

ЛЕКЦИЯ 6

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ВИДЫ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ

1.1 Экологическое состояние агроландшафтов Беларуси

Известно, что почва – это природное образование, состоящее из связанных между собой горизонтов, формирующихся в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под действием воды, воздуха и живых организмов и обладающая свойством плодородия, т.е. способностью обеспечивать растения питательными веществами.

Для территории Беларуси характерны следующие типы почв: дерново-подзолистые, дерново-подзолистые заболоченные, дерновоболотные, дерновые, торфяно-болотные и пойменные. Общая площадь земли Беларуси оценивается в 20,76 млн. га. Доля продуктивных земель составляет 86% этой площади, около 6% – земли, отведенные под дороги, застройки, торфоразработки и т.д. и около 8% – неиспользуемые земли (пески, болота, кустарники).

На территории Республики Беларусь деградация земель происходит в результате водной и ветровой эрозии, химического загрязнения земель в населенных пунктах, вдоль дорог, в зонах воздействия полигонов промышленных и коммунальных отходов, трансформации и ухудшения свойств осушенных торфяных почв и дерново-подзолистых почв при их длительном сельскохозяйственном использовании, а также в результате добычи полезных ископаемых, культуртехнических работ, дорожного, городского и других видов строительства, нерационального использования земель лесного фонда. Из всех видов деградации земель наиболее выражена водная и ветровая эрозия (дефляция).

Процессы водной эрозии характерны для Белорусского Поозерья и Центральной Беларуси в районах, где преобладают холмистый расчлененный рельеф и тяжелые почвы. Проявление ветровой эрозии наиболее типично для Полесья, где широко распространены мелиорированные земли и преобладают почвы легкого состава с хорошей водопроницаемостью, а также осушенные торфяные почвы. Площадь эродированных земель на территории Беларуси составляет более 556 тыс. га, или 2,7 % площади страны, земель с потенциально возможным смывом почвы – около 1443 тыс. га, или 7,0%, дефляционно опасных – около 1010,2 тыс. га, или 4,9%.

Из всех земель сельскохозяйственного использования на долю земель, подверженных водной эрозии, приходится 408,5 тыс. га, или 5,3 %, ветровой – 82,6 тыс. га, или 1,1 % площади. Наибольшие площади земель, подверженных водной эрозии, расположены в Витебской области и составляют 27,4 % общей площади таких территорий. На долю Минской, Могилевской и Гродненской областей приходится соответственно 25,4 %, 21,3 и 15,6, для Брестской и Гомельской областей – всего 7,6 и 2,7 % соответственно.

Земли, подверженные дефляции, размещены преимущественно в Гомельской, Минской и Гродненской областях – соответственно 26,4 %, 25,8 и 25,7 % площади всех сельхозугодий, подверженных ветровой эрозии. На долю Брестской области приходится 13,7 % таких земель, Витебской и Могилевской – 5,1 и 3,3 % соответственно.

В целом наибольшие площади сельскохозяйственных земель, подверженных водной и ветровой эрозии, характерны для Минской и Витебской областей и составляют соответственно 125,0 и 116,2 тыс. га, наименьшие – для Гомельской и Брестской областей – соответственно 32,7 и 42,6 тыс. га. По удельному весу таких земель в общей площади сельскохозяйственных угодий административные области ранжируются в следующей последовательности: Витебская – 7,3 %, Минская – 6,6, Гродненская и Могилевская – по 6,4, Брестская – 2,9 и Гомельская – 2,4 %.

Водная и ветровая эрозия почв наносит существенный экономический и экологический ущерб, ее последствия приводят к разрушению почвенного покрова и, как следствие, к ухудшению физических, агротехнических и биологических свойств почв.

Пахотные земли республики в различной степени завалунены (9,7%). Эродированные и эрозионно-опасные земли занимают 2322,8 тыс. га. Ежегодно в результате водной эрозии со склоновых земель смывается до 15 т плодородного слоя почвы с 1 га. Около 2 млн. га пахотных земель и 0,7 млн. га сенокосов и пастбищ характеризуются повышенной кислотностью и нуждаются в дополнительном известковании. Вследствие разработки месторождений торфа и других полезных ископаемых, строительства дорог, нефтегазопроводов и иных объектов промышленного характера требуют восстановления более 60 тыс. га нарушенных земель.

1.2 Проблема использования животноводческих стоков в Беларуси

Эксплуатация животноводческих ферм и комплексов выдвинула ряд серьезных проблем, связанных с охраной окружающей среды. При высокой концентрации поголовья скота на небольших по размерам территориях, новой технологии производства (бесподстилочное содержание животных, гидросмыв, обработка и утилизация навоза) осложняется решение вопросов охраны атмосферного воздуха, почвы, сельскохозяйственных культур и водоемов от загрязнения отходами животноводства.

Политика сокращения малых ферм и укрупнения колхозов и совхозов, форсированное создание крупных животноводческих комплексов с отставанием строительства очистных сооружений усилили как постоянное загрязнение, так и аварийные прорывы стоков, и малые реки, озера, пруды, увеличили загрязнение грунтовых вод. Это усугубилось еще и тем, что крупные комплексы в большинстве случаев «унаследовали» территории ферм центральных усадеб, которые обычно располагались вблизи рек и озер, и в итоге даже простейшие территориальные регламентации по водоохраным и санитарным зонам оказались нарушенными. Сосредоточение скота «под одной кры-

шей» вне предела этих зон также усилило негативное воздействие на окружающую среду.

