

**Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и  
благополучия человека  
Федеральное бюджетное учреждение науки «Ростовский научно-  
исследовательский институт микробиологии и паразитологии»  
Роспотребнадзора**



«Утверждаю»  
Директор ФБУН «Ростовский НИИ  
микробиологии и паразитологии»

Роспотребнадзора  
Т.И. Твердохлебова

«15» августа 2019 г.

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР**

**«Методы обеззараживания (дезинвазии) навоза и  
навозных стоков»**

Ростов-на-Дону  
2019 год



УДК 614.48+614.44+616.99  
ББК 51.9+52.67

**Авторский коллектив:**

Думбадзе Олег Соломонович – ведущий научный сотрудник лаборатории санитарно-паразитологического мониторинга, медицинской паразитологии и иммунологии, к.м.н.;

Хуторянина Ирина Валерьевна – научный сотрудник лаборатории санитарно-паразитологического мониторинга, медицинской паразитологии и иммунологии;

Димидова Людмила Леонидовна – старший научный сотрудник лаборатории санитарно-паразитологического мониторинга, медицинской паразитологии и иммунологии, к.м.н.

Аналитический обзор подготовлен лабораторией санитарно-паразитологического мониторинга, медицинской паразитологии и иммунологии ФБУН «Ростовский научно – исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора. Разработанный аналитический обзор может быть рекомендован для использования органами и организациями Роспотребнадзора, специалистами ветеринарных служб, специалистами в области эпидемиологии и паразитологии.

Одобрено решением Ученого Совета  
ФБУН «Ростовский НИИ микробиологии и  
паразитологии» Роспотребнадзора  
Протокол от 15.08.2019 № 5

## Содержание

Термины и определения .....	5
Введение.....	7
1.Методы и средства дезинвазии навоза и навозных стоков.....	10
1.1 Биологические методы .....	10
1.1.1 <i>Компостирование</i> .....	11
1.1.2 <i>Анаэробная переработка</i> .....	14
1.1.3 <i>Прочие биологические методы</i> .....	15
1.2 Физические методы.....	18
1.2.1 <i>Радиационный метод</i> .....	18
1.2.2 <i>Обеззараживание электромагнитным полем</i> .....	18
1.2.3 <i>Обеззараживание ультрафиолетовым излучением</i> .....	19
1.2.4 <i>Обеззараживание ультразвуком</i> .....	20
1.2.5 <i>Кавитационный метод обеззараживания</i> .....	21
1.2.6 <i>Термические методы</i> .....	21
1.3 Химические методы.....	23
2.Дезинвазия навоза и навозных стоков на территории Российской Федерации.....	25
Заключение .....	28
Список литературы .....	30

## Термины и определения

Дезинвазия - процесс уничтожения жизнеспособных стадий возбудителей паразитозов в различных компонентах внешней среды.

Индустриальные методы дезинвазии – методы и средства (физические, химические, биологические и пр.), обеспечивающие гарантированное и стабильное качество обеззараживания компонентов внешней среды от возбудителей паразитозов, в том числе, осуществляемое с возможностью управления критическими параметрами (температура, дозировки, экспозиция и др.) и их объективного инструментального контроля. При этом критические технологические параметры дезинвазии – это оптимальный диапазон показателей контролируемых параметров (температура, дозировки, экспозиция и пр.) технологического процесса, обеспечивающего эффективность индустриальной дезинвазии.

Анаэробная ферментация- ферментация (разложение) органических веществ, осуществляемая при отсутствии кислорода.

Бесподстильный навоз (помет) - навоз (помет) без подстилки с добавлением воды или без нее.

Дегельминтизация- комплекс лечебно-профилактических мероприятий по уничтожению гельминтов на всех стадиях их развития.

Дезинфекция (обеззараживание) - уничтожение во внешней среде возбудителей инфекционных болезней (бактерий, вирусов, грибов, риккетсий, простейших и др.).

Животноводческие стоки - жидкая часть навозных стоков или жидкого навоза (помета) после разделения их на фракции.

Жидкий навоз - бесподстильный навоз (помет), содержащий от 3 до 8% сухого вещества.

Комплекс животноводческий - совокупность интенсивного содержания высокопродуктивных животных определенного вида на ограниченной площади с компактной застройкой производственными и вспомогательными объектами на основе круглогодичного равномерного производства продукции,

комплексной механизации технологических процессов, с оптимальными условиями кормления, содержания и ухода за животными, со строгой санитарной защитой комплекса и передовыми приемами индустриального труда.

Компост - органическое удобрение, полученное в результате разложения органических отходов растительного или животного происхождения.

Контаминация - соприкосновение, смешивание.

Навоз - смесь твердых и жидких экскрементов животных, остатков корма и подстилочного материала (солома, торф, опилки) и без него.

**Примечание.** В зависимости от системы содержания животных, способов удаления навоза различают навоз подстилочный, бесподстилочный полужидкий, жидкий и навозные стоки.

Навозная жижа - жидкость, выделяемая при хранении подстилочного навоза.

Навозные (пометные) стоки - бесподстилочный навоз (помет), содержащий менее 3% сухого вещества.

Подстилка - средство обеспечения животным сухого, теплого, мягкого лога. Подстилка должна быть сухой, мягкой и влагоемкой, не содержать вредных растений и плесени, обладать способностью бактерицидности и поглощения из воздуха вредных газов, а также улучшать качество навоза.

Подстилочный навоз (помет) - навоз (помет) с подстилкой и кормовыми остатками.

