

УДК 631.862

ОПЫТ РЯДА СТРАН ПО УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗА И СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ АММИАКА

П.Ф. Тиво, доктор сельскохозяйственных наук

Л.А. Саскевич, старший научный сотрудник

Е.А. Бут, младший научный сотрудник

РУП "Институт мелиорации"

г. Минск, Беларусь

Аннотация

В статье дается информация по вопросам рационального использования отходов животных в качестве удобрений в некоторых зарубежных странах. Приводятся более совершенные технологии внесения жидких органических удобрений, получивших распространение на Западе. Рассматриваются причины загрязнения окружающей среды и называются приемы снижения выбросов аммиака в атмосферный воздух. Предлагается по возможности внедрять эти прогрессивные технологии развитых стран в сельскохозяйственную практику нашей республики, особенно в хозяйствах, имеющих крупные животноводческие комплексы.

Ключевые слова: зарубежные страны, аммиак, инъекция, виды животных, бобовые травы, сроки заделки навоза, дозы органических удобрений

Abstract

P.Ph. Tivo, L.A. Saskevich, E.A. But
**FOREIGN EXPERIENCE OF MANURE
UTILIZATION AND REDUCTION OF AMMONIA
EMISSIONS**

This article describes how some foreign countries use animal waste as fertilizer. Advanced technology for liquid organic fertilizing widespread in Western countries is presented. The causes of pollution and methods how to reduce ammonia emissions into the air are given. These advanced technologies proposed to be introduced in the agriculture of our country, especially in farms with large livestock complex.

Keywords: foreign countries, ammonia, injection, animal species, legume grasses, terms of manure application, dozes of organic fertilizers

Введение

При переводе животноводства на промышленную основу и бесподстилочное содержание скота недостатки органических удобрений стали все явственнее. Об этом свидетельствует сельскохозяйственный опыт не только Республики Беларусь, но и ряда других западных стран, обеспокоенных загрязнением окружающей среды аммиаком. Данной проблеме был посвящен семинар в Санкт-Петербурге, где присутствовали представители 23 государств, в том числе Беларуси. Материалы семинара опубликованы на английском и русском языках [1]. Нами в виде тезисов они излагаются применительно к отдельным странам Запада.

Как известно, в природе аммиак образуется при разложении азотсодержащего органического вещества. Промышленную технологию получения аммиака разработали и осуществили в 1913 году немецкие химики Фриц Габер и Карл Бош, получившие за свои исследования Нобелевскую премию. Аммиак – один из самых важных продуктов химиче-

ской промышленности. Большая часть получаемого в промышленности аммиака идет на производство азотной кислоты, азотных удобрений, красителей.

Вместе с тем особую тревогу вызывают аммиачные выбросы в атмосферу. По этой причине в ряде стран аммиак включен в список загрязняющих веществ. По данным Американской ассоциации охраны здоровья населения у 25 % специалистов, работающих на крупных фермах, диагностированы различного рода респираторные заболевания [2].

В Дании 96 % выбросов NH_3 связано с сельскохозяйственной деятельностью, оставшаяся доля приходится на транспорт и промышленное производство. В 2010 г. основным источником сельскохозяйственных выбросов аммиака были системы обращения с навозом (84 %). Максимальное количество выбросов NH_3 было зарегистрировано в Южной и Северной Ютландии, где животноводство является одним из основных видов деятельности.

В Дании соблюдаются самые строгие нормы внесения органических удобрений [1, 3]. Дозы навоза

КРС и свиней составляют здесь соответственно 170 и 140 кг азота на 1 га. Хозяйства договариваются с другими предприятиями, если у них не хватает своих земель для внесения органических удобрений в таких количествах.

Значительного снижения выбросов NH_3 удалось добиться благодаря активной государственной политике в области охраны окружающей среды. Что касается свиноводства, заметную роль здесь сыграло повышение степени использования азота кормов животными благодаря серьезным генетическим улучшениям и интенсивному использованию синтетических аминокислот. Все вместе это позволило снизить выделение азота (в навоз) в расчете на одну выращенную свинью примерно на 40 %.