Индустриализация животноводства предполагает применение определенных систем содержания животных, удаления и переработки навоза, требующих большого расхода воды. В технико-экономических обоснованиях проектов по строительству животноводческих комплексов для производства 1 т говядины и 1 т свинины планировалось расходовать соответственно 30 – 35 и 88-110 м³ чистой воды, вследствие этого явилось образование значительных объемов навозных стоков. Практически все очистные сооружения комплексов проектировались по типовым проектам 20-30-летней давности, что обеспечило 80% степени очистки сточных вод и на тот период времени отвечало требованиям природоохранных контролирующих организаций. За 20 лет значительно повысились требования к степени очистки. Более того, очистные сооружения животноводческих комплексов из-за низкой эффективности работы оборудования снизили показатели очистки.

В условиях концентрации значительного поголовья животных на ограниченной территории жидкие навозные стоки рассматриваются не только как органическое удобрение, но и как потенциальный источник загрязнения почвы, поверхностных и грунтовых вод, а также атмосферного воздуха. По данным Всемирной организации охраны здоровья, навозные стоки могут быть факторами передачи более 100 инфекционных и паразитарных заболеваний животных, в том числе опасных и для человека. Особенно неблагоприятны в этом отношении свиноводческие комплексы, обсемененные патогенной микрофлорой, которая продолжительное время сохраняет жизнеспособность и вирулентность.

Использование сточных вод на орошение полей с помощью дождевальных установок ведет к значительному загрязнению атмосферы. В частности, потери аммиачного азота при их работе достигают 10-12%. Орошение необеззараженными стоками вызывает загрязнение атмосферы микроорганизмами и другими веществами. Велики потери аммонийных соединений из почвы, орошаемой животноводческими стоками.

При бесконтрольном внесении стоков ухудшаются и свойства почвы, поскольку она загрязняется гельминтами и другими компонентами жидких органических удобрений. То же происходит и с кормами. Бактериологические исследования показали, что 100% проб травостоев, орошаемых бесподстилочным навозом, содержали сальмонеллы в 80% случаев.

В республике работает более 2500 хозяйств, 261 типовой животноводческий комплекс. Несмотря на то, что все животноводческие комплексы являются типовыми, на них существует ряд экологических проблем. Большинство комплексов не обеспечены навозохранилищами, превышаются нормы расхода воды на смыв навоза, не проводится санитарная обработка органической массы. На крупных животноводческих комплексах в связи с большим выходом навоза имеет место сверхнормативное внесение азота на закрепленной за комплексом площади. На фермах проблемы экологии более серьезны, т.к. многие из них не имеют санитарно-защитной зоны. Размеще-

ние ферм проводили без учета уровня стояния грунтовых вод. На многих отсутствуют типовые навозохранилища. Например, в Брестской области обеспеченность ими составляет только 23%, а в Гомельской – 56% от потребности.

До девяностых годов ежегодный выход навоза в Республике Беларусь составлял 65-70 млн. т, и 77% всех органических удобрений вносилось в ранний весенний период, что затягивало весенние полевые работы и создавало благоприятные условия для прорастания семян сорняков. Нынешнее поголовье с.х. животных в общественном секторе, по имеющимся расчетам позволяет накапливать в год примерно 42 млн. т навоза. Вывозится же на поля несколько меньше: в 1998 году – 41,3 млн. т., 1999 году – 40,7 и в 2001 г вывезено под яровой сев 45 млн. т. Показатели фактического внесения органических удобрений всегда в некоторой степени завышены вследствие сложности учета объемов использования полужидкого, жидкого навоза и сточных вод. Практически ежегодно на прифермских участках остается большое количество навоза, что нередко приводит к их залповому сбросу в открытые водоемы, обостряя экологическую обстановку вокруг комплексов и ферм.

Существующие условия эксплуатации животноводческих объектов в Республике Беларусь и возможности аналогичных структур в западных странах существенно отличаются. Это проявляется как в более мягком климате, так и в продуманной политике производства сельскохозяйственной – продукции, ее оптимизации с уровнем нагрузки на окружающую среду, в строгом законодательстве, направленном на создание безотходных, экологически чистых, производств. В дополнении к этому необходимо добавить, что в странах ЕС существует единая технология выращивания скота и общие требования к экологическим нормам, что позволяет специалистам обобщать информацию и использовать ее для совершенства законодательства и разработки критериев к технологическим процессам.

Опыт работы крупных животноводческих комплексов в Республике Беларусь показывает, что интенсификация животноводства часто сопровождается ухудшением гигиенических и ветеринарно-санитарных условий в животноводческих помещениях, оказывает отрицательное влияние на состояние здоровья животных, значительно увеличивает загрязнение окружающей среды. Большая концентрация животных и перегруппировки животных на ограниченной площади, интенсивное, но не всегда сбалансированное кормление, действие различных неблагоприятных факторов снижают их естественную резистентность.

