

УДК 661.164.62:637.1.02(047.31)(476)

Т.В. Ховзун, А.В. Шах, В.Б. Корако
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ ПРЕПАРАТ ДЛЯ ДЕЗИНФЕКЦИИ ИОНООБМЕННЫХ И ЭЛЕКТРОДИАЛИЗНЫХ УСТАНОВОК «ИОНОДЕЗ»

(Поступила в редакцию 4 апреля 2016 г.)

В статье представлены этапы разработки нового дезинфицирующего средства для ионообменных и электродиализных установок, используемых при переработке молока и молочных продуктов на предприятиях молочной промышленности.

Ключевые слова: ионный обмен; электродиализ; дезинфицирующее средство; молочные продукты.

Введение. Ионообменные и электродиализные установки на предприятиях молочной промышленности находят все большее применение. Однако, при переработке молочных продуктов, на поверхности данных установок остаются органические и минеральные загрязнения. Основная масса загрязнений – это органические (белок, жир), минеральные (сульфаты), а также бактериальная микрофлора. Они адсорбируются, и части молекул присоединяются к поверхности оборудования, тем самым, образуя сложные загрязнения, так называемые биопленки. Проведение некачественной санитарной обработки на каждом из ее этапов пагубно сказывается на качестве и безопасности производимого продукта и сохранности оборудования.

Сегодня, для проведения профилактической дезинфекции, предприятия самостоятельно выбирают дезинфицирующие средства, ориентируясь на стоимость препарата, при этом забывая, что выбор должен прежде всего не навредить, то есть не сделать опасным для здоровья людей применения дезинфицирующего средства и в тоже время, чтобы дезинфекционные мероприятия были эффективны.

В связи с этим создание новых дезинфицирующих средств, обладающих высокой антимикробной активностью и широким спектром действия, а также обеспечивающих долговременную защиту оборудования, является актуальным для предприятий. Одним из путей решения данного вопроса является применение современных высокоэффективных технологий обеззараживания с использованием экологически безопасных дезинфицирующих средств нового поколения.

Разработка и внедрение новой технологии санитарной обработки и современного отечественного средства для дезинфекции ионообменных и электродиализных установок, являются актуальными для молокоперерабатывающих предприятий республики, поскольку в результате внедрения разработки будет обеспечена безопасность выпускаемой продукции, экономия материальных и энергетических ресурсов, а также повышение эксплуатационных характеристик ионообменных и электродиализных установок.

Материалы и методы исследования. При разработке нового отечественного дезинфицирующего средства для дезинфекции ионообменных и электродиализных

установок сотрудниками отдела санитарной обработки оборудования и помещений был проведен ряд исследований.

Лабораторные испытания дезинфицирующего средства. На начальном этапе выполнения работы был разработан лабораторный образец и проведены его лабораторные испытания на антимикробную активность. Для лабораторных испытаний лабораторного образца дезинфицирующего препарата был подобран перечень штаммов микроорганизмов.

В ходе проведения лабораторных испытаний лабораторного образца установлены следующие данные: лабораторный образец в режимах исследования (концентрация рабочего раствора 0,05%, экспозиция 30 минут, температура 20°C) в количественном суспензионном методе соответствует требованиям СанПиН 21-112-99 «Нормативные показатели безопасности и эффективности дезинфекционных средств» [1] и «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)» утвержденные решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 г. (гл. 2. раздел 20) [2].

Лабораторные испытания технологического процесса санитарной обработки ионообменных и электродиализных установок. В лаборатории оборудования и технологий молочно-консервного производства РУП «Институт мясо-молочной промышленности» проведены лабораторные испытания технологического процесса санитарной обработки ионообменных и электродиализных установок. Испытания проводились на лабораторной установке ионного обмена и лабораторной установке электродиализа.

Перед началом процесса санитарной обработки на лабораторных установках был проведен процесс деминерализации творожной сыворотки для микробиального обсеменения ионообменных смол и ионитовых мембран, загрязнения их органическими веществами, а также снижения их обменной емкости.

Процесс санитарной обработки лабораторной установки ионного обмена включал следующие стадии: регенерация и мойка катионообменной смолы; ополаскивание катионообменной смолы; регенерация и мойка анионообменной смолы; ополаскивание анионообменной смолы; дезинфекция катионообменной смолы; ополаскивание катионообменной смолы; дезинфекция анионообменной смолы; ополаскивание анионообменной смолы.