Полужидкий навоз (помет) - бесподстилочный навоз (помет), содержащий от 8% до 14% сухого вещества.

Птичий помет- продукт жизнедеятельности птиц, выделяется из клоаки в момент дефекации.

Ферма животноводческая - подразделение сельскохозяйственной организации, занимающейся разведением животных и производством продукции животноводства. От комплекса отличается отсутствием в течение года равномерного выпуска продукции.

## Введение

Проблема загрязнения окружающей природной среды в настоящее время приобрела глобальное значение.

Перевод животноводства на промышленную основу обусловил его высокую рентабельность, но обнажил проблему сбора, удаления, хранения, обеззараживания и использования навоза и навозных стоков животноводческих комплексов и ферм промышленного типа. Важность этой проблемы с точки зрения охраны окружающей среды обусловлена большим количеством образующегося навоза и навозных стоков (сотни миллионов м<sup>3</sup> в год), характеризующихся крайней эпидемической опасностью. Степень их загрязнения яйцами гельминтов может составлять 158 – 587 экз. на 1 литр/кг. [1].

Навоз - это органическая масса, состоящая из экскрементов (фекалии и моча) животных и использованной подстилки (солома, торф, опилки). На крупных животноводческих фермах и промышленных комплексах получают огромные объемы жидкого навоза влажностью до 93%. На свиноводческом комплексе, например, при выращивании 54 тыс. голов свиней в год образуется до 114 тыс. м<sup>3</sup> экскрементов. При этом навозных стоков образуется до полумиллиона м<sup>3</sup> [2]. В нашей стране каждый год образуется до 640 млн. т. навоза и помёта [3].

Навоз - это опасный фактор передачи возбудителей инфекционных и инвазионных (паразитарных) болезней. В фекалиях животных может содержаться огромное количество различных микроорганизмов, яиц и личинок гельминтов, многие из которых в течение длительного времени остаются в нем жизнеспособными. Инвазионные болезни на предприятиях промышленного свиноводства и в специализированных товарных хозяйствах имеют широкое распространение.

Яйца гельминтов в жидком навозе, заложенном в отстойниках открытого типа в октябре-ноябре, сохраняют жизнеспособность 12 и более месяцев, а в навозе весенне-летнего периода 4-5 месяцев [4].

Следовательно, необеззараженный жидкий навоз и зимой, и летом представляет серьезную угрозу обсеменения водоемов, почвы, подпочвенных вод, кормов и пастбищ опасными для людей и животных возбудителями. Данное обстоятельство вызывает необходимость осуществлять дезинфекцию (дезинвазию) навоза всех категорий. При этом, особую опасность представляют животноводческие стоки при попадании в водоемы, поскольку становятся источником заболеваний для человека, а также инвазионное начало может распространяться на значительные расстояния.

Рассматривая предложения об эффективности и легитимизации технологий дезинвазии навоза и животноводческих стоков, необходимо иметь в виду уникальные природные особенности паразитарных объектов (в первую очередь яиц гельминтов), содержащихся в них, противостоять неблагоприятным условиям внешней среды и попыткам агрессивного воздействия на них [5,6].

Самые устойчивые из них (*Ascaris spp.* и *Toxocara spp.*) сохраняются жизнеспособными в почве годами [7,8]. Яйца гельминтов обладают оболочкой, состоящей из 3-4 слоев: липоидного внутреннего слоя, хитинового среднего слоя и наружного белкового слоя. Эти слои делают яйца очень устойчивыми к условиям окружающей среды [7,9]. Также необходимо отметить низкую инфицирующую дозу большинства гельминтозов, что определяет их эпидемическую опасность.

Целью обработки навоза является получение конечного продукта, свойства которого обеспечивают возможность его утилизации, использования в качестве товарного продукта и минимизации ущерба наносимого окружающей среде. Современная практика обращения с отходами ориентирована на их переработку или размещение в окружающей среде. По мнению Минприроды России (разъяснения от 25 мая 2016 г.),

навоз, помет, образующиеся в результате содержания сельскохозяйственных животных, подлежат удалению в соответствии с требованиями Федерального закона от 24.06.1998 г. №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». При этом в соответствии с СП 1.2.1170-02 «Гигиенические требования к безопасности агрохимикатов» навоз, используемый для обогащения почвы, должен подвергаться предварительному обеззараживанию (термической сушке, компостированию и др.), не содержать патогенной микрофлоры и жизнеспособных яиц гельминтов.

Существует несколько приемлемых способов обеззараживания, утилизации или использования навоза и навозных стоков. Все рассматриваемые средства и методы имеют свои недостатки, и ни один не является идеальным и универсальным, а часть из них носит явно экзотический характер.

Исходя из вышеизложенного, целью выполнения работы является проведение анализа существующих методов дезинвазии навоза и навозных стоков.

## **1. Методы и средства дезинвазии навоза и навозных стоков**

В мировой практике существует несколько способов обеззараживания навоза и стоков с животноводческих ферм. Основными из них являются следующие: биотермический метод, использование химических реагентов; термическая обработка, радиационное облучение.

По мнению разработчиков «Методических рекомендаций по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета» РД-АПК 1.10.15.02-17, утвержденных заместителем министра сельского хозяйства РФ в 2017 г., дегельминтизацию (дезинвазию) всех видов навоза и его фракций, помета следует проводить биологическим, термическим или химическим методами.

### **1.1 Биологические методы**

Общепризнанно, что биологические методы разложения органических отходов считаются экологически приемлемыми и экономически эффективными.