При ликвидации инфекционных заболеваний среди животных не обойтись без дезинфекции навоза. Однако применение химической дезинфекции, исходя из необходимости профилактики заболеваний, следует всемерно сокращать. Дезинфицирующие средства должны применяться не профилактически, а целенаправленно, потому что они относятся к биоцидам, т.е. после попадания в почву способны убивать и полезные почвенные микроорганизмы. При этом необходимо учитывать сроки их распада.

Ферма КРС является также источником загрязнения атмосферного воздуха на расстоянии 3 км. В воздушном бассейне животноводческих ферм содержание механических включений аммиака и микробная обсемененность превышает в 4-10 раз предельно допустимые концентрации.

Нередко комплексы строятся в пониженных местах, с высоким уровнем залегания грунтовых вод; на почвах, легко проводящих животноводческие стоки к водоносным слоям или водоисточникам, что при недостаточной гидроизоляции приводят к их заражению.

Кроме этого, для хранения больших объемов стоков строятся открытые хранилища, что при постоянном контакте с воздухом создает воздушный слой, заполненный газообразными испарениями стоков, способных при соответствующей температуре и направлении ветра перемещаться на значительные расстояния и оказывать неблагоприятное влияние на окружающую среду.

Отсутствие эффективных мер контроля за окружающей средой, рациональных приемов по ее улучшению и восстановлению. Среди перечисленных проблем наиболее остро стоит проблема стоков, их хранения, рациональной переработки и использования. Так, на комплексах на 108 тыс. голов годового откорма выход экскрементов составляет 180-200 тыс. м³ в год, выход стоков за счет 5-9-кратного разбавления водой – более 1 млн. м³.

подавляющее большинство комплексов, особенно подвергшихся расширению, не обеспечены необходимым объемом навозохранилищ (в республике этот показатель составляет 18-20%), недостаточно также стационарных и мобильных средств для транспортировки и внесения животноводческих стоков. Некоторые комплексы не имеют достаточных площадей для экологически безопасного внесения жидкого навоза. Еще более остро стоит проблема земледельческих полей орошения, обеспеченность которыми составляет лишь 15-20%.

Основным направлением уменьшения выхода стоков и загрязнения водоемов является создание замкнутых систем. Для очистки животноводческих стоков в условиях гидросмыва используют биологические пруды. Жидкий навоз из свинарников по коллектору поступает в приемный резервуар насосной станции, откуда его перекачивают на разделительную установку. Твердую фракцию складывают на площадке, биотермически обеззараживают и используют в качестве органических удобрений. Жидкую фракцию направляют в вертикальный отстойник для отстаивания и осветления. Осадок из отстойников обезвоживают с помощью центрифуг, биотермически обеззараживают и используют в качестве удобрения. Осветленные стоки из отстойника и центрифуг направляют в карантинные емкости для шестисуточного выдерживания.

В пруде-накопителе осветленные стоки выдерживают перед спуском в последующие пруды. Пруд-накопитель служит также для анаэробного сбраживания органического вещества стоков бактериями и потребления его микроорганизмами. Из пруда-накопителя частично минерализованные стоки поступают в водорослевый пруд, главное значение которого состоит в утилиза-

ции фитопланктоном биогенных элементов органического вещества. За счет фотосинтетической реакции происходит обогащение кислородом, что приводит к распаду органического вещества, освобождению биогенных и накоплению планктонных водорослей. Из водорослевых стоков поступают в рачковый пруд. При наличии богатого питательного субстрата происходит массовое развитие ветвистоусых и веслоногих рачков, а также червей и личинок насекомых.

Далее стоки, содержащие зообиомассу и биомассу фитопланктона, поступают в рыбоводный пруд. Энергетические потребности и рост рыбы обеспечивается за счет использования его биомассы. Такая технология обработки стоков обеспечивает дегельминтизацию жидкой фракции до поступления ее в рыбоводный пруд. Очищенные в рыбоводно-биологических прудах стоки могут использоваться на полях орошения или в оборотной системе водоснабжения комплекса (для гидроудаления навоза).

Несмотря на достаточно хорошую очистку, эта технология имеет ряд недостатков. Биологические пруды в зимний период замерзают и добиться очистки стоков невозможно. Не решены также вопросы очистки биологических прудов в процессе их эксплуатации, требуется отчуждение больших площадей (до 70 га) и большие капитальные вложения.

Фундаментальной основой решения экологической проблемы навозных стоков является технология переработки жидкого навоза в концентрированные твердые органические удобрения и оборотную воду, технология с использованием биогазовой установки.

Основными достоинствами этих технологий являются: экологическая безопасность, исключая загрязнение окружающей среды; наличие оборотной системы обеспечения технологической водой; снижение выхода навозных стоков более чем в 5 раз и обеспечение внесения в сжатые сроки с минимальными трудозатратами. Отсутствие прямого контакта обрабатываемых навозных стоков с атмосферой предотвращает загрязнение окружающей среды и потери питательных веществ, исключает необходимость в карантинных емкостях, отстойниках, резервуарах осветленных стоков полей орошения и обеспечит снижение капитальных затрат в 2-5 раз.

