

УДК 630*232.322.43

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

П.Ф.Тиво, доктор

С.М.Крутько, кандидат сельскохозяйственных наук

Л.А.Саскевич, старший научный сотрудник

Н.А.Геньдик, агроном

РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: экология, орошение животноводческими стоками, утилизация, загрязнение, бесподстилочный навоз, метантенки

Введение

В настоящее время в Беларуси функционируют свыше 200 животноводческих комплексов, в том числе 106 свиноводческих предприятий с мощностью ежегодного откорма от 12 до 108 тыс. голов. На них ежегодно накапливается примерно 19-20 млн. м³ жидкого навоза и навозных стоков, содержащих воды соответственно 92-97 % и более 97%.

При бесконтрольном их использовании почва, грунтовые воды, воздух, растения могут загрязняться токсическими веществами, возбудителями инфекций и инвазий. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) бесподстилочный навоз является фактором передачи более 100 видов различных возбудителей болезней животных и человека. Из микроорганизмов, находящихся в животноводческих стоках, большую опасность представляют возбудители сальмонеллезов, ящура, туберкулеза, бруцеллеза, чумы свиней, яйца аскарид, стронгилоидов и др. Внесение необеззараженного навоза на поля, луга, пастбища создает опасность заражения сельскохозяйственных животных вследствие употребления загрязненных кормов [1].

В связи с этим использование животноводческих стоков требует строгого соблюдения ветеринарно-санитарных и гигиенических требований. В противном случае может возникнуть потенциальная опасность загрязнения поверхностных и подземных вод, кормов токсическими соединениями (нитратами, нитритами, нитрозамином и др.), возбудителями инфекционных и инвазионных заболеваний различной этиологии и этим самым оказать негативное влияние на состояние здоровья животных, их продуктивность и качество животноводческой продукции, а также на санитарно-гигиенические условия жизни и здоровье местных жителей [2-4].

В республике утилизация бесподстилочного навоза проводится по следующим технологическим схемам:

- разделение отходов животноводческих комплексов на твердую и жидкую фракции с использованием осветленных стоков на земельно-сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО);

- вывозка и внесение жидких органических удобрений мобильным транспортом на сельскохозяйственные угодья;

- искусственная биологическая очистка жидкой фракции с помощью аэротенков стоков с последующей ее перекачкой на городские очистные сооружения (РУСПП «Свинокомплекс «Борисовский» Минской области).

Применять стоки в качестве удобрений можно лишь после соответствующей подготовки и обеззараживания, поскольку из-за высокой влажности и отсутствия в них биотермических процессов увеличивается срок выживания болезнетворной микрофлоры. Способы обеззараживания стоков классифицируются как физические, химические и биологические. Последние используются более широко и основаны на разрушении и минерализации органического вещества микроорганизмами. Этот процесс в той или иной степени может протекать как в естественных (в почве, биологических прудах, компостах), так и в искусственных условиях (в аэротенках, метантенках и др.). Безусловно, более перспективно сбраживание бесподстилочного навоза в метантенках, которое обеспечивает не только получение биогаза, но и экологически чистых органических удобрений без зловонных запахов, жизнеспособных гельминтов и семян сорных растений. Наиболее преуспела здесь Дания, где уже 20% потребляемой энергии покрывается за счет возобновляемых источников. К 2020 г. ставится там задача увеличить этот показатель в 1,5 раза и переработать в метантенках до 50% навоза с местных ферм [5].

В нашей республике такая технология внедрена только в РУСП «Селекционно-гибридный центр Западный» Брестского, РУП «Племптице завод «Белорусский» Минского районов и ОАО «Гомельская птицефабрика». Для переработки сельскохозяйственных, коммунальных и бытовых отходов в Беларуси до 2012 г. планируется ввести в эксплуатацию 39 биогазовых установок суммарной мощностью 40,4 МВт. Общий объем финансирования для реализации этих мероприятий составит около 577 млрд. руб.