При этом, биологический метод дегельминтизации (дезинвазии) предусматривает выдерживание подстилочного навоза и помета, жидкого и полужидкого навоза и бесподстилочного помета в открытых хранилищах:

- на фермах и комплексах крупного рогатого скота - в течение 6 месяцев;
- на свиноводческих фермах и комплексах - в течение 12 месяцев;
- на птицеводческих предприятиях - в течение 3 - 6 месяцев.

Дегельминтизация полужидкого навоза крупного рогатого скота в подпольных навозохранилищах при отсутствии животных в помещениях над навозохранилищем достигается его выдерживанием в течение 5 месяцев.

Биологическая дегельминтизация жидкой фракции свиного навоза осуществляется выдерживанием в секционных прудах-накопителях:

- в весенне-летний период - в течение не менее 6 месяцев;
- в период осеннего накопления - в течение 9 месяцев.

Биологическая дегельминтизация жидкой фракции навоза крупного рогатого скота достигается при выдерживании ее в секционных накопителях не менее 4 месяцев.

### ***1.1.2 Компостирование***

Компостирование – биотермический процесс переработки отходов с целью повышения удобрительной ценности субстрата и обезвреживания от семян сорных растений, патогенных микроорганизмов и прочих патогенов.

Обязательное условие применения метода – содержание не менее 25% легко гниющих органических компонентов при влажности от 30 до 65%. Компостированию целесообразно подвергать все виды навоза и помета влажностью до 92%.

При компостировании органических отходов происходит биотермическое обезвреживание, компост прогревается до 60<sup>0</sup>С, что убивает яйца, личинки гельминтов и мух. Выбор методов компостирования определяется оптимальным сочетанием соответствия критериям безопасности по химическим, микробиологическим, паразитологическим показателям, стоимости метода и достигаемым результатом утилизации (использование удобрительной ценности субстратов для повышения плодородия почв, возможности использования для рекультивации нарушенных земель).

По степени вмешательства человека в осуществление компостирования, оно условно разделяется на пассивное и активное. Пассивное – размещение навоза, помета и пр. в емкостях или на площадках с твердым покрытием, укрытие от попадания атмосферных осадков и представление природе и времени. По некоторым данным, естественное компостирование (созревание компостной массы) завершается через 6- 12 месяцев. Активное компостирование – внесение химических реагентов или специальных микроорганизмов, применение специальных технологических приемов: принудительная подача воздуха, ворошение, подогрев и пр. При

этом ускоряются процессы созревания компоста и его обезвреживания, и он становится пригодным для применения как органическое удобрение.

Рядом действующих документов даются разъяснения и рекомендации по компостированию отходов, в т.ч. навоза:

«Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки навоза и помета» РД АПК 1.10.15.02-17 (руководящий документ агропромышленного комплекса, утвержденный Минсельхозом РФ 23.05.17г.); МУ по осуществлению государственного санитарного надзора за системами сбора, удаления, хранения, обезвреживания и использования навоза и навозных стоков животноводческих комплексов и ферм промышленного типа», утв. 12 марта 1980 №2156-80 зам. главного государственного санитарного врача СССР, «МР по проектированию систем удаления и переработки навозных стоков на свинокомплексах промышленного типа» Минсельхоз РФ М., 2009 (этот документ по разделу «компостирование» дублирует информацию РД АПК 1.10.15.02-08 п.7).; «Ветеринарно – санитарные правила подготовки к использованию в качестве органического удобрения навоза, помета и стоков при инфекционных и инвазионных болезнях животных и птиц», утв. 4 августа 1997 №13-7-2/ 1027 (п.2.14 характеристика буртов и сроков выдерживания такая же, как в вышеуказанных документах).

В МУ 3.2. 1022-01 «Мероприятия по снижению риска заражения населения возбудителями паразитозов», устанавливающих методы и способы санации от возбудителей паразитарных болезней различных компонентов окружающей среды, рекомендован метод компостирования навоза и навозных стоков. При этом указано, что метод обеспечивает неполную дезинвазию указанных компонентов.

Санитарные правила для животноводческих предприятий, утвержденные Зам. Главного санитарного врача СССР 31.12.1987г. № 4542-87, предписывают твердую фракцию навоза свиноводческих хозяйств и комплексов крупного рогатого скота, подстилочный навоз, а также компост

обеззараживать биотермическим способом на водонепроницаемых площадках с твердым покрытием в специально устроенных буртах (высота их - до 2 м, ширина - до 2,5 м, длина - произвольная, укрытие сверху по периметру слоем земли толщиной 15 - 20 см). Время выдерживания отходов в буртах при достижении температуры 60 °С во всех частях компоста должно быть не менее 1 мес. в теплый период года и не менее 2 мес. - в холодный период года.

Предыдущая редакция СанПиН 3.2.1333-03 (2003 г.) «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» предусматривала вариации биотермической обработки твердой фракции навоза с указанием сроков и необходимой температуры в буртах.

С учетом достижения температурных параметров, гарантирующих потерю жизнеспособности яиц гельминтов, заслуживает внимания технологический процесс ускоренного компостирования. Ускоренное компостирование (метод биологической ферментации) основан на управлении развитием аэробных микроорганизмов. Предварительно подготовленная компостная смесь (навоз или помет с влагопоглощающими наполнителями (торф, солома и др.) и минеральными добавками) оптимальных агрохимических свойств (влажность, кислотность, соотношение углерода и азота) помещается в специальную камеру (биоферментатор или биореактор), в которой создаются определенные условия для интенсивного развития аэробных бактерий. Компостная смесь на входе в камеру должна быть тщательно перемешана и иметь температуру не менее 10°С. Продолжительность процесса биологической ферментации смеси - 7 - 8 суток.