Анализ данных химического состава показал, что животноводческие стоки имеют ряд специфических особенностей. Прежде всего, они содержат значительное количество биогенных элементов и являются высокоэффективным удобрением. Эта особенность животноводческих стоков может быть использована при рекультивации земель, подверженных техногенному загрязнению тяжелыми металлами. Применение обоснованных норм внесения в сочетании с агротехническими приемами создает условия для обогащения почвы органическим веществом, изменяет в сторону повышения реакцию почвенного раствора pH, что снижает подвижность в почве тяжелых металлов, ограничивая их поступление в растения.

Согласно действующим нормативно-правовым актам, которые используются в проектной практике, рекомендуется основную часть орошаемой стоками территории отводить под многолетние травы. Это обусловлено со-

ображениями природоохранного характера и дает возможность на сравнительно небольшой площади орошения использовать значительные объемы животноводческих стоков. Другими словами, многолетние травы являются основным экологическим звеном при утилизации сточных вод.

Вопросы проектирования и эксплуатации специализированных мелиоративных систем утилизации сточных вод животноводческих комплексов в Беларуси требуют доработки с учетом сложившейся в республике экологической ситуации. Возрастающее техногенное воздействие на агроландшафты порождает и другие экологические проблемы, отнюдь не связанные с функционированием животноводческих комплексов. Увеличиваются площади земель, загрязненных соединениями тяжелых металлов, что ставит под угрозу получение экологически чистой сельскохозяйственной продукции и требует разработки мероприятий по реабилитации загрязненных земель.

2 РЕЖИМ УДОБРИТЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ СТОКАМИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ

Животноводческие стоки представляют собой жидкую фракцию бесподстилочного навоза, которая имеет влажность более 98 %. Оросительные системы с использованием животноводческих стоков предназначены для утилизации годового объема стоков путем удобрительного орошения кормовых культур в течение вегетационного периода.

Основные требования к оросительным системам с использованием животноводческих стоков:

1. Уровни грунтовых вод на орошаемом участке должны быть не менее 1,25 м от поверхности земли, а разовые удобрительные поливы допускается проводить при уровнях грунтовых вод, залегающих не выше принятых норм осушения.

2. Для орошения и удобрения сельскохозяйственных угодий должны использоваться подготовленные животноводческие стоки, отвечающие мелиоративным, агрономическим, ветеринарным и санитарно – гигиеническим требованиям, что достигается соответствующей их подготовкой.

3. Подготовленными считаются стоки (при условии их обеззараживания) влажностью не менее 98 % при содержании твердых частиц размером не более 10 мм согласно.

4. Соблюдение регламентированной концентрации общего азота в поливной воде.

Для режима орошения устанавливаются удобрительная и увлажнительная оросительные нормы животноводческих стоков. Удобрительная норма орошения зависит от биологических особенностей растений и уровня плодородия почв и может определяться двумя методами.

– по выносу питательных веществ всем урожаем с учетом естественного плодородия почвы;

– по выносу питательных веществ запланированной прибавкой урожая.

Вынос питательных веществ с планируемым урожаем определяется согласно данным зональных агрохимических лабораторий для каждой почвенно-климатической зоны или по справочным данным, согласно. Нормы орошения животноводческими стоками, устанавливаются отдельно для каждой культуры севооборота и по каждому элементу: азоту, фосфору и калию.

Особенности формирования водного режима на специализированных оросительных системах связаны с тем, что навозные стоки поступают непрерывно в течение года. Их утилизация должна проводиться независимо от погодных условий. Водопотребление сельскохозяйственных культур является одной из наиболее важных составляющих при формировании оптимального водного режима почвы.

При выборе участков для орошения животноводческими стоками учитываются условия защищенности подземных вод, наличие на рассматривае-

мой территории действующих и проектируемых водозаборов подземных и поверхностных вод.

При выборе сельскохозяйственных культур для полей орошения руководствуются:

- высоким водопотреблением и выносом биогенных веществ с урожаем для обеспечения высокой степени очистки и доочистки животноводческих стоков;
- способностью обеспечивать стабильный высокий урожай биомассы;
- возможностью применения максимальной механизации работ по уходу и уборке урожая.

Требуемые условия для развития растений создаются естественной природной средой, а при необходимости путем искусственного регулирования. Учитывая важную роль воды в круговороте веществ, регулированию водного режима почвы отводится одно из ведущих мест. Водопотребление является одной из важнейших характеристик развития растений, связанных с водным режимом, поэтому изучение его закономерностей и определение количественных параметров имеет большое практическое значение. Обычно зависимость водопотребления от почвенной влаги (и других параметров) аппроксимируется функцией, учитывающей нелинейный характер водопотребления. При таком подходе можно учесть ряд дополнительных параметров, в том числе и загрязненность почвы токсичными элементами, что, безусловно, представляет практический интерес в условиях техногенного загрязнения агроландшафтов.

Влияние на продуктивность растений загрязнения природной среды токсичными элементами не однозначно. По отклику растений на загрязнение тяжелыми металлами их можно разбить на две группы: а) микроэлементы, имеющие жизненно важное значение; б) металлы, не имеющие жизненно важного значения. Воздействие первой группы тяжелых металлов до определенного уровня концентрации приводит к росту урожайности. При дальнейшем увеличении концентрации тяжелых металлов в почве проявляется их фитотоксичность и урожайность сельскохозяйственных культур начинает снижаться. Вторая группа тяжелых металлов только в очень малой концентрации в почве не влияет на урожайность. При повышении концентрации отмечается угнетающее действие их на растения.