Режимы санитарной обработки лабораторной установки ионного обмена приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Режимы санитарной обработки

Этап санитарной обработки	Время, мин	Средство	Концентрация средств, %	Температура, °С
1. Регенерация и мойка катионообменной смолы	10	HCl	5	20–22
2. Ополаскивание катионообменной смолы	5	вода дистиллированная	-	20–22
3. Регенерация и мойка анионообменной смолы	10	NaOH	4	20–22
4. Ополаскивание анионообменной смолы	5	вода дистиллированная	-	20–22
5. Дезинфекция катионообменной смолы	30 40	опытная партия препарата	0,05 0,01	20–22

Продолжение таблицы 1

6. Ополаскивание катионообменной смолы	5	вода дистиллированная	-	20–22
7. Дезинфекция анионообменной смолы	30 30	опытная партия препарата	0,05 0,01	20–22
8. Ополаскивание анионообменной смолы	5	вода дистиллированная	-	20–22

Отмывку ионообменных смол контролировали по наличию белковых загрязнений и микробиологическим показателям: КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов); Д и П (дрожжеподобные и плесневые грибы); БГКП (бактерии группы кишечной палочки). Контроль осуществляли по промывной воде до и после каждого этапа санитарной обработки.

Для оценки эффективности разрабатываемого дезинфицирующего средства на контролируемые группы микроорганизмов были произведены посевы промывной воды до и после дезинфекции.

Процесс санитарной обработки лабораторной установки электродиализа включал следующие стадии: промывка водопроводной водой; кислотная мойка; ополаскивание водопроводной водой; щелочная мойка; ополаскивание водопроводной водой; дезинфекция; ополаскивание дистиллированной водой.

Режимы санитарной обработки лабораторной установки ионного обмена приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Режимы санитарной обработки

Этап санитарной обработки	Время, мин	Средство	Концентрация средств, %	Температура, °С	Активная кислотность, ед. рН
1. Промывка	10	вода водопроводная	-	40–45	-
2. Кислотная мойка	30	HNO ₃	2	20–22	2,5
3. Ополаскивание	10	вода водопроводная	-	20–22	-
4. Щелочная мойка	30	NaOH	1,7	30–35	11,0
5. Ополаскивание	10	вода водопроводная	-	20–22	-
6. Дезинфекция	30 30	опытная партия препарата	0,05 0,01	20–22	8,2
7. Ополаскивание	10	вода дистиллированная	-	20–22	-

Отмывку ионитовых мембран контролировали по тем же показателям, что и отмывку ионообменных смол.

Для оценки эффективности разрабатываемого дезинфицирующего средства на контролируемые группы микроорганизмов были произведены посевы промывной воды до и после дезинфекции.

В результате проведенных испытаний установлено:

1. Ионообменные смолы лабораторной установки ионного обмена, прошедшие мойку и регенерацию, и ионитовые мембраны лабораторной установки электродиализа, прошедшие мойку, полностью очищаются от компонентов сыворотки.

2. Показатели результатов контроля санитарно-гигиенического состояния лабораторных установок ионного обмена и электродиализа, прошедших санитарную обработку, соответствуют требованиям НТД для молочной промышленности.

3. Испытания нового дезинфицирующего средства показали его эффективность в процессе отработки режимов его использования в лабораторных условиях.

На основании проведенных исследований были разработаны проекты ТУ ВУ 100098867.373-2015 «Средство дезинфицирующее «Ионоdez»», ОПТР 100098867.002-2015 Опытно-промышленный технологический регламент на производство дезинфицирующего средства «Ионоdez», согласно которым была изготовлена опытная партия дезинфицирующего средства «Ионоdez» и проведены ее лабораторные испытания на антимикробную активность. Результаты испытаний дезинфицирующего средства представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты исследований антимикробной активности дезинфицирующего средства «Ионоdez»