Для орошения обычно используется жидкая фракция стоков. В процессе механического разделения (в случае отсутствия искусственной биологической очистки) основное количество гельминтов попадает в твердую фракцию, хотя частично они остаются и в жидкой. Поэтому первую из них рекомендуется компостировать, со второй поступают согласно ветеринарным требованиям. Причем, если жидкой фракцией свиных стоков заполняется полевой накопитель осенью, она должна там выдерживаться 9 месяцев с целью дегельминтизации. Для обеззараживания же жидкого свиного навоза (без разделения на фракции) этот срок увеличивается до одного года [6]. Недостатком этого способа являются значительные (до 30%) потери аммонийного азота при хранении стоков в открытых полевых накопителях.

Условия и методики исследований

Об эффективности дождевания подготовленными к поливу навозными стоками свидетельствуют наши исследования в зоне действия свинокомплекса «Южное» Пин-

ского района Брестской области. Почвенный покров здесь, как во всем Полесье, очень разнообразен, хотя преобладают дерново-подзолистые заболоченные, дерново-глеевые почвы легкого гранулометрического состава и торфяники различной мощности, подстилаемые песками. Под покров озимой ржи на зеленую массу высевали травосмесь из тимофеевки и ежи сборной. Орошение проводили, начиная со второго года пользования. Нормы свиностокков определяли по азоту. При этом первую из них (N₁₂₀) вносили однократно, а остальные (N₃₀₀ и N₄₈₀) – дробно под каждый из трех укосов. Согласно схеме опыта в шестом варианте применяли одни минеральные удобрения в форме аммиачной селитры, суперфосфата и хлористого калия.

Результаты исследований и их обсуждение

Проведенные исследования выявили высокую удобрительную ценность животноводческих стоков, как на торфяно-глеевой почве, так и на осушенной дерново-подзолистой глееватой супесчаной почве (табл.1). При этом вневегетационное орошение (поздней осенью) оказалось менее эффективным по сравнению с удобрительными поливами в период вегетации растений.

В опытах на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве на КУСХП «Северный»

Таблица 1 – Урожайность многолетних злаковых трав при орошении стоками свинокомплекса (в среднем за 5 лет) [7]

Вариант	Урожайность сухой массы, ц/га	Прибавка	
		ц/га	на 1 кг азота, кг
<i>Торфяно-глеевая почва</i>			
1. Без удобрений	27,4	-	
2. N ₁₂₀ P ₄₅ K ₈₀	57,6	30,2	25,1
3. N ₁₂₀ P ₄₅ K ₈₀ *	48,8	21,4	17,8
4. N ₃₀₀ P ₁₁₀ K ₂₀₀	92,2	64,8	21,6
5. N ₄₈₀ P ₁₈₀ K ₃₀₀	107,2	79,8	16,6
6. N ₁₂₀ P ₄₅ K ₈₀	61,5	34,1	28,4
<i>Дерново-подзолистая супесчаная почва</i>			
7. Без удобрений	19,3	-	
8. N ₁₂₀ P ₄₅ K ₈₀	48,2	28,9	24,1
9. N ₃₀₀ P ₁₁₀ K ₂₀₀	80,8	61,5	18,5
10. N ₄₈₀ P ₁₈₀ K ₃₀₀	91,6	72,3	15,1

* Вневегетационное орошение поздней осенью.

Городокского района также установлена зависимость продуктивности многолетних трав от доз азота стоков (рис. 1).

Показано, что при внесении стоков из расчета 120 кг/га азота прибавка сухой массы составила 27,8 ц/га. В расчете на 1 кг этого элемента получено 23,1 кг сухой массы трав. Дальнейшее повышение уровня питания растений хотя и увеличивало продуктивность луговых угодий, но уменьшало окупаемость каждого последующего килограмма азота [8].