При закладке смеси влажностью 55 - 65% с начальной температурой около 10 °С температура смеси через 10 - 12 ч поднимается до 40 - 50 °С, а затем до 60 - 75 °С. Падение температуры в смеси до 40 - 30 °С свидетельствует об окончании процесса ферментации.

Таким образом, компостирование навоза и его фракций, несмотря на его положительные свойства, а в частности высокая эффективность - при соблюдении всех требований, экологическая, экономическая целесообразность, не является «индустриальным» - осуществляемым под инструментальным контролем с возможностью управления критическими параметрами (температура, дозировки, экспозиция и др.) технологического процесса. Также этого метода нет в СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации». Несмотря на это, данный метод должен быть признан как эффективный в отношении дезинвазии обрабатываемых субстратов от возбудителей паразитарных болезней (яиц гельминтов, цист патогенных кишечных простейших), но может быть применен только при условии четкого контролируемого соблюдения рекомендуемых для обезвреживания параметров (температура, влажность, сроки выдерживания и т.д.) и наличия нормативных требований по контролю, в т.ч. инструментальному, текущих параметров дезинвазии.

### ***1.1.3 Анаэробная переработка***

Анаэробной переработке навоза и помета следует подвергать бесподстилочный навоз и помет, смесь осадков отстойников и других продуктов переработки и очистки навозных стоков. Анаэробное сбраживание обеспечивает дегельминтизацию, подавление патогенных форм микроорганизмов, повышение удобрительной ценности обрабатываемого продукта и получение биогаза. Анаэробную переработку массы следует осуществлять путем сбраживания в биоэнергетических установках сельскохозяйственного назначения. В качестве основных параметров технологического процесса анаэробного сбраживания жидкого навоза и бесподстилочного помета следует принимать температуру и продолжительность сбраживания. Для анаэробного сбраживания жидкого навоза и бесподстилочного помета следует принимать два режима:

- мезофильный с диапазоном температур - 33 - 38 °С;

- термофильный с диапазоном температур - 53 - 55 °С.

Продолжительность анаэробного сбраживания жидкого навоза и бесподстилочного помета в метантенках следует назначать в пределах 5 - 20 суток. Загрузку сбраживаемой массы в метантенк следует предусматривать равномерными дозами в течение суток. Температура загружаемой массы в метантенк должна быть на 2 - 3 °С выше температуры выбранного режима сбраживания. Предварительный нагрев исходной массы производится в подогревателях - специальных теплообменниках за счет тепла сброженной массы, а окончательный нагрев - путем сжигания биологического газа. Объем подогревателя должен соответствовать суточному выходу навоза с фермы (комплекса). Процесс анаэробного сбраживания в метантенке ведется при избыточном давлении до 200 - 400 мм водного столба (0,2 - 0,4 кПа). На отопление метантенка и подогрев поступающей массы до мезофильной температуры зимой в условиях средней полосы России затрачивается 70% получаемого биогаза.

Данный метод достаточно эффективен в отношении паразитарных агентов (яиц и личинок гельминтов, цист патогенных кишечных простейших), но является экономически затратным.

#### ***1.1.4 Прочие биологические методы***

В настоящее время существуют следующие актуальные методы и системы обеззараживания (дезинввазии) навозных стоков.

1) Внесение навоза на поля – жидкий навоз с животноводческого комплекса транспортируется в навозохранилище, в котором происходит обеззараживание методом длительного выдерживания (12 мес.), полученное жидкое органическое удобрение вносится на поля. Данная технология не требует постоянного контроля квалифицированным персоналом и характеризуется простотой конструкции навозохранилища. Из недостатков технологии следует отметить большие сроки переработки, требуются значительные затраты на постройку навозохранилища и значительные

площади сельскохозяйственных угодий для внесения полученного удобрения.

2) Разделение навоза на фракции с последующей их переработкой – жидкий навоз разделяется на сепараторе на жидкую и твердую фракции. Жидкая фракция обеззараживается путем длительного выдерживания (в весенне-летний период – 6 мес., осенне- зимний - 9 мес.), твердая фракция подвергается одному из способов переработки – активному или пассивному компостированию, биоферментации в установках камерного или барабанного типа. При пассивном способе технологический процесс компостирования осуществляют в естественных условиях: смесь выдерживается в буртах на прифермских или полевых площадках. Активное компостирование осуществляется методом искусственной аэрации. Технологический процесс ускоренного компостирования – биологической ферментации протекает в искусственных условиях при непрерывной аэрации компостной смеси путем принудительной подачи воздуха в слой массы, находящейся в биоферментере. Готовое биоудобрение представляет однородную сыпучую массу темно-коричневого цвета 55-70% влажности, без неприятного запаха. Преимущества технологии – простота, уменьшение объемов навозохранилища за счет выделения твердой фракции, не требуется влагопоглощающий материал (торф, солома, опил). Среди недостатков выделяют необходимость в наличии технических средств и технологического оборудования для внесения двух видов органического удобрения, высокие капитальные затраты.