На формирование урожая многолетних трав, наряду с показателями тепловлагообеспеченности вегетационного периода, оказывает влияние и уровень загрязнения почвы экотоксикантами, что проявляется в снижении урожайности многолетних трав на 14 – 35%. Эта закономерность наблюдалась для всех изучаемых элементов и особенно для свинца. Однако при орошении стоками свиноводческих комплексов снижение урожая меньше и составляет 11 – 22%.

Уровень загрязнения почвы оказывает влияние и на содержание тяжелых металлов в растениях. С увеличением концентрации экотоксикантов в почве возрастает их содержание в многолетних травах. Вместе с тем при орошении стоками свиноводческих комплексов накопление изучаемых эле-

ментов в растениях было ниже по сравнению с орошением природной водой в среднем на 10 – 15%. Это дает основание высказать предположение о положительном влиянии поливов стоками на продуктивность растений.

Зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от уровня загрязнения почвы носит нелинейный характер. При дальнейшем увеличении техногенного воздействия урожай снижается. Это, как правило, сопровождается ухудшением качества продукции растениеводства.

В отношении металлов второй группы таких уровней можно выделить два – допустимый и критический. Это связано с тем, что металлы этой группы не имеют жизненно важного значения, а их наличие даже в незначительных количествах ухудшает качество продукции и наносит вред живым организмам, потребляющим ее.

При использовании животноводческих стоков крупного рогатого скота на орошение в структуре посевных площадей кормовых севооборотов ведущей культурой должны быть многолетние, особенно злаковые травы, как основной источник для получения грубых кормов, сена, сенажа, силоса, травяной муки. При подборе видов и компонентов травосмесей следует учитывать сбалансированность кормов по основным элементам питания и обеспечение равномерного в течение вегетации выхода зеленой массы.

Сорта многолетних трав (злаковых и бобовых) должны подбираться с учетом районирования, типа почв и хозяйственного использования. Длительность использования травостоя многолетних злаковых трав рекомендуется от 5 до 10 лет и более.

При удобрительных поливах стоками безопасная концентрация общего азота в поливных водах составляет для кукурузы 1560 мг/л, подсолнечника – 1400 мг/л, суданской травы – 1450 мг/л, многолетних трав первого года жизни – 1000 мг/л, люцерны первого, второго и последующих лет жизни – 1540 мг/л, для зернофуражных культур – 1300 мг/л. Животноводческие стоки, содержащие микроэлементы, в том числе тяжелые металлы в количествах, не превышающих ПДК для воды хозяйственнопитьевого назначения, целесообразно использовать для орошения по водопотреблению растений.

Ежегодно специалистами сельскохозяйственного предприятия в марте – апреле определяется содержание питательных веществ, микроэлементов и тяжелых металлов в животноводческих стоках, хранящихся в накопителях. Затем разрабатывается график удобрительно-увлажнительных поливов многолетних трав животноводческими стоками в сочетании с природной водой.

Стоки животноводческих комплексов являются источником водного и минерального питания растений, поэтому режим орошения или необходимо обосновывать не только по дефициту водопотребления, как при обычных оросительных мелиорациях, но и по балансу питательных веществ. Кроме того, при использовании для поливов сточных вод необходимо учитывать ряд факторов, влияющих на режим орошения. Режим орошения определяется эффективностью почвенной очистки сточных вод. Он должен обеспечивать степень очистки, отвечающую современным требованиям к охране окружа-

ющей среды. Режим орошения должен также гарантировать утилизацию определенного объема сточных вод (на заданную площадь).

На полях орошения необходимо соблюдать определенные санитарно – гигиенические правила, оказывающие влияние на режим орошения. Так, между последним поливом стоками и уборкой урожая (стравливанием) необходим карантинный интервал в 14 – 21 день .

На окисление органического вещества сточных вод расходуется большое количество кислорода, а одним из продуктов распада является углекислый газ. Дефицит кислорода приводит к образованию анаэробных условий и развитию восстановительных процессов, что сопряжено с потерей азота и других питательных веществ и ухудшением обезвреживание сточных вод. При содержании в почвенном растворе свыше 3% углекислого газа от объема почвенного воздуха он может быть токсичным для растений. Оптимальное содержание кислорода в почвенном растворе составляет 3,0 – 8,0 мг/л [4, 5].

Воздушный, а также газовый режимы в определенной степени могут регулироваться режимом орошения. Так, применение больших норм полива стоками (4 – 5 тыс. м³/га) ведет к снижению содержания в почве кислорода и развитию восстановительных процессов, а дальнейшее увеличение их – к «утомлению» почвы и снижению ее плодородия.

Для получения высоких и качественных урожаев поступление питательных веществ в почву должно соответствовать потребностям сельскохозяйственных культур: недостаток питательных веществ, приводит к недобору урожая, избыток – негативно сказывается на качестве растениеводческой продукции; несбалансированность питательных веществ также отрицательно влияет на урожайность и качество продукции. Таким образом, нормы внесения питательных веществ, а, следовательно, и поливные и оросительные нормы необходимо проводить в соответствии с требованиями культур к элементам питания.