Тест-культура	Концентрация рабочего раствора	Экспозиция 10 мин		
		КОЕ	lg	RF
E. coli ATCC 11229 10 ⁹ КОЕ/мл	0,01%	< 20	1,30	6,52
	0,01%+20% л.с.	< 20	1,30	6,53
	Контроль №1	6,6*10 ⁷	7,82	
	Контроль №2	6,8*10 ⁷	7,83	
Ps.aeruginosa ATCC 15442 10 ⁹ КОЕ/мл	0,01%	< 20	1,30	6,51
	0,01%+20% л.с.	< 20	1,30	6,52
	Контроль №1	6,4*10 ⁷	7,81	
	Контроль №2	6,6*10 ⁷	7,82	
St.aureus ATCC 6538 10 ⁹ КОЕ/мл	0,01%	< 20	1,30	6,12
	0,01%+20% л.с.	< 20	1,30	6,15
	Контроль №1	2,6*10 ⁷	7,42	
	Контроль №2	2,8*10 ⁷	7,45	
C.albicans ATTC 10231 10 ⁹ КОЕ/мл	0,01%	< 20	1,30	6,04
	0,01%+20% л.с.	< 20	1,30	6,08
	Контроль №1	2,2*10 ⁷	7,34	
	Контроль №2	2,4*10 ⁷	7,38	

В ходе проведения лабораторных испытаний установлено, что дезинфицирующее средство «Ионоdez» в режимах исследования: концентрация рабочего раствора 0,01%, экспозиция 10 минут, температура 20°C в количественном суспензионном методе соответствует требованиям СанПиН 21-112-99 «Нормативные показатели безопасности и эффективности дезинфекционных средств» и «Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утвержденные решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 г. (гл. 2. раздел 20), обладает высоким уровнем антимикробной активности в отношении тест-культур Esherichia coli ATCC 11229, Pseudomonas aeruginosa ATCC 15412, Staphylococcus aureus ATCC 6538, Candida albicans ATTC 10231, Aspergillus niger ATCC 16404 (фактор редукции RF>5lg).

Производственные испытания технологии санитарной обработки ионообменных и электродиализных установок. На ОАО «Березовский сыродельный комбинат» были проведены производственные испытания технологии санитарной обработки ионообменных установок. Испытания проводились на установке деминерализации сыворотки.

Перед началом процесса санитарной обработки на установке ионного обмена была произведена деминерализация подсырной сыворотки в соответствии с программой работы установки.

Для оценки микробной обсемененности ионообменных смол, был произведен отбор проб промывной воды после деминерализации.

Процесс санитарной обработки установки деминерализации сыворотки включал следующие стадии: ополаскивание после деминерализации; дезинфекция катионообменной и анионообменной смол; ополаскивание катионообменной и анионообменной смол; регенерация и мойка катионообменной и анионообменной смол; ополаскивание катионообменной и анионообменной смол.

Режимы санитарной обработки установки деминерализации сыворотки приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Режимы санитарной обработки

Этап санитарной обработки	Время, мин	Объем моющего раствора, л	Средство	Концентрация средств, %
1. Промывка от сыворотки	-	9500	вода дистиллированная	-
2. Промывка от сыворотки	-	7500	вода дистиллированная	-
3. Обратная промывка катионообменника возвратной водой, насыщенной катионами с добавлением дезинфицирующего средства «Ионоdez»	33	5500	Дезинфицирующее средство «Ионоdez»	0,01
4. Обратная промывка анионообменника возвратной водой, насыщенной анионами с добавлением дезинфицирующего средства «Ионоdez»	42	8500	Дезинфицирующее средство «Ионоdez»	0,01
5. Частичный слив из катионообменника	5	-	вода дистиллированная	-
6. Частичный слив из анионообменника	5	-	вода дистиллированная	-
7. Регенерация в катионообменнике с помощью насыщенной катионами возвратной воды и соляной кислоты	40	4490	HCl	5
8. Регенерация в анионообменнике с помощью насыщенной анионами возвратной воды и каустической соды	35	5690	NaOH	4
9. Медленная промывка катионообменника	80	9990	вода дистиллированная	-
10. Медленная промывка анионообменника	80	14990	вода дистиллированная	-

Для оценки эффективности разрабатываемого дезинфицирующего средства на контролируемые группы микроорганизмов были произведены посеы промывной воды до и после дезинфекции.

Качество дезинфекции ионообменных смол контролировали по следующим микробиологическим показателям: КМАФАнМ, ДиП и БГКП.

В результате проведенных испытаний установлено:

1. Показатели результатов контроля санитарно-гигиенического состояния ионообменных смол установки деминерализации сыворотки, прошедших санитарную обработку, соответствуют требованиям НТД для молочной промышленности.

2. Испытания нового дезинфицирующего средства «Ионоdez» показали его эффективность в процессе отработки режимов его использования в производственных условиях.