3) Технологии глубокой переработки различают: с использованием шандорных отстойников, с использованием узла флокуляции, технология переработки навоза в аэротанках, в аэротанках с использованием коагулятора, в аэротанке с использованием циклических отстойников. В результате технологий глубокой переработки жидкого навоза образуется высококонцентрированное твердое органическое удобрение и очищенная жидкость, пригодная для дальнейшего использования на полях орошения или

полях фильтрации. Твердая фракция, образовавшаяся в результате глубокой переработки жидкой фракции свиного навоза, обеззараживается (компостированием активным или пассивным, биоферментацией в установке барабанного или камерного типа). Жидкая фракция, образовавшаяся в результате глубокой переработки, подлежит доочистке (на полях орошения, полях фильтрации или городских очистных сооружениях), после чего может быть реализована.

## 1.2 Физические методы

### 1.2.1 Радиационный метод

«Ветеринарно-санитарные правила подготовки к использованию в качестве органических удобрений навоза, помета и стоков при инфекционных и инвазионных болезнях животных и птицы», (Утверждены Заместителем Начальника Департамента ветеринарии Минсельхозпроза России В.В.Селиверстов, 4 августа 1997 г. N 13-7-2/1027), пункт 2.7. рекомендуют обработку бесподстилочного свиного навоза и навозных стоков ионизирующим излучением (Co-60, CS137). Полная гибель яиц аскариды наступает от дозы 1,3 кГр, трихоцефала - 0,5 кГр, эзофагостом - 0,3 кГр, ооцист эймерий - 2,5 кГр. Радиорезистентность яиц гельминтов, ооцист эймерий снижается при добавлении минеральных удобрений и барботирования массы в момент облучения.

В лабораторно-экспериментальных условиях [10,11] разработаны режимы обеззараживания животноводческих стоков с помощью гамма-лучей радиоактивного изотопа  $^{60}\text{Co}$ . Опыты показали, что радиационный метод позволяет надежно обеззараживать разжиженный навоз, инфицированный патогенными вегетативными формами микроорганизмов и вирусами, яйцами гельминтов. Для каждого патогенного микроорганизма были рекомендованы параметры доз гамма-облучения, обеспечивающие высокий (до 99%) эффект обеззараживания. Для яиц гельминтов и цист патогенных простейших таких рекомендаций не дано.

### 1.2.2 Обеззараживание электромагнитным полем

Применение электромагнитного поля для дезинвазии навоза также изучено в условиях лабораторно - экспериментальных исследований. Установлено влияние переменного магнитного поля на яйца *Ascaris suum*. При обработке навоза магнитным полем в щелочной среде при pH 12,905-13,455 или при микродобавке хлорной извести, напряженности магнитного

поля 1500 Э и экспозиции 30 мин. яйца *Ascaris suum* не развивались до стадии личинки [12].

Обеззараживание животноводческих стоков, инвазированных яйцами гельминтов, путем омагничивания в переменном магнитном поле позволяет за короткий промежуток времени (30 мин.) добиться высокой эффективности обеззараживания объекта, содержащего яйца *A. suum*, как наиболее устойчивых к физическим и химическим факторам [13].

Вертинского П. А. предложил опытно - конструкторскую модель магнитодинамического электролитного насоса предназначенного для электрической обработки жидких сельскохозяйственных отходов описаную в работе [14], в которой указано, что практически все зараженные среды сельскохозяйственных отходов содержат минеральные соли, среди которых неперменной является и поваренная соль, которая в процессе электролиза при протекании электрического тока в водной среде производит соду каустическую, являющуюся одним из распространенных дезинфицирующих средств. Однако в данном сообщении не указаны паразитологические агенты (яйца гельминтов, цисты патогенных кишечных простейших).

### ***1.2.3 Обеззараживание ультрафиолетовым излучением***

Обеззараживающий эффект ультрафиолетового излучения в основном обусловлен фотохимическими реакциями, в результате которых происходят необратимые повреждения ДНК, РНК и клеточных мембран, что вызывает гибель микроорганизмов. Ультрафиолетовые лучи распространяются по прямой и действуют преимущественно на нуклеиновые кислоты, оказывая на микроорганизмы как летальное, так и мутагенное воздействие. Бактерицидными свойствами обладают только те лучи, которые адсорбируются протоплазмой микрочетки.

Наибольшим бактерицидным действием обладают ультрафиолетовые лучи с длиной волны 205-310 нм. Более чувствительны к воздействию УФ излучения (УФИ) вирусы и бактерии в вегетативной форме (палочки, кокки).

Менее чувствительны грибы и простейшие микроорганизмы. Наибольшей устойчивостью обладают споровые формы бактерий и грибов.

Воздействие УФ-излучения изучено в условиях проведения экспериментов на яйца гельминтов в воде и сточной воде. Приведены первые результаты исследования метода обеззараживания воды, содержащей яйца *O. felineus* и *D. latum*, УФ-излучением эксиламп барьерного разряда со спектральными максимумами излучения при 222 и 282 нм (KrCl- и XeBr- эксилампы, соответственно) [15].

В «Всероссийский научно – исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» (ФГБНУ ВИЭСХ) исследовалось бактерицидное действие ультрафиолетового облучения на яйца фасциол, которые погибали через 4 с при использовании источника излучения мощностью 60 Вт и толщине пленки стока до 1,5 мм.

Метод применим к жидкой фракции и предусматривает её предварительное осветление, так как недостатком метода является низкая проникаемость УФ-лучей в толще жидкости.

Комбинации жесткого ультрафиолетового спектра частот и мощного электромагнитного поля. В условиях эксперимента разработано устройство для обеззараживания навозных стоков, при комплексном воздействии ионизирующего излучения, например жесткого ультрафиолетового спектра частот, либо источника радиоактивного излучения и мощного электромагнитного поля. В результате уничтожаются практически все виды бактерий, гельминтов и т.д. (без уточнения в тексте видов гельминтов) [16].