Экологические нормативы использования навоза с течением времени ужесточились. Навоз не разрешается вносить осенью и на замерзшую почву. Поэтому навозохранилища должны в обязательном порядке иметь емкость хранения на 9-10 месяцев. Заделывать твердый навоз необходимо в течение 4 часов после внесения. Жидкий навоз нужно вносить методом инъекции на полях без растений, а также вблизи природных сред обитания независимо от вида сельскохозяйственных культур. Однако этот метод не подходит для трав.

Подкисление жидкого навоза позволяет снизить выделение аммиака при внесении на 60-70 %. Его разрешается вносить под растущие культуры с помощью гибкого шланга (особенно применительно к свиному навозу). Подкисление может проводиться в хранилищах или цистернах.

С целью уменьшения выбросов NH_3 используется воздухоочистка и строительство крытых навозохранилищ, а также использование биогазовых установок. Предполагается, что к 2020 г. 50 % всего объема бесподстильного навоза будет подвергаться обработке в метантенках [4]. Однако высокие экологические требования могут оказаться слишком дорогостоящими, что в результате может привести к переносу части производства из Дании в страны с более низкими экологическими требованиями.

В **Германии** основным источником аммиака является животноводство. В начале 90-х годов прошлого века, после объединения страны была приостановлена деятельность крупных хозяйств Восточной Германии, что привело к временному сокращению

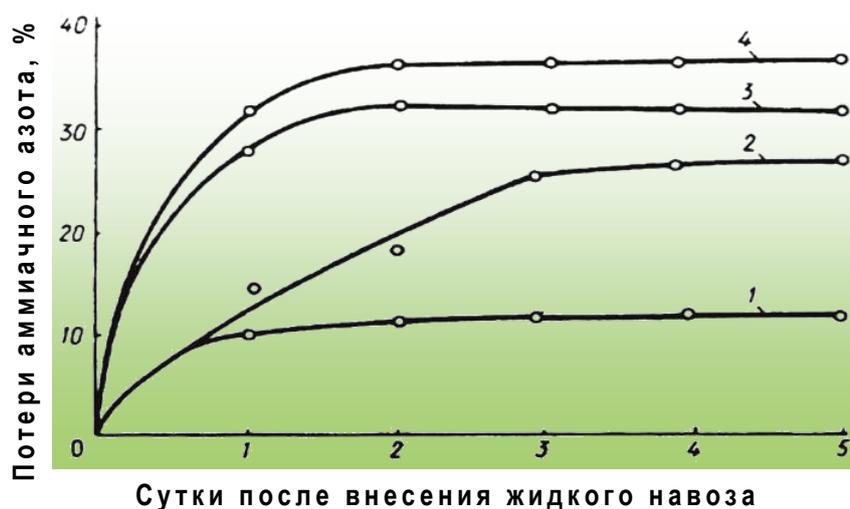
поголовья свиней и птицы. Однако за последние 20 лет отмечено снижение выбросов NH_3 , связанное, главным образом, с уменьшением поголовья КРС.

Количество КРС сократилось на 35 %, при этом снижение выбросов составило только 28 %. Это частично объясняется переходом от привязного содержания коров к беспривязному с выходом преимущественно жидкого навоза.

Во время хранения свиной жидкий навоз с низкой концентрацией сухого вещества теряет большое количество аммиака, поскольку естественная корка, которая появляется на поверхности, слишком тонкая. Здесь широко практикуется использование искусственных корок, пластиковых пленок и твердых покрытий, которые препятствуют выходу NH_3 . Пока же примерно 40 % жидкого навоза от КРС и свиней хранится в открытых хранилищах без искусственного покрытия.

В 2010 г. в Германии имелось 191 млн т жидкого навоза, большая часть которого поступила от КРС (60 %). Доля свиноводства в этом составила 20 %, 17 % жидкого навоза – остатки производства биогаза, 3 % – остальные источники. Из этого количества 132,3 млн т вносилось путем разбрасывания. Волочильные шланги, прицепной сошник, инъекция применялись соответственно на площади 41,7; 4,1; 12,6 млн га. Причем на лугопастбищных угодьях органические удобрения распределялись по площади преимущественно путем разбрасывания. В случае использования такого способа на пашне при отсутствии растений предусматривается обязательная заделка внесенного навоза в течение 4 часов или сразу после внесения. В противном случае потери азота неизбежны, особенно на песчаных почвах (рисунок 1). На лугопастбищных же угодьях инъекция жидкого навоза менее актуальна. Более того, высказываются опасения относительно возможности повреждения при этом травостоя.