Методы испытаний. Лабораторные испытания лабораторных образцов дезинфицирующего препарата проводили согласно: «Методы проверки и оценки антимикробной активности дезинфицирующих и антисептических средств» (инструкция по применению) рег. № 11-20-204-2003 [3], а также Временная инструкция «Методы испытаний противомикробной активности дезинфицирующих средств» рег. № 4718 от 24.12.98г. [4]. Методика определения противоплесневых и фунгицидных свойств основана на ингибировании роста тест-культур микроорганизмов.

В качестве тест-штаммов использовали коллекционные тест-штаммы типовых культур микроорганизмов: *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15412, *Esherichia coli* ATCC 11229, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Candida albicans* ATTC 10231.

В лабораторных условиях готовили суспензию тест-культуры микроорганизмов в стерильном физиологическом растворе, стандартизировали ее до 10^9 КОЕ/мл. Подтверждение содержания клеток в рабочей культуре проводили путем посева на соответствующие агаризованные среды.

Из лабораторного образца дезинфицирующего средства для дезинфекции ионообменных и электродиализных установок составляли разведения концентрата. Микробиологические показатели эффективности лабораторного образца проводились в количественном суспензионном тесте. В лабораторный образец дезсредства вносились суспензии указанных выше культур микроорганизмов с белковой нагрузкой и без нее. Лабораторный образец выдерживался при различных температурах, в течение определенной экспозиции при определенной концентрации. После установленной экспозиции кратное количество смеси немедленно нейтрализовали соответствующим способом для проверки антимикробных свойств. В лабораторном образце определяли количество живых организмов путем посева на соответствующие агаризованные питательные среды и рассчитывали их фактор редукции.

Для контроля соответствующие испытательные суспензии микроорганизмов смешивали с кратным количеством стерильного физиологического раствора. После необходимой экспозиции посева на питательные среды проводили аналогично основному опыту.

Посевы инкубировали в течение 72 часов при 24°C для культуры *Candida albicans*, в течение 48 часов при 37°C для культур *Pseudomonas aeruginosa*, *Esherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

При обработке результатов учитывали чашки, на которых количество КОЕ лежит в пределах между 15 и 300 и подсчитывали число колоний в опыте и контроле. После вычисления среднего арифметического из дублирующих определений, рассчитывают фактор редукции (RF) по формуле 1:

$$\text{Log RF} = \log (\text{КОЕ } K_0) - \log (\text{КОЕ } D), \quad (1)$$

где *КОЕ* K_0 – количество КОЕ на мл без воздействия средства;

КОЕ D – количество КОЕ на мл после воздействия средства.

Лабораторные испытания антимикробной активности дезинфицирующего средства «Ионоdez» проводили согласно методикам описанным выше.

Результаты и их обсуждение. В результате исследований создано дезинфицирующее средство «Ионоdez» для дезинфекции ионообменных и электродиализных установок, используемых при переработке молока и молочных продуктов на предприятиях молочной промышленности. А также разработана и освоена в производстве высокоэффективная технология санитарной обработки ионообменного и электродиализного оборудования для переработки молочного сырья и водоподготовки с применением современного отечественного дезинфицирующего средства с широким спектром антимикробной активности.

На основании проведенных исследований и по результатам производственных испытаний доработан состав дезинфицирующего средства и разработана рецептура дезинфицирующего средства «Ионоdez».

На основе разработанной рецептуры и результатов лабораторных и производственных испытаний был разработан опытно-промышленный технологический регламент на производство дезинфицирующего средства «Ионоdez» и отработан технологический процесс получения средства в тестовом режиме в производственных условиях.

В результате выполнения работы разработаны методические указания «Санитарная обработка ионообменных и электродиализных установок при переработке молока и молочных продуктов» и инструкция по применению дезинфицирующего средства «Ионоdez». Методические указания определяют порядок мойки и дезинфекции ионообменных и электродиализных установок, используемых при переработке молока и молочных продуктов. Инструкция определяет технологический порядок проведения дезинфекции, приготовление рабочих растворов препарата, требования техники безопасности, условия хранения, методы контроля качества дезинфицирующего средства «Ионоdez».

Разработаны и утверждены технические условия на дезинфицирующее средство «Ионоdez» ТУ ВУ 100098867.373-2015. Средство дезинфицирующее «Ионоdez» представляет собой водную композицию, состоящую из полигексаметиленгуанидин гидрохлорида, воды и функциональных добавок. Активнодействующий компонент дезинфицирующего средства – полигексаметиленгуанидин гидрохлорид. Средство применяется в процессах санитарной обработки ионообменных и электродиализных установок, используемых при переработке молока и молочных продуктов на предприятиях молочной промышленности.