В отличие от злаковых травостоев люцерна посевная слабо отзывалась на жидкие органические удобрения: прибавка урожайности составляла всего лишь 6-11% при продуктивности на контроле 80,2 ц/га сухой массы.

Установлено влияние норм внесения стоков на химический состав многолетних трав, описываемое соответствующими уравнениями регрессии: $y_N = 0,0023x$

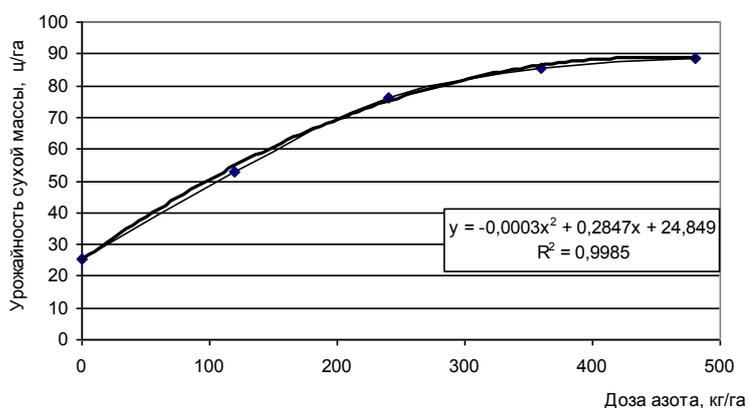


Рис.1 – Зависимость урожайности многолетних трав от доз азота животноводческих стоков

$+1,578$ ($R^2 = 0,97$);
 $y_{P_2O_5} = 0,0006x + 0,636$ ($R^2 = 0,97$);
 $y_{K_2O} = 0,0045x + 1,48$ ($R^2 = 0,97$)
 (где x – содержание азота в стоках).

При избыточном внесении стоков происходит загрязнение кормов нитратами (см. рис. 2). При этом на фоне более 200 кг/га азота содержание NO_3 превышало предельно допустимую концентрацию (ПДК) не только для сена, но и для травяной муки. По мере возрастания поливных норм стоков многолетние травы обеднялись водорастворимыми

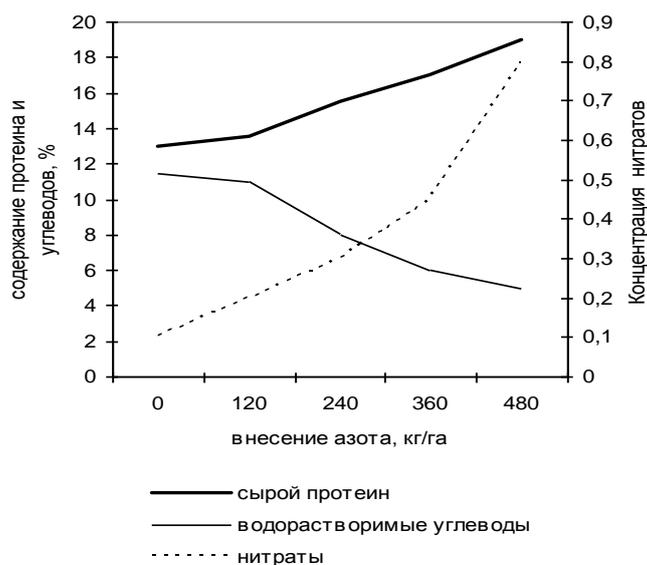


Рис. 2 – Качество урожая многолетних трав, орошаемых животноводческими стоками [7]

углеводами. Ухудшалось качество корма и из-за избыточного поглощения калия растениями.

Использование искусственной биологической очистки стоков с дальнейшей перекачкой их в городские очистные сооружения имеет несколько существенных недостатков: во-первых, очистка в аэротенках – очень энергоемкий процесс; во-вторых, не используется в сельском хозяйстве весь удобрительный потенциал минеральных питательных элементов.