#### **1.2.4 Обеззараживание ультразвуком**

В условиях лабораторно-экспериментальных исследований изучено обеззараживание навозных стоков с применением ультразвуковой установки [17,18, 19].

Во всех случаях установлено, что особенностью ультразвукового обеззараживания воды, жидкого навоза и навозных стоков является его

бактерицидная активность только в отношении микроорганизмов вегетативной формы как в отношении грамотрицательных, так и в отношении грамположительных бактерий. Бактерицидная активность проявляется и при воздействии на споровые формы микроорганизмов.

Выживаемость яиц токсокар на разных стадиях развития изучена в экспериментальных условиях при воздействии ультразвукового поля разной мощности. Показана возможность использования ультразвука для дезинвазии лабораторной посуды и инструментов а также для обеззараживания воды и сухого остатка на очистных сооружениях [20]. В анализируемой литературе отсутствует информация о возможности обеззараживания (дезинвазии) жидкого навоза и навозных стоков ультразвуком.

#### ***1.2.5 Кавитационный метод обеззараживания***

Кавитация изначально рассматривалась как самостоятельный процесс обеззараживания. При анализе материалов, опубликованных в научных статьях, патентах на изобретения, данных по кавитационному методу обеззараживания жидкого навоза, навозных стоков, сообщений о влиянии этого метода на жизнеспособность яиц гельминтов (дезинвазию) нами не найдено. В публикациях представлены результаты лабораторно - экспериментальных исследований по применению кавитации для обеззараживания сточных вод только по микробиологическим показателям.

#### ***1.2.6 Термические методы***

В СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» с целью дезинвазии жидкого навоза и навозных стоков указаны следующие методы:

- термическая обработка жидкого навоза и иловой фракции с влажностью 96 - 98% в установке контактного нагрева за счет подачи высокотемпературного факела (свыше 1200 °С), образующегося в процессе сгорания жидкого или газообразного топлива, непосредственно в

обрабатываемую массу. Режим обработки: экспозиция не менее 3 минут, температура массы на выходе из установки 48 - 50 °С. Эффективность достигается путем многократного перемешивания обрабатываемой массы сжатым воздухом в зоне теплового фактора;

- термическая обработка жидкого навоза и навозных стоков в пароструйной установке. Обеззараживание обеспечивается в поточном режиме при температуре массы на выходе из установки 80 °С и экспозиции не менее 5 минут.

Существуют и другие способы обеззараживания жидкого навоза.

Наибольшее распространение получил метод обработки жидкого навоза и осадка с помощью пароструйных установок конструкции ВНИИВВиМ, которые обеспечивают подачу пара температурой не ниже 130°С и давлением 0,2 МПа. Полное обеззараживание навоза от возбудителей инфекции и инвазии зависит от исходной его влажности. При влажности навоза 93 - 94 % обеззараживание наступает через 25 мин, при влажности 95 - 96 % - через 15 и при влажности 97 % и более - через 10 мин.

Для обеззараживания жидкого навоза с помощью пароструйных аппаратов не требуется дополнительного использования химических реагентов, поэтому они наиболее перспективны для оборудования крупных животноводческих ферм и комплексов по сравнению с аппаратами контактного нагрева с погружными горелками.

Метод термической обработки стоков в автоклавах, имеют меньшее практическое значение. Данный метод высокоэффективен для обеззараживания жидкого навоза, но требуется большой расход энергии по сравнению с использованием погружных горелок или пароструйных аппаратов, и менее производителен, поэтому применяется лишь в исключительных случаях (при инфицировании небольших объемов навоза, полученного из изоляторов).

### 1.3 Химические методы

В мировой практике используют для обеззараживания навоза и навозных стоков различные реагенты: формальдегид, негашеную известь, суперфосфат, серную кислоту, гипс и др.

Недорогими и доступными дезинфектантами являются цианамид кальция и особенно негашеная известь.

Обеззараживание жидкого навоза достигается внесением цианамид кальция в дозе 2 % или негашеной извести 6% к объему жидкого навоза.

В СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» в качестве «эффективного средства обезвреживания осадка сточных вод» упомянута негашеная известь (30% к объему обрабатываемого осадка).

В проекте подготовленного пересмотра МУ 3.2.1022-01 «Мероприятия по снижению риска заражения населения возбудителями паразитозов», предлагается внести в раздел «обеззараживание навоза, навозных стоков и их фракций» химический метод: известкование негашеной известью (с содержанием активного  $\text{CaO} + \text{MgO}$  не менее 70% по массе), в соотношении 1:3, с обеспечением перемешивания составляющих компонентов, экспозиция - 2-3 часа.

Обеззараживание с помощью формальдегида или аммиака проводят в герметически закрытых емкостях округлой формы, оборудованных гомогенизирующими устройствами. Формальдегидом обеззараживают при периодической гомогенизации навоза. При обеззараживании жидкого навоза аммиаком или формальдегидом должны соблюдаться следующие нормы расхода дезинфицирующих средств и время воздействия:

1) Аммиака 30 кг на 1 м<sup>3</sup> навоза, время воздействия 2 суток, при исходной температуре массы 10 °С и выше. При использовании безводного аммиака в качестве дезинфектанта учитывают температурные условия окружающей среды и навозной массы. Дозы аммиака в теплое время года

составляют 3 % к объему навоза, экспозиция обработки - 5 суток, в холодное время года - соответственно 4 % и 18 суток.

