. При этом потери сахарозы вследствие жизнедеятельности микроорганизмов составляли: в диффузионном аппарате DDS-30 (формалин) – 0,045% и ДС-12 («Жавель-Клейд») – 0,02% к массе свеклы.

В случае применения средства «Жавель-Клейд» наблюдалось повышение чистоты диффузионного сока по сравнению с контрольным диффузионным соком с использованием формалина. Таким образом, проведенные нами исследования подтвердили существующие данные о негативном влиянии формалина на качество диффузионного и очищенного соков, что можно объяснить гидролизом пектиновых веществ свекловичной стружки и их дополнительным переходом в диффузионный сок при введении щелочного раствора дезинфектанта с рН 9,0. Как показали результаты лабораторных исследований, содержание нитритов в соках было незначительным, что свидетельствовало о развитии, в большей степени, молочнокислых и термофильных бактерий, основным продуктом метаболизма которых является именно молочная кислота. В то же время, повышенное содержание нитритов в диффузионных соках свидетельствует о развитии слизиобразующих бактерий рода *Leuconostok*, а также нитритообразующих бактерий *Bacillus subtilis*.

Также нами проведены микробиологические исследования диффузионного сока (табл. 2). Количественное содержание микроорганизмов определяли методом разведений и посева проб на питательные среды (мясопептонный агар (МПА), сусло-агар, среда Чапека) в чашки Петри [7]. Подсчет колоний различных групп микроорганизмов проводили с помощью полуавтоматического счетчика. Эффект обеззараживания диффузионного сока (%) рассчитывали по формуле:

$$E = 100 (K_1 - K_2)/K_1, \quad (3),$$

где K_1 – исходное содержание микроорганизмов в 1 см^3 продукта;

K_2 – содержание микроорганизмов в 1 см^3 продукта после введения дезинфектанта.

Таблица 2 – Общее содержание микроорганизмов в диффузионном соке и эффективность его обеззараживания при использовании дезинфицирующего средства «Жавель-Клейд»

Продукт / расход препарата в % к массе свеклы	Показатели	
	МАФАМ, КОО/см ³	Эффект обеззараживания, %
Исходный диффузионный сок	$5,1 \times 10^6$	–
Диффузионный сок после обработки дезинфицирующим средством «Жавель-Клейд»:		
0,00005%	$9,8 \times 10^5$	80,8
0,0001%	$6,2 \times 10^5$	87,8
0,0002%	$1,6 \times 10^5$	96,9

Таким образом, при норме расхода средства «Жавель-Клейд» в пределах 0,00005-0,0002% к массе свеклы общий эффект обеззараживания составляет 80-97%. Результаты технологических и микробиологических исследований в промышленных условиях Глобинского сахарного завода подтвердили выводы из ранее проведенных нами лабораторных исследований относительно целесообразности варьирования расхода средства «Жавель-Клейд» в зависимости от качества сахарной свеклы в пределах 0,00005-0,0002% к массе свеклы (т.е. 0,5-2 кг на 1000 т свеклы).

Кроме того, нами проведен ряд исследований по применению дезинфектанта «Жавель-Клейд» для обеззараживания моечной и жомопрессовой вод.

Эффективность действия средства «Жавель-Клейд» при дезинфекции жомопрессовой воды определяли методом микробиологического анализа проб воды, отобранных в промышленных условиях до и после внесения средства в сборник жомопрессовой воды. Согласно существующей технологической схемы, количество жомопрессовой воды составляет в среднем 50% к массе свеклы. Средство «Жавель-Клейд» периодически вводили в сборник жомопрессовой воды в разовом количестве 0,06-0,08 кг, что составляет в

среднем 0,000024-0,000032% к массе воды. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общее содержание микроорганизмов в жомопрессовой воде (ЖПВ) и эффективность ее обеззараживания при использовании дезинфицирующего средства «Жавель-Клейд»

Пробы	Показатели	
	МАФАМ, КОО/см ³	Эффект обеззараживания, %
Исходная жомопрессовая вода (ЖПВ)	$4,2 \times 10^6$	–
ЖПВ после введения средства (расход 0,000024% к массе воды)	$2,3 \times 10^5$	94,5
ЖПВ после введения средства (расход 0,000032% к массе воды)	$8,5 \times 10^4$	97,98

Проведенные исследования подтвердили высокую эффективность применения средства «Жавель-Клейд» для дезинфекции жомопрессовой воды. Так, при расходе 0,000024% к массе воды эффект обеззараживания составляет 94,5%.