Переработка навозных стоков в биогазовых установках также имеет свои особенности. Общая схема промышленного производства биогаза по усовершенствованной технологии такова. Сырье смешивается и измельчается до получения полужидкой гомогенной массы в приемном резервуаре. Далее масса нагревается до 70°C не менее одного часа с целью уничтожения бактерий. После охлаждения сырье перекачивается в автоклав (биореактор-метантенк, ферментатор), где подвергается анаэробному броже-

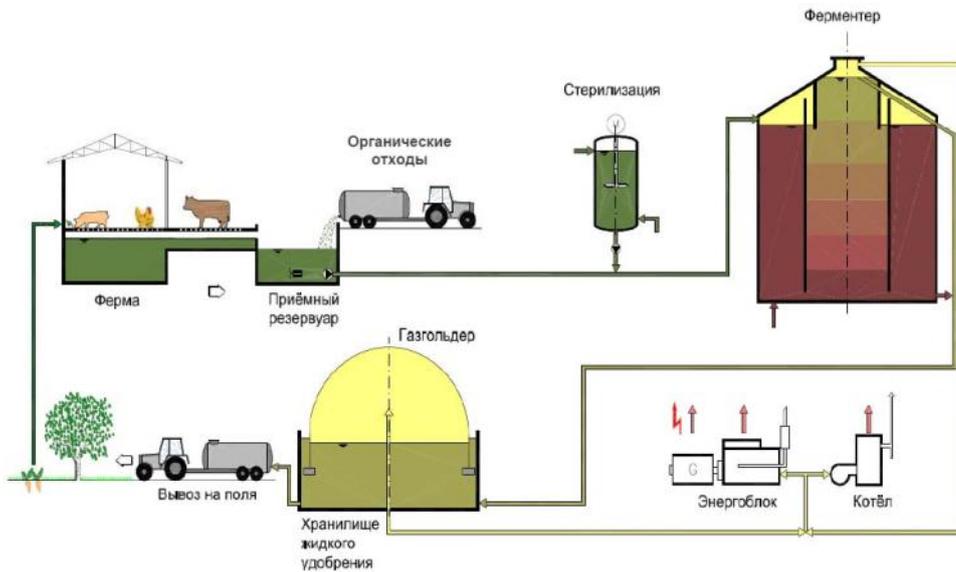


Рис. 3 – Принципиальная схема биогазовой установки

нию. Применяются два режима брожения: мезофильный или термофильный. Биогаз под собственным давлением (не более 0,5 атм) идет в газгольдер, откуда подается либо для сжигания в отопительных приборах, либо для производства электрической и тепловой энергии в когенерационной энергоустановке [9]. Твердый остаток накапливается в бункере-отстойнике и является хорошим обеззараженным удобрением (рис. 3). Однако использование биогазового комплекса нельзя рассматривать как полное решение проблемы отходов на животноводческих комплексах, поскольку объем отходов изменяется очень незначительно.

При переработке навоза в метантенках увеличивается в нем уровень аммонийного азота, снижается содержания общего углерода, уменьшаются соотношения $C:N_{\text{общ}}$, $C:N-NH_4$. С повышением содержания аммонийного азота в сброженном жидком навозе связано увеличение значений pH. Анаэробное сброживание при термофильном режиме способствует обеззараживанию жидкого навоза: общая обсемененность микроорганизмами снижается во много раз. Происходит также дегельминтизация навоза. В нем исчезают всхожие семена сорных растений и зловонный запах. В меньшей степени это относится к мезофильному режиму, хотя по вопросу получения экологически чистого органического удобрения при анаэробной обработке в метантенках мнения ученых существенно расходятся. Одни исследователи утверждают, что даже при термофильном режиме (53-55°C) невозможно достичь полного обеззараживания навоза. Другие специалисты получали жидкий навоз, свободный от патогенной микрофлоры, и при мезофильных температурах (33-38°C) в метантенках [10-12].