2) Формальдегида 3 кг на 1 м<sup>3</sup> жидкого навоза, время воздействия 72 ч и гомогенизация в течение 6 ч. Дезинфицирующее средство вводят таким образом, чтобы при гомогенизации жидкого навоза обеспечивалось равномерное распределение дезинфицирующего средства.

Гомогенизация навоза лучше обеспечивает проникновение формальдегида в навозную массу, что сокращает расход дезинфектанта в 15 раз (А. А. Поляков, 1975).

Не все химические реагенты, действующие губительно на патогенную микрофлору, оказываются столь же эффективными при паразитарной инвазии. В Тамбовском отделении Всероссийский институт электрификации сельского хозяйства (ВИЭСХ) разработан для обеззараживания навоза при гельминтозах другой способ с использованием аппаратов контактного нагрева в потоке при температуре массы 60°C. Но при такой температуре, действующей кратковременно, не достигается обеззараживания навоза от возбудителей инфекции. Только при дополнительном введении в поток жидкости формальдегида в указанных выше дозах и повышении температуры нагрева массы до 70°C проявляется более полное обеззараживающее действие этого препарата, погибают возбудители инвазии и инфекции.

## **2. Дезинвазия навоза и навозных стоков на территории Российской Федерации.**

Проведение дезинвазии навоза и навозных стоков обосновано необходимостью реализации принципов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации.

Сотрудниками Референс-центра по мониторингу за ларвальными гельминтозами проведен анализ и обобщение материалов по применяемым методам дезинвазии навоза и навозных стоков на территории 26 субъектов России.

Лидирующее место занимают биологические методы дезинвазии навоза и животноводческих стоков, включающих в себя выдерживание в резервуарах-накопителях, лагунах, буртах, прудах-накопителях, компостирование.

На большинстве свиноводческих комплексах применяется как основной - метод компостирования 61,5%. Но информации о контроле соблюдения на всем временном отрезке (2-3 мес.) необходимой температуры, ее поддержание нет, что является основным при данном методе.

На одной территории применяется тепловая обработка для приготовления компоста и обеспечивается необходимая температура 70 °С.

Совместно с биотермическим методом применяют химические препараты в 26,9% случаев.

В двух субъектах используют аммиак и формальдегид, что соответствует требованиям СанПиН 3.2.3215-14 «Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации» и ГОСТ 26074-84 «Навоз жидкий. Ветеринарно-санитарные требования к обработке, хранению, транспортированию и использованию». На остальных территориях применяют препараты, не регламентированные в нормативных документах.

Неправомерно применяют хлорирование и хлорную известь в 15,3 случаев. Также присутствует информация о применении негашеной извести, которая по данным литературы обладает овицидным эффектом.

Обработку животноводческих стоков в 2 субъектах проводят препаратами биологического ингибирования-стимулирования.

По данным ФБУН «Тюменский НИИ краевой инфекционной патологии» Роспотребнадзора, изучивших информацию из 63 субъектов Российской Федерации, лидирующую роль также занимают биологические способы обеззараживания навоза и навозных стоков, которые предусматривают длительное выдерживание, биотермическую обработку, компостирование, анаэробное сбраживание, использование биологических прудов и препаратов биологического ингибирования-стимулирования. Дополнительно к биологическим методам дезинвазии в 12 субъектах применялись химические методы, в 6 — физические. При этом, только в 2 субъектах из 12 для обеззараживания жидкого навоза и навозных стоков использовался жидкий аммиак, рекомендуемый СанПиН 3.2.3215-14, в остальных — дезинфицирующие препараты без овицидного эффекта. Из физических методов, применяемых для дезинвазии жидкого навоза, заслуживает внимания лишь термический способ, используемый в 2 субъектах[21]. Прочие «физические» способы: сепарация, центрифугирование - не обеспечивают обеззараживание от яиц гельминтов и цист кишечных патогенных простейших, а только способствуют перераспределению их в жидкую и твердую фракции [6].

В полученной информации указано широкое применение биотермического обеззараживания и компостирования. Однако эти методы являются эффективными только для навоза влажностью от 65 до 92%, они не могут использоваться в качестве биологических методов дезинвазии жидкого навоза и навозных стоков. Таким образом, проблема дезинвазии жидкого навоза, содержащего от 3 до 8% сухого вещества, и навозных стоков,

включающего менее 3% сухого вещества, остается актуальной и требует новых современных подходов и разработки инновационных методов.

## Заключение

Промышленное производство свинины и крупного рогатого скота потребовало организации системы переработки значительных объемов навоза и навозных стоков. Годовой выход навоза и навозных стоков в России превышает 200 млн. тонн. Особо актуальной является проблема дезинвазии жидкого навоза, содержащего от 3 до 8% сухого вещества, и навозных стоков, включающего менее 3% сухого вещества. При этом многие животноводческие предприятия не оснащены системами эффективной переработки и утилизации органических отходов. На современных свинокомплексах сбор и переработка навозных жидких стоков производится самым распространенным и малозатратным способом – накоплением в навозохранилищах (лагунах) и выдерживании его в течение года.

Биотермический метод дезинвазии навоза и его фракций может быть признан как эффективный в отношении дезинвазии обрабатываемых субстратов от возбудителей паразитарных болезней (яиц гельминтов, цист патогенных кишечных простейших), но рекомендован для включения в нормативно-правовые документы только при гарантированном обеспечении условий контролируемого соблюдения рекомендуемых для обезвреживания параметров (температура, влажность, сроки выдерживания и т.д.) и наличия нормативных требований по контролю, в т.ч. инструментальному, текущих параметров дезинвазии.