Для анализа эффективности средства «Жавель-Клейд» на стадии дезинфекции моечной воды нами использован метод «спонтанного брожения» [8]. Предложенный инструментальный метод используют для косвенного определения степени микробиологической загрязненности диффузионного сока или воды, содержащей сахарозу. Поскольку транспортерно-моечная вода соответствует указанному требованию, то предложенный метод может быть индикативным при определении эффективности применения средства «Жавель-Клейд» для дезинфекции моечной воды. Согласно методике проведения анализа, в стерильную колбу отбирали пробу воды в количестве 200 см³ и выдерживали в термостате на протяжении 18-24 часов при температуре 37°C. Анализ микробиологической загрязненности воды проводили по изменению рН₂₀ воды при ее термостатировании. Для этого измеряли начальное значение

pH_{20} воды (рис. 2: точка 0) и показатель pH_{20} каждые 2 часа на протяжении 18 часов ее термостатирования. Чем больше продолжительность периода стабильности значения показателя pH , тем меньшая степень микробиологической активности, а соответственно и содержание микроорганизмов в исследуемой воде.

Внесение средства «Жавель-Клейд» в промышленных условиях проводили однократно в количестве 0,6 кг (из расчета 0,001% на 100 т свеклы). Пробы моечной воды были отобраны до введения дезинфицирующего средства (исходная вода), а также через 2 и 4 часа после обработки средством «Жавель-Клейд». Отобранные пробы исследовали согласно вышеуказанному методу «спонтанного брожения». Анализ динамики изменения pH_{20} , при термостатировании проб воды свидетельствует о положительной тенденции стабильности значения pH_{20} проб воды, отобранных в течение длительного времени после внесения дезинфектанта (2-4 часа), что подтверждает эффективность применения средства «Жавель-Клейд» для дезинфекции моечной воды.

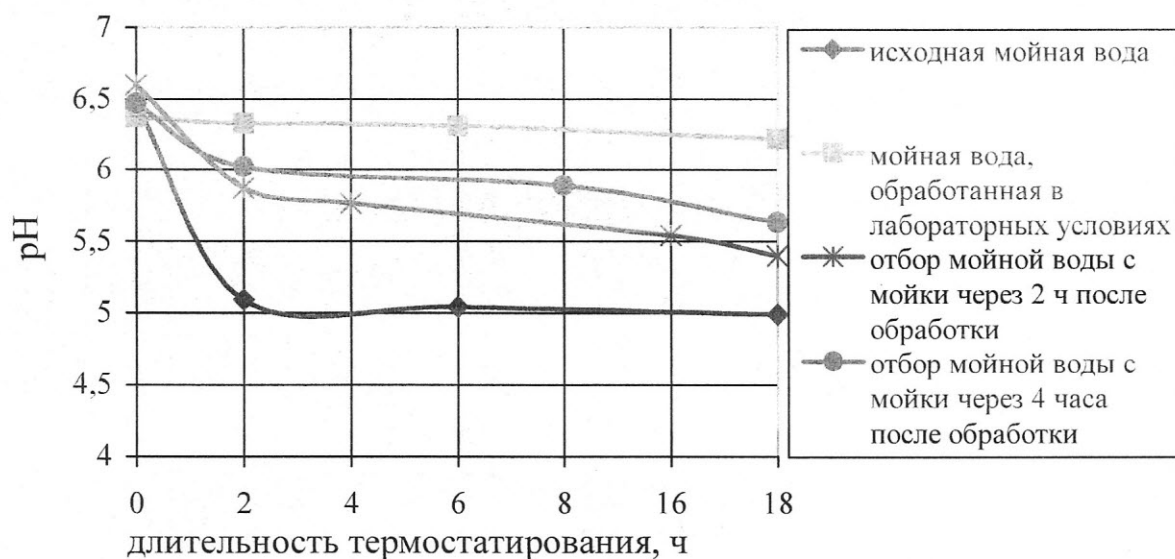
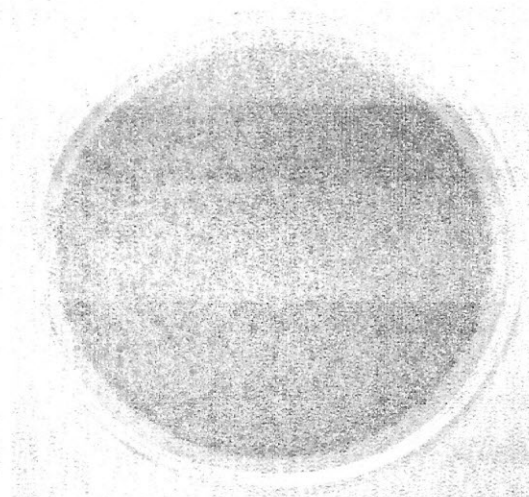


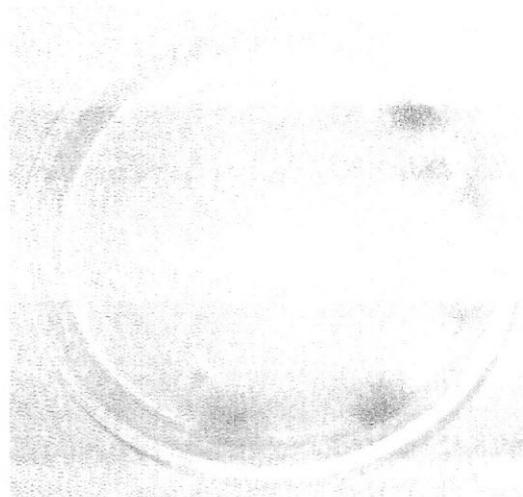
Рис. 2. Динамика изменения pH_{20} при термостатировании (температура $37^{\circ}C$) проб моечной воды, отобранных до и после внесения дезинфектанта «Жавель-Клейд».