Нет пока и единого мнения и об эффективности применения эффлюента – сброженного навоза. Имеются сведения, согласно которым он является более ценным органическим удобрением, чем нативный (исходный) навоз. Высокую эффективность такого удобрения нередко объясняют большей доступностью в нем элементов питания, наличием физиологически активных соединений, стимулирующих рост и развитие растений. Другие исследователи нативный и сброженный навоз рассматривают как равноценное удобрение [13-14]. Однако имеются данные и о негативном воздействии эффлюента на свойства почвы, урожай и качество сельскохозяйственных культур. Так, из-за более низкого содержания в сброженной биомассе органического вещества, преобладания в ней анаэробной микрофлоры, накопления продуктов биологического разложения, Международная федерация органического земледелия (IFOAM), Объединение экологического земледелия (ACOL) ввели ограничения на использование эффлюента в экологическом земледелии [15]. Поэтому данный вопрос требует дальнейших исследований. Вместе с тем, по нашим расчетам, применение сброженной органики экономически оправдано за счет снижения затрат на применение гербицидов при возделывании различных сельскохозяйственных культур (табл. 2).

Специалисты Канады считают, что применение биогазовых установок экономически обосновано только в случае получения из шлама, образующегося при переработке навоза, кормовых добавок. Эксплуатация БЭУ в Великобритании с учетом использования только биогаза приносит убытки. Если же приплюсовать сюда эффект от дезодорации (устранение неблагоприятных запахов в результате сброживания навоза), то убыток практически компенсируется [16]. Между тем цены на переработку органики постоянно растут и в настоящее время достигают 100-125 евро за тонну. Поэтому без финансовой помощи со стороны государства широкое внедрение БЭУ практически невозможно [17].

Таблица 2 – Экономическая эффективность использования сброженного навоза

Возделываемые культуры	Прибавка урожайности, ц к.ед. /га	Экономия средств за счет снижения затрат на приобретение гербицидов, \$/га	Стоимость прибавки урожайности, исключая затраты на уборку и доработку дополнительной продукции, \$/га	Всего прибыли, \$/га
Зерновые культуры (зерно)	2,7	40	27	67
Многолетние травы на зеленую массу	2,5		18	18
Кукуруза на зеленую массу	2,4	72	17	89
В расчете на 1 га севооборота				
60:20:20*	2,60	38,4	23,2	61,6
40:30:30	2,55	37,6	21,3	58,9
40:20:40	2,56	30,4	21,4	51,8

*Соотношение культур в севообороте зерновые : пропашные : травы, %

Экономическая эффективность биогазовых установок, может быть увеличена, если продолжится рост цен природного газа и нефти, которые импортирует Беларусь.

Следует также иметь в виду, что при температуре сбраживания 55°C для навоза с начальной температурой 14°C и влажностью свыше 94%, имеет место отрицательное значение товарной энергии, чего нельзя сказать о мезофильном режиме сбраживания. На современных же крупных свинокомплексах пока функционирует преимущественно гидросмыв экскрементов. Вследствие этого влажность навозных стоков превышает там 97%. Последнее свидетельствует о необходимости менее водоемких систем навозоудаления, что, безусловно, увеличит выход биогаза. Кроме того, снизятся и затраты на утилизацию бесродстилочного навоза в земледелии и луговодстве по мере уменьшения разбавления водой отходов животных, особенно при внесении их мобильным транспортом.

Наряду с этим в результате обработки отходов животных в биоэнергетических установках сокращается выброс метана (парникового газа) в атмосферу. При отсутствии же подобной технологии имеет место существенное загрязнение ее метаном. Только один свинокомплекс на 108 тыс. голов за один только год выбрасывает в атмосферу 432 т CH_4 (в эквиваленте CO_2 9 тыс. т), при сжигании которого в котлах выброс углекислого газа составит 2,8 тыс. т. Следовательно, БЭУ на рассматриваемом комплексе уменьшит выброс парникового газа (в эквиваленте CO_2) в количестве 6,2 тыс. т за год [18]. Между тем эмиссия метана (в расчете на CO_2) только животноводческими комплексами республики вместе с птицефабриками составила в 2006 г. свыше 680 тыс. т [19].