Метод известкования негашеной известью животноводческих стоков и их фракций с целью их дезинвазии является перспективным и может быть включен в соответствующие нормативно-правовые документы после непродолжительного детального практического изучения с целью определения окончательных требований к составу извести, экспозиции, механическому воздействию на субстрат дезинвазии, способа инструментального контроля процесса обеззараживания.

Остальные предлагаемые методы (радиационное и ультразвуковое воздействие, кавитационное воздействие роторно-пульсационных аппаратов,

комбинированное электромагнитное и вибрационное воздействие, комбинация жесткого ультрафиолетового спектра частот и мощного электромагнитного поля, обезвреживание с использованием магнитодинамического электролитного насоса) в отношении дезинвазии навоза и его фракций пока носят экзотический характер и могут рассматриваться для внесения в нормативно-правовые документы только после проведения репрезентативных многоцентровых научно-практических исследований по отдельным программам с участием заинтересованных отраслевых союзов и ассоциаций, научно-исследовательских организаций и др.

В навоз уходит около 60% энергии кормов, что делает его ценным сырьем для получения органических удобрений, биогаза, кормовых добавок и других продуктов.

Хозяйствующим субъектам необходимо обеспечивать санитарно-эпидемиологическую безопасность населения и среды обитания в отношении возбудителей паразитарных болезней, используя способы, методы, средства и режимы дезинвазии навоза и навозных стоков гарантирующие гибель паразитарных агентов

Утилизация навоза путем получения органических удобрений является оптимальным направлением его переработки, так как гарантирует его безопасность и оказывает благоприятное воздействие на почву.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сафиуллин Р.Т., Новиков П.В. Санитарно-паразитологическая и экономическая оценка методов обеззараживания стоков и навоза на свинокомплексах // Российский паразитологический журнал. – М., 2016. – Т.37. – Вып.3. – с.285-402
2. Методические указания по осуществлению государственного санитарного надзора за системами сбора, удаления, хранения, обеззараживания и использования навоза и навозных стоков животноводческих комплексов и ферм промышленного типа. Москва, 1980. с 3.
3. Спасская О.А., Плясуля Д.О., Рыбкина Д.О. Утилизация навозных стоков/ Вестник научно-технического творчества молодежи кубанского ГАУ. Том 2. Вып.1.- 2016.-с. 47-49
4. Колычев, Н.М. Ветеринарная микробиология и микология : учебник / Колычев Н.М., Госманов Р.Г.. Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 624 с.
5. Gaspard, P.G.; Wiart, J. & Schwartzbrod, J. Urban sludge reuse in agriculture: waste treatment and parasitological risk/ Bioresource Technology-1995. Vol. 52, P. 37-40
6. Романенко Н.А, Падченко И.К., Чебышев Н.В. Санитарная паразитология М: Медицина, 2000. - 319 с.
7. Feachem Richard G. et al. Sanitation and disease : health aspects of excreta and wastewater management. Chichester, UK.: JOHN WILEY & SONS.1983. – 534 p.
8. Guidelines for the safe use of wastewater and excreta in agriculture and aquaculture.-World Health Organization. Geneva, Switzerland. 1989. -207p.
9. R.Hays Molecular physiology of water transport : Current studies and future prospects / Biology of Cell – 1997. №89- P.247-252
10. Болоцкий И.А. др. Анализ методов обеззараживания животноводческих стоков и помета с ферм // Болоцкий И.А., Семенцов В.И., Пруцаков С.В., Васильев А.К., Крюков Н.И./ Ветеринария Кубани, № 3, 2008.с. 22-24

11. Плющиков В.Г., Семенов О.Г. Использование ионизирующих излучений в агропромышленном комплексе / Учебно-методическое пособие по курсу «Сельскохозяйственная радиэкология», М.: Изд-во РУДН.- 2007.- 64с.
12. Панасюк Д. И., Сохроков Х. Х. Способ дезинвазии навоза// Патент РФ RU 704624. 1979
13. Сохроков Х. Х., Панасюк Д. И. Способ обеззараживания объектов, инвазированных яйцами гельминтов// Патент РФ RU 716556. 1980
14. Вертинский П. А. Перспективы применения магнитодинамического электролитного насоса для дегельминтизации сельскохозяйственных отходов/ Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015.№ 4. с. 9-13
15. Липатова Е. И. и др. Инактивация яиц гельминтов узкополосным ультрафиолетовым излучением эксилламп// Липатова Е. И., Соснина Э. А., Авдеева С. М. / Российский паразитологический журнал. – М., 2016. – №1.– С. 107-113
16. Потапенко И. А., Богдан А. В., Ададунов Е. А., и др. Устройство для обеззараживания навозных стоков/ Патент РФ RU 2282341. 2006
17. Соловьева Г. В. Ультразвуковая установка для очистки и обеззараживания воды/ Патент РФ RU 2464233. 2012
18. Полковников П.П., Гребцов В.А. Способ подготовки к использованию жидкого навоза/ Патент РФ №: 2039028. 1995
19. Сторожук Т. А. Режимы обеззараживания навозных стоков крупного рогатого скота ультразвуком: дис. канд.тех.наук. М.,1999
20. Масалкова Ю.Ю. Особенности воздействия ультразвука на яйца TOXOCARA CANIS (WERNER, 1782)/ Российский паразитологический журнал. № 1. 2014- с.52-56
21. Беляева М.И., Степанова Т.Ф.О дезинвазии жидкого навоза и навозных стоков в субъектах РФ/И нфекция и иммунитет. С.-Петербург 2017, № S с. 853