Технические требования дезинфицирующего средства представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические требования дезинфицирующего средства «Ионоdez»

Наименование показателя	Характеристика и норма
1. Внешний вид и цвет	Прозрачная или опалесцирующая бесцветная жидкость
2. Массовая доля полигексаметиленгуанидингидрохлорида, %	20±1
3. Показатель концентрации водородных ионов водного раствора средства с массовой долей полигексаметиленгуанидингидрохлорида 1% (рН), ед. рН	8,0–10,5
4. Плотность при 20°С, г/см ³	1,044–1,046

Заключение. Для повышения эффективности и безопасности дезинфекции ионообменных и электродиализных установок разработано дезинфицирующее средство «Ионоdez».

Разработанное дезинфицирующее средство является эффективным, экологически безопасным дезинфектантом, обладающим биоцидным действием в отношении широкого спектра микроорганизмов.

Производство нового дезинфицирующего средства не требует сложного дорогостоящего оборудования, что позволяет существенно снизить затраты на его производство по сравнению с зарубежными аналогами.

Внедрение нового современного отечественного средства для дезинфекции ионообменных и электродиализных установок и технологии его применения позволит повысить безопасность выпускаемой продукции, экономить материальные и энергетические ресурсы, а также улучшить эксплуатационные характеристики ионообменных и электродиализных установок.

Испытания нового дезинфицирующего средства показали его эффективность в процессе отработки режимов его использования в производственных условиях.

Новую технологию санитарной обработки и современное отечественное средство для дезинфекции ионообменных и электродиализных установок рекомендуется применять на всех молокоперерабатывающих предприятиях, осуществляющих переработку молока и молочных продуктов с использованием ионообменного и электродиализного оборудования.

Список использованных источников

1. Нормативные показатели безопасности и эффективности дезинфекционных средств. Санитарные нормы и правила СанПиН 21-112-99: утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь 06.01.99. № 2. – Минск : Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, 1998. – 12 с.

Normativnye pokazateli bezopasnosti i jeffektivnosti dezinfekcionnyh sredstv. Sanitarnye normy i pravila [Standard indicators of safety and efficiency of disinfectants. Sanitary standards and rules] SanPiN 21-112-99: utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Respubliki Belarus' 06.01.99. № 2. – Minsk : Resp. centr gigieny, jepidemiologii i obshhestv. zdorov'ja, 1998. – 12 s.

2. Евразийская экономическая комиссия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx. – Дата доступа: 24.05.2016.

Evrazijskaja jekonomicheskaja komissija [Euroasian economic commission] [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx. – Data dostupa: 24.05.2016.

3. Методы проверки и оценки антимикробной активности дезинфицирующих и антисептических средств (инструкция по применению) : утв. Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 22.12.2003. Регистрационный № 11-20-204-2003. – Минск : Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, 2003. – 41 с.

Metody proverki i ocenki antimikrobnoj aktivnosti dezinficirujushhih i antisephticheskikh sredstv (instrukcija po primeneniju) [Methods of check and assessment of antimicrobial activity disinfecting and antiseptics (instruction for application)]: utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Respubliki Belarus' 22.12.2003. Registracionnyj № 11-20-204-2003. – Minsk : Resp. centr gigieny, jepidemiologii i obshhestv. zdorov'ja, 2003. – 41 s.

4. Методы испытаний противомикробной активности дезинфицирующих средств. Временная инструкция : утв. Зам. министра здравоохранения, Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 24.12.98. Регистрационный № 4718. – Минск : Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, 1998. – 8 с.

Metody ispytanij protivomikrobnoj aktivnosti dezinficirujushhih sredstv. Vremennaja instrukcija [Test methods of antimicrobial activity of disinfectants. Temporary instruction]: utv. Zam. ministra zdravoohraneniya, Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom Respubliki Belarus' 24.12.98. Registracionnyj № 4718. – Minsk : Resp. centr gigieny, jepidemiologii i obshhestv. zdorov'ja, 1998. – 8 s.

T. Khovzun, A. Shakh, V. Karaka
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

DOMESTIC DISINFECTANT «IONODEZ» FOR IONIC EXCHANGE AND ELECTRODIALYSIS EQUIPMENT

Summary

The article presents the development stages of a new disinfectant for ionic exchange and electro dialysis equipment used during processing of milk and milk products at the enterprises of milk industry.

Keywords: ionic exchange, electro dialysis, disinfectant, milk products.