Необходимо особо подчеркнуть, что площадь на которую необходимо вносить осветленные стоки либо сброженный эффлюент практически равнозначная. Поэтому их утилизация – далеко не простая задача. Расчеты показывают, что при норме внесения азота 200 кг/га комплексы на 54 и 108 тыс. голов свиней должны иметь соответственно не менее 2000 и 4000 га сельскохозяйственных земель.

Наличие таких площадей – одно из условий рационального использования жидких органических удобрений. Правомерность наших суждений подтверждается и зарубежным опытом. К примеру, в Германии в зависимости от структуры севооборота и других факторов на 1 га пашни утилизируются экскременты от 2,5-5,5 условных голов свиней (масса условной головы 500 кг). Примерно то же имеет место и в Польше. Еще меньше нагрузка отходов животноводства на единицу площади при внесении их мобильным транспортом [20]. Причем на массивах с уровнями грунтовых вод 0,6-1,0 м от поверхности почвы нормы жидкого навоза уменьшаются наполовину. Директивой ЕС также ограничивается плотность скота. В расчете на 1 га она не должна превышать (шт.): коров – 2, молодняка крупного рогатого скота – 4, свиней на откорме – 16, свиноматок с поросятами – 5, кур-несушек – 133, цыплят до 16 недель – 286 [21].

Таблица 3 – Загрязнение подземных вод на сельскохозяйственных полях орошения

Количество анализируемых проб	Процент проб воды с превышением ПДК			
	NH ₄ ⁺	Fe общ.	NO ₃ ⁻	Окисляемость перманганатная
<i>Весеннее половодье</i>				
29	34,5	34,5	13,8	20,7
<i>Летняя межень</i>				
51	15,7	74,5	15,7	43,1
<i>Осенний паводок</i>				
51	19,6	82,4	9,8	27,5

Примечание. ПДК аммония – 2 мг, железа – 0,3, нитратов – 45, окисляемость перманганатная – 5 мг/л.

Площадь утилизации отходов животноводства находится в обратной связи с дозами бесподстильного навоза, т.е. чем она меньше, тем больше приходится удобрений на 1 га. А это в свою очередь создает реальную угрозу загрязнения окружающей среды. Чтобы не допустить этого, необходимо иметь достаточную площадь сельскохозяйственных

угодий для использования всего объема бесподстильного навоза и при первой возможности практиковать внутрипочвенное его внесение, как это и делается за рубежом.

Как показала практика использования животноводческих осветленных стоков в Беларуси, при недостаточной площади для их утилизации происходит загрязнение подземных вод в зоне действия свинокомплексов (табл.3), что иллюстрируется на примере УКСХП «Боровица» Ивановского района [22].

Для очистки поверхностных и дренажных вод в зоне действия крупного свинокомплекса, под научным руководством РУП «Институт мелиорации», впервые в республике (КУСХП «Северный» Городокского района) созданы биоинженерные сооружения (БИС) на землях с расчлененным рельефом. Они объединяют основные элементы почвенной очистки (методом фильтрации) и поглощение биогенных элементов высшей водной растительностью (ВВР). БИС состоят из отстойника, пруда первой ступени очистки, прудов второй ступени очистки и биоканала. Работают сооружения в самотечном режиме. В процессе развития макрофиты извлекают из воды и грунтов не только биогенные элементы (N, P, K), но и другие макро- и микроэлементы, а также балластные и токсичные вещества, в том числе соли тяжелых металлов [23]. В процессе метаболизма и выделения во внешнюю среду физиологически активных веществ типа фитонцидов и антибиотиков, в зарослях ВВР наблюдается снижение численности условно патогенных бактерий. Там только за 6 лет функционирования БИС предотвращен сброс в водоприемник (р. Кабищанка, бассейн Западной Двины) 32 т аммония и 10 т фосфатов.