Стоки подаются на орошение в начале возобновления травостоя и затем после каждого скашивания. Если в очередной срок полива стоками оптимальная влажность обеспечивается осадками (полив чистой водой в таком случае пропускается), то стоки используют без разбавления чистой водой нормой, в которой содержится заданное количество питательных веществ. В общем случае степень разбавления определяется величиной поливной нормы, концентрацией питательных веществ в стоках и планируемой нормой внесения питательных веществ за данный полив. Поскольку сроки поливов стоками лимитируются сроками скашивания травостоя (по ветеринарно – санитарным и агрономическим соображениям стоки рекомендуется вносить сразу после укоса), то необходимо фиксировать дату, когда урожайность достигает проектной величины.

Правильное установление величины поливных норм при орошении животноводческими стоками имеет особенно важное значение для природоохранной эффективности мелиоративных систем. Завышение поливных норм может обусловить появление загрязненного поверхностного стока, проникновение ингредиентов стоков в грунтовые воды.

подавляющим большинством модельных и производственных опытов установлена оптимальная норма стоков под многолетние травы (в пересчете на азот) – 240 – 360 кг/га общего азота при внесении ее за 3 – 5 поливов [4, 9, 5, 16].

Стоки животноводческих комплексов, по классификации В.Т. Додолиной, относятся к категории сточных вод с высоким агроメリоративным потенциалом. Для полного обеспечения растений питательными веществами требуется всего около 300 м³/га стоков, а оросительные нормы, рассчитаны по дефициту водопотребления.

Комплексный учет таких факторов, как эффективность очистки, урожайность культур, качество растениеводческой продукции, позволил выявить оптимальные нормы животноводческих стоков под основные кормовые культуры: под многолетние травы – 300, под однолетние травы и кукурузу на силос – 240, под подсолнечник на силос – 120, под ячмень на кормовое зерно – 120 – 240 кг/га азота .

Некоторыми учеными допускается применение более высоких норм сточных вод. Среди аргументов в их пользу следующие: возможность уменьшения площади для утилизации сточных вод, рост урожайности сельскохозяйственных культур, резкое увеличение в почве запасов питательных веществ. Что касается размеров площадей полей орошения, полностью обеспечиваемых питательными веществами сточных вод, то положительно оценить можно их увеличение, а не уменьшение, так как такой путь является эффективным решением проблемы кормовой базы комплексов – проблемы не менее важной, чем утилизация животноводческих стоков. Возможность утилизации животноводческих стоков на полях орошения является решающим фактором в создании кормовой базы.

При повышенных нормах внесения стоков урожайность многих культур растет, но питательные вещества при этом используются нерационально: оплата урожаем питательных веществ стоков снижается на 20 – 40% .

Более правильно, как считают специалисты, при наличии пригодных земель и дополнительных источников орошения, увеличивать площадь полей с целью создания устойчивой кормовой базы. Рекомендуют покрывать потребности растений в азоте за счет внесения стоков лишь на 50 – 75%, остальные 50 – 25% вносить с минеральными удобрениями .

Исследованиями установлено негативное влияние повышенных норм сточных вод на кормовое качество растениеводческой продукции. При высоких нормах внесения сточных вод (по азоту свыше 300 – 360 кг/га) содержание нитратной формы азота в небелковой части сырого протеина достигает токсических для животных концентраций (0,5% на сухое вещество), кроме того, в растениях отмечается высокое содержание калия (более 3%) .

Резкое увеличение в почве питательных веществ хотя и является с агрономической точки зрения позитивным фактором, но достигается это по существу в ущерб грунтовым водам, водоприемникам дренажного стока, поскольку увеличить содержание в почве питательных веществ – это значит

нарушить баланс веществ в почве, что неизбежно приведет к усилению выноса биогенных веществ в грунтовые и дренажные воды .

Необходимость использования чистой воды обусловлена и другими причинами. Вода (в том числе сточная), используемая для орошения вегетирующих культур, должна отвечать определенным требованиям. Так, по данным В.Т.Додолиной, в поливной воде не допускается содержание общего азота более 250, аммиачного – 150, калия – 200, фосфора (P_2O_5) – 100 мг/л и т.д.. Разбавление перед орошением необходимо при наличии в стоках большого количества взвешенных веществ. Для надежной и устойчивой работы насосов и дождевальной техники содержание сухого вещества в поливной воде должно быть не более 2%.

Из вышеизложенного материала можно отметить, что использование животноводческих стоков на техногеннозагрязненных землях является достаточно трудоемкой и требует значительных материальных затрат. Объем этих затрат пропорционален уровню загрязнения почвы. Наиболее трудоемким является восстановление нарушенного плодородия при высоком и избыточном содержании загрязняющих веществ. Однако такие земли, как правило, расположены локально в непосредственной близости от источников загрязнения и пока занимают незначительные площади. Поэтому на современном этапе основное направление рекультивации земель должно осуществляться по профилактическому принципу. В связи с этим в системе профилактических мероприятий должное место должно быть отведено жидкой органике, которая образуется на крупных животноводческих комплексах.