Необходимо отметить, что вода, отобранная через 2-4 часа после обработки, характеризовалась значительно меньшим содержанием кислотопродуцирующих бактерий, о чем свидетельствуют более стабильные показатели pH_{20} при термостатировании соответствующих проб. Так, значение pH_{20} воды через 18 часов ее термостатирования (при температуре 37°C) составляло в пробах после обработки средством «Жавель-Клейд» – 5,6-6,0, в контрольной пробе (без обработки) – 5,0-5,1. При этом в контрольной пробе мочной воды (без обработки дезинфектантом) максимальное снижение показателя pH_{20} достигалось в течении 2 ч термостатирования пробы и в дальнейшем практически не изменялось, что свидетельствовало о полном разложении присутствующей в воде сахарозы. Кроме того, проведены аналогичные исследования термостатирования проб мочной воды, обработанной в лабораторных условиях средством «Жавель-Клейд». Исследования показали, что в результате дезинфицирующего действия в воде практически не происходили микробиологические процессы, о чем свидетельствуют стабильные показатели pH_{20} в течение 18 часов (рис. 2). Различия между динамикой изменения pH мочной воды, в случае лабораторной и промышленной ее обработки, объясняются тем, что вода, поступающая на данном этапе для предварительной мойки корнеплодов, циркулирует определенное время в системе после механической очистки. Вследствие непрерывного внесения микроорганизмов с поверхностью корнеплодов и почвой в воду, эффективность действия средства со временем уменьшается. Поэтому введение средства в мочную воду целесообразно проводить 2-4 раза в сутки. Кроме того, средство «Жавель-Клейд» целесообразно применять для ополаскивания свеклы путем распыления через форсунки.

Об эффективности обработки поверхностей, оборудования, приямков дезинфицирующим раствором «Жавель-Клейд» свидетельствуют исследования с использованием метода «лунок» (фото, рис.3).



Контроль



Обработка 0,004%-ным раствором средства «Жавель-Клейд»

Рис. 3. Эффективность 0,004%-го раствора дезинфицирующего средства «Жавель-Клейд» в отношении микромицетов рода *Aspergillus* (обработка поверхностей, сборников разливу и др.)

Таким образом, проведенные нами исследования подтвердили эффективность применения дезинфицирующего средства «Жавель-Клейд» в соответствии с рекомендациями технологической инструкции на это средство. В то же время, установлено, что более целесообразным является введение средства каждые 2 часа, что обеспечивает более равномерное поступление дезинфектанта в диффузионный аппарат и сборник жомопрессовой воды.

Необходимо также отметить, что испытательным центром Института экогигиены и токсикологии им. Л.И. Медведя проведены исследования с целью определения влияния продуктов разложения действующего вещества средства «Жавель-Клейд» (дихлоризоциануровой кислоты) на качество готовой продукции сахарного производства (Протокол испытаний № 3 от 24.03.2009 г.). По результатам исследований было установлено, что в продуктах производства (сахар, патока, жом) остатков хлора и изоциануровой кислоты не обнаружено. Отбор проб продуктов производился при следующих нормах расхода средства «Жавель-Клейд»: свекломойка – 0,3 кг на 100 тонн свеклы; ополаскивание после свекломойки – 0,2 кг на 100 тонн свеклы; диффузионный аппарат – 0,2 кг

на 100 тонн свеклы; сборник жомопрессовой воды – 0,02 кг на 100 тонн свеклы; сборник речной воды – 0,01 кг на 100 тонн свеклы; сборник транспортерно-моечной воды после осветления – 0,6 кг на 100 тонн свеклы.

Следовательно, можно утверждать, что дезинфицирующее средство «Жавель-Клейд» соответствует требованиям к химическим препаратам, применяемым в производстве сахара, а также обладает высокой эффективностью обеззараживания, что способствует уменьшению потерь сахарозы от разложения, повышению выхода и улучшению качества белого сахара. Расход дезинфицирующего средства «Жавель-Клейд» для дезинфекции в процессе экстрагирования сахарозы из свекловичной стружки составляет 0,0001-0,0002% к массе свеклы, что в 100 раз меньше по сравнению с рекомендованным расходом формалина. Применение средства «Жавель-Клейд» не требует особых изменений технологической схемы ввода дезинфектанта, что позволяет, с некоторыми уточнениями, использовать существующую схему обработки формалином.

Список использованной литературы

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, Леонтьева 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.