Выводы

С целью минимализации загрязнения окружающей среды в районах расположения животноводческих комплексов целесообразно выполнить следующие мероприятия:

- уменьшить выход стоков благодаря использованию менее водоемких систем навозоудаления; строго соблюдать технологию подготовки стоков к поливу, включая их обеззараживание и дегельминтизацию; наиболее перспективно здесь анаэробное

сбраживание отходов животных и получение биогаза, при утилизации которого сокращается поступление парниковых газов в атмосферу. Однако и в этом случае нельзя допускать переудобренности почв при их утилизации;

- нормы жидких органических удобрений в расчете на азот на дерново-подзолистых почвах при орошении даже многолетних трав не должны превышать 240-270 кг/га с внесением их дробными дозами под каждый укос;

- в условиях осушенных склоновых земель Поозерья целесообразно создавать биоинженерные сооружения с целью доочистки дренажного стока;

- поскольку в результате ферментации навоза увеличивается концентрация аммиака в эффлюенте, недопустим разрыв между внесением и его заделкой в почву;

- строительство новых крупных ферм требует глубокой экологической экспертизы, чтобы не допустить дальнейшего сосредоточения промышленного животноводства на ограниченной территории. При этом нужно учитывать то обстоятельство, что в четырех районах (Оршанском, Гомельском, Гродненском и Борисовском) уже имеется почти 18% поголовья свиней от всего их наличия на свинокомплексах республики. Кроме того, мощность каждого из них, как правило, не должно превышать 24 тыс. голов.

Литература

1. Агрэкологические основы и технологии использования бесподстильного навоза / Г.Е. Мерзлая, М.Н. Новиков, А.И. Еськов [и др.]. – М.: Россельхозакадемия, 2006. – 463 с.
2. Саяпин, В.П. Ветеринарно-санитарные и гигиенические аспекты использования животноводческих стоков в сельском хозяйстве/ В.П. Саяпин, Н.А. Романенко / Обзорная информ. / ВНИИТЭ-агропром. – М., 1991. – 49 с.
3. Окладников, Н.И. Санитария промышленного животноводства / Н.И. Окладников, И.С. Безденежных. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 191 с.
4. Крупные животноводческие комплексы и окружающая среда (гигиенические аспекты) / М.А. Мироненко, Д.Н. Никитин, Л.М. Федорова [и др.]; под ред. Д.Н. Никитина. – М: Медицина, 1980. – 255 с.
5. Комалова, И. Инновации в животноводстве по-датски / И. Комалова // Свиноводство. – 2010. – №1. – С. 44-47.
6. Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. НТП 17-99. – М.: М-во сель. хоз-ва РФ, 2001. – 91 с.
7. Желязко, В.И. Использование бесподстильного навоза на мелиорированных агроландшафтах Нечерноземья / В.И. Желязко, П.Ф. Тиво, Ю.А. Мажайский: Монография. – Рязань: Мещерский ф-л Всеросс. НИИ гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2006. – 304 с.
8. Крутько, С.М. Влияние использования животноводческих стоков на плодородие дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы / С.М. Крутько // Мелиорация. – 2008. – №2 (60). – С. 189-198.
9. Василев, Р. Биогаз: мировой опыт и перспективы России / Р. Василев // Технополис [Электронный ресурс]. – 2009. – №17. – Режим доступа: <http://www.technopolis21.ru/ar091709.htm>. – Дата доступа: 03.03.2010.
10. Дубровский, В.С. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов / В.С. Дубровский, У.Е. Виестур. – Рига: Зинатне, 1988. – 204 с.
11. Каминский, А.В. Ветеринарно-гигиеническая оценка навоза, переработанного в биогазовой установке / А.В. Каминский, С.С. Липницкий, М.П. Кучинский // Сельское хозяйство – проблемы