3 ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ СТОКАМИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ НА ПОЧВУ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

При переводе животноводства на промышленную основу возникла проблема утилизации навозных стоков и бесподстильного навоза. Вблизи животноводческих комплексов и ферм промышленного типа особую угрозу окружающей среде представляют скопления навоза, а также нитратное и микробное загрязнение почв, фитоценозов, поверхностных и грунтовых вод. Поэтому при выборе места для размещения животноводческих комплексов должны быть обоснованы возможности утилизации навоза и производственных стоков с учетом природоохранных требований. При этом учитывают орографические (геоморфологические), эдафические, метеорологические, гидрологические и гидрогеологические факторы, наличие и состояние лесной растительности, сельскохозяйственных угодий (для утилизации навоза в виде удобрений) и селитебных территорий.

Промышленная технология производства продуктов животноводства в большинстве случаев предусматривает бесподстильное содержание животных и гидравлические системы навозоудаления, что приводит к накоплению большого количества жидких навозных стоков. Отходы животноводческих комплексов (жидкий навоз, сточные воды) по степени загрязненности органическими веществами, бактериальной обсемененности, особенно кишечной палочкой, значительно превосходят хозяйственно – бытовые сточные воды и стоки предприятий пищевой промышленности. Они являются благоприятной средой для возбудителей болезней ряда инфекционных заболеваний..

Экологические исследования показали, что в районах размещения животноводческих комплексов загрязнению подвергается как поверхностные, так и подземные воды. Основные причины – недостаток пригодных для орошения площадей, низкая надежность оросительной техники, несоблюдение технологии орошения и природоохранных мероприятий.

Использование технологии естественной очистки жидкой фракции навоза в биологических прудах показало, что очищенные таким образом сточные воды можно использовать повторно в системе уборки помещений и удаления навоза. Наилучшие результаты могут быть получены при комбинации биологических прудов с полями орошения.

Разработан и внедряется метод анаэробного сбраживания жидкого навоза. Получаемый при этом биогаз можно использовать на производственные нужды предприятия, а твердую фракцию в качестве органического удобрения. При этом способе переработке жидкий навоз полностью обеззараживается.

Животноводческие комплексы становятся мощным фактором негативного воздействия на окружающую среду в результате накопления в них огромного количества бесподстильного навоза и наводных стоков. Достаточно сказать, что микробное и общее загрязнение в районе расположения таких комплексов в 8-10 раз превышает естественный фон загрязнения почвенного и снежного покрова. Загрязнение снежного покрова и вод местного

стока биогенными элементами влечет за собой соответствующие изменения показателей качества фитомассы культур на сельскохозяйственных угодьях, примыкающих к животноводческим фермам и комплексам. На участке склона, примыкающем к свиноферме, максимальное содержание нитратов обнаружено в травах, размещенных у подошвы склона – в местах возникновения делювиальных шлейфов почвогрунта и навозных стоков. Скармливание скоту таких трав может вызвать нитратное отравление.

Как показывает практика, проблема охраны водных ресурсов и окружающей среды от загрязнения сточными водами и животноводческими стоками не может быть решена только путем строительства очистных сооружений. Даже при соблюдении технических условий их эксплуатации степень очистки в среднем составляет 80-85 %, что не обеспечивает защиту водных объектов от загрязнения минеральными и трудно окисляемыми органическими соединениями. Сооружения биологической очистки пропускают 30 % яиц гельминтов и 30 – 50 % бактерий кишечной палочки .

Самым перспективным направлением в решении проблем охраны водных ресурсов и экономического их использования является применение сточных вод и животноводческих стоков в орошаемой земледелии .

Воздействие микроорганизмов, находящихся в почве, способствует естественной очистке сточных вод, при этом органические и минеральные вещества, содержащиеся в них, благоприятно сказываются на плодородии почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Все сточные воды богаты органическими веществами и являются ценным удобрением. К примеру, в одном литре бытовых сточных вод содержится 40 – 60 мг общего азота, 10 – 20 мг фосфора и 10 – 30 мг калия, а 1 км³ животноводческих стоков содержит 4,5 млн. т. азота, 3,5 млн. т. калия и 2,2 млн. т. Фосфора .

Согласно нормам проектирования оросительных систем на сточных водах . допускается возделывание только тех культур, употребление которых в сыром виде не допускается. Рекомендуется возделывать технические, кормовые, зерновые культуры и древесно – кустарниковые насаждения. При выборе рекомендуемых культур для возделывания на сточных водах должны учитываться следующие особенности:

- отзывчивость культуры к орошению, что обеспечит не только вынос питательных веществ из почвы, но и интенсифицирует почвенную доочистку сточных вод;

- устойчивость культуры к существующим специфическим загрязнениям и компонентам стоков;

- оказание дополнительного, положительного влияния на водно – физические свойства почв.

Положительный экологический эффект может быть достигнут только при соблюдении соответствующих требований. Содержащиеся в почве гумус и глины высокочувствительны к повышенному увлажнению. Для рационального использования элементов питания и получения высококачественной продукции необходим комплексный подход при рассмотрении всех элементов агросистемы, а экологию следует рассматривать, как объединяющее

начало на пути достижения поставленных целей. Именно поэтому качество оросительных сточных вод необходимо рассматривать с трех позиций: экологической, агрономической и гигиенической. Несоблюдение правил эксплуатации сельскохозяйственных полей орошения зачастую приводит к угрозе загрязнения грунтовых вод.