- и перспективы: сб. науч. тр. УО «Гродненский аграрный университет». – Гродно, 2004. – Т. 3. Ч. 3. – С. 102-104.
12. Панцхава, Е. Биогазовые технологии – экология, энергетика, агрохимия, рентабельность и эффективность / Е. Панцхава // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2008. – №8. – С. 58-63.
13. Визла, Р.Р. Эффективность действия сброженного навоза / Р.Р. Визла // Удобрение полевых культур в системе интенсивного земледелия. – Рига, 1990. – С. 43-59.
14. Тарасов С.И. Эффективность применения сброженного навоза крупного рогатого скота в качестве органического удобрения // Агрохимия. – 1991. – №5. – С. 96-102.
15. Еськов, А. И. Применение нативного и сброженного навоза (помета) / А.И. Еськов, С. И. Тарасов // Сотрудничество для решения проблемы отходов: материалы 5-й междунар. конф., Харьков, 2-3 апреля 2008 г. [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://waste.com.ua/cooperation/2008/theses/eskov.html>. – Дата доступа: 07.05.2009.
16. Некрасов, В. Г. Экономический эффект переработки отходов животноводства в биогазовых установках / В.Г. Некрасов // Международный агропромышленный журнал. – 1989. – №1. – С. 161-165.
17. Навицкас, К. Технология анаэробной переработки жидкого навоза и отходов пищевой промышленности / К. Навицкас, Г. Вишняукас // Агроэкологические проблемы использования органических удобрений на основе отходов промышленного животноводства: сб. докл. междунар. науч.-практич. конф. – Россельхозакадемия. – ГНУ ВНИПТИОУ, 2006. – С. 96-102.
18. Пуляев, В.Ф. Сокращение эмиссии парниковых газов при использовании биогазовых установок / В.Ф. Пуляев, Л.К. Гудкова, Т.В. Старченко // Аграрная энергетика в XXI-м веке: материалы 2-й международной науч.-техн. конф. (Минск, 27-28 ноября 2003 г.); под ред. В.И. Русана. – Минск.: УП «Технопринт», 2003. – С. 197-198.
19. Матвеева, В.И. Экологические аспекты функционирования предприятий интенсивного животноводства республики Беларусь / В.И. Матвеева, П.Ф. Тиво // Экологический вестник. – 2008. – №1. – С. 110-118.
20. Тиво, П.Ф. Эффективное использование бесподстилочного навоза / П.Ф. Тиво, С.Г. Дробот. – Мн.: Ураджай, 1988. – 166 с.
21. Леонова, Т.В. Нитраты как источник загрязнения окружающей среды / Т.В. Леонова // Химизация сельского хоз-ва. – 1990. – №10. – С. 62-66.
22. Тиво, П.Ф. Некоторые проблемы использования навозных стоков свинокомплексов // П.Ф. Тиво, Л.А. Саскевич // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. работ. – Т. 44. – Минск, 1999. – С. 309-319.
23. Технология использования жидких органических удобрений на луговых угодьях, исключая загрязнение почв и природных вод и инкрустацию солей на напорных трубопроводах / П.Ф. Тиво, В.С. Брезгунов, Л.А. Саскевич [и др.]. – Минск: РУП «Институт мелиорации и луговодства НАН Беларуси», 2005. – 65 с.

Summary

Tivo P., Krutko S., Saskevich L., Gendik N. Ecological issues of liquid manure application

Reasons analyzed of environmental pollution reasons by liquid organic fertilizers, recommendations given on improvement of soils, water and plant ecological condition in operational area of large intensive livestock units. Efficiency assessment of application of liquid manure processed in biogas units. Attention is paid to inadmissibility of application of excess doses of liquid organic fertilizers when cultivation of perennial grasses.

Поступила 22 июня 2010 г.