При внутрипочвенном орошении сточные воды подаются по закрытой сети трубчатых или кротовых увлажнителей в корнеобитаемый слой и рассылаются в нем под действием капиллярных сил. При данном способе полива достигается полная доочистка подготовленных сточных вод, исключается контакт сточных вод с человеком, животными и наземной частью растений, сокращается площадь санитарно – защитной зоны, регулируется водно – воздушный и пищевой режим почвы, повышается урожайность сельскохозяйственных культур..

Как и любой другой способ полива, внутрипочвенное орошение имеет свои недостатки, главными из которых являются большие капитальные затраты при строительстве сети из трубчатых увлажнителей, потери поливной воды на фильтрацию и слабое увлажнение поверхностного слоя почвы (0 – 10 см), что делает этот способ полива нецелесообразным в районах с недостаточной весенней влажностью и негативно сказывается на всходах. Костяков А.Н. относил к недостаткам внутрипочвенного орошения подъем солей на засоленных землях, а также возможность заиления подземных труб .

Согласно экологическим нормативам использование на орошение животноводческих стоков допускается только после предварительной подготовки по отделению длиноволокнистых включений, шести суточного карантинирования и дегельминтации. В случае возникновения инфекционных болезней на животноводческом предприятии применение стоков возможно только после обеззараживания.

Оросительные системы с использованием животноводческих стоков предназначены для почвенной очистки и обезвреживания стоков на кормовых угодьях. Использование стоков на орошение и удобрение является природоохранным и ресурсосберегающим мероприятием, обеспечивающим повышение продуктивности земель и экономию минеральных удобрений .

Для обеспечения норм природоохранного законодательства Беларуси между границей полей орошения и водными объектами предусматривается водоохранная зона. В водоохранной зоне от уреза меженного уровня воды выделяются прибрежные водоохранные полосы, ширина которых принимается для рек длиной до 50 км – не менее 20 м; от 50 до 100 км – около 50 м; от 100 до 300 км – около 100 м .

Оросительные системы с использованием подготовленных животноводческих стоков и аналогичных по удобрительным свойствам сточных вод следует проектировать с круглогодичным приемом стоков в накопители и использованием на удобрение и орошение в вегетационный период.

Расчет годовых норм внесения животноводческих стоков ведется по трем главным питательным элементам – азоту, фосфору, калию. За расчет-

ную годовую средневзвешенную по севообороту норму внесения животноводческих стоков принимается минимальная из трех расчетных.

Вынос NPK урожая определяется произведением величины планового урожая и выноса NPK единицей урожая по каждой культуре севооборота с учетом побочной продукции (солома, ботва и т. п.), принимаемым по данным зональных сельскохозяйственных и агрономических учреждений и справочным данным. Содержание NPK в животноводческих стоках определяется по фактическим данным в пробах стоков в накопителях, при отсутствии фактических данных – на основании технологических расчетов .

Контроль качества кормовой продукции осуществляется агрономической службой хозяйства. На полях орошения животноводческими стоками необходимо проводить мониторинг состояния плодородия почв, качества растениеводческой продукции, химического состава подземных и при необходимости поверхностных вод .

Орошение стоками свиноводческих комплексов способствует снижению кислотности почвы. Снижение кислотности почвы только за счет орошения стоками носит длительный во времени характер. Поэтому наряду с этим приемом в отдельных случаях необходимо проводить известкование, которое влияет на подвижность металлов в результате комплекса изменений в почвенной системе на физическом, химическом и биологическом уровнях. При известковании загрязненных почв рекомендуется доводить рН почвенного раствора до 6,5...6,7 .

Одним из приемов, обеспечивающим получение экологически безопасной продукции на загрязненных землях, является применение биологических приемов. При высоком уровне функционирования экосистемы следует выращивать толерантные сорта и культуры. При этом необходимо учитывать, что в основном наиболее загрязнены корни, затем листья, стебли, а потом семена. Загрязненные участки следует использовать только для выращивания семян, возделывать технические, а также культуры идущие в переработку .

При избыточном уровне содержания экотоксикантов урожай резко снижается вплоть до полной гибели. Содержание тяжелых металлов на этом уровне превышает предельно допустимые концентрации. С позиций экологической безопасности правомочно ставить вопрос о сельскохозяйственном использовании таких земель без радикально проведенной рекультивации.

В заключение можно отметить, что гидромелиоративные системы являются дополнительными источниками антропогенного воздействия на агроландшафт, которые оказывают влияние на миграцию химических веществ в биосфере. Поэтому современные мелиоративные системы должны учитывать уровни загрязнения почвы поллютантами. Для каждого уровня функционирования должны разрабатываться режимы орошения и мероприятия по реабилитации загрязненных. Охрана природных ресурсов связана с дополнительными затратами на сохранение и восстановление экосистемы вследствие отрицательного антропогенного воздействия. Применение приемов улучшения экологической обстановки на практике способствуют снижению ущерба для экосистемы.