В некоторых регионах с высокой интенсивностью животноводства, особенно на северо-западе Германии, во вновь построенных свинарниках требуется установка систем для очистки удаляемого вентиляционного воздуха. При этом предусматривается не только снижение выбросов аммиака, но и уменьшение неприятного запаха и частиц пыли. Чтобы достичь поставленной цели, необходимо использовать не только кислотные скрубберы, но также капельные фильтры и биофильтры.



1 – суглинистые почвы с заделкой;
 2 – песчаные почвы с заделкой;
 3 – поверхностное внесение на суглинистых почвах;
 4 – то же на песчаных почвах

Рисунок 1. – Потери аммиачного азота из жидкого навоза в зависимости от способов внесения и вида почв [5]

Нидерланды. Плотность населения страны одна из самых высоких в Европе и доходит до 450 жителей на кв. км. Площадь, отведенная под сельскохозяйственное использование, невелика и составляет всего 2 млн га (в 4 с лишним раза меньше, чем в Республике Беларусь), что обуславливает высокую плотность животных и, как следствие, большие выбросы аммиака (таблица 1).

Общие выбросы аммиака от животноводства в 2010 г. составили 95 тыс. т: 50 % пришлось на молочный скот, 23 % – на свиней. При внесении промышленных азотных удобрений количество выбросов NH_3 составило еще 10 тыс. т. Хотя установленный "потолок" по выбросам (128 тыс. т) не был превышен, это не добавляло оптимизма, тем более источник оставшихся 17 % не определен. Фактическое снижение составило лишь 4,9 %. До сих пор не ясно, как скажется упразднение молочных квот ЕС на поголовье животных и птицы, которые являются главным источником навоза.

В 2010 г. на лугопастбищных землях 56 % навоза заделывалось неглубокой инъекцией. На комбинацию неглубокой инъекции, ленточного внесения приходилось 35 % и 9 % – на поверхностное внесе-

ние. На пахотных землях первый метод применялся в 61% случаев.

Использование промышленных азотных удобрений в Нидерландах за последние 20 лет сократилось практически вдвое – с 412 тыс. т (1990 г.) до 220 тыс. т (2010 г.). За данный период снижение содержания азота в траве составило 10 г/кг.

По мнению нидерландских специалистов, решить проблему выбросов азота в атмосферу можно за счет установки в животноводческих помещениях специальных комбинированных воздушных скрубберов, которые принесут несомненную пользу особенно в регионах с высокой плотностью поголовья свиней и птицы.

Великобритания. Основными источниками выбросов NH_3 являются помещения, в которых содержится КРС. В отличие от Нидерландов, 15 % от общих выбросов азота приходится на пасущийся скот, несмотря на то, что более половины всего выделяемого азота откладывается на пастбищах.

Около 50 % навоза хранится в жидком виде в лагунах, наземных емкостях и хранилищах с "плачущими стенами" (бетонные стены с отведением влаги). Речь идет о жидком навозе КРС. Твердый

Таблица 1. – Поступление азота на сельскохозяйственные земли (кг N/га) и выбросы (кг NH_3 /га)

ПОКАЗАТЕЛЬ	ГОДЫ				
	1990	1995	2000	2005	2010
Выделение азота животными	346	340	275	239	245
в т.ч. отложено на пастбищах	94	86	62	47	37
Внесено азотных удобрений	206	203	170	40	110
Выбросы NH_3 из сельскохозяйственного сектора	167	94	72	60	53

(подстилочный) навоз хранится в буртах. Выбросы NH_3 при внесении в почву составляют 27 % от общих выбросов из животноводческой отрасли. Основная часть навоза (жидкого и твердого) разбрасывается по поверхности пахотных почв с последующей заделкой.

В молочных хозяйствах, кроме навоза, на травы вносят около 150 кг/га азотных удобрений. Из зерновых культур больше всего азота "получает" озимая пшеница (190 кг/га).

Снижение выбросов NH_3 произошло за счет сокращения поголовья животных, которое за 20 лет составило 17 % для мясного скота и 40 % – для свиней, а также содержания белка в кормах.

Около 55 % территории Великобритании считается уязвимой в отношении нитратов. Годовые потери этих соединений в результате вымывания оцениваются в 300 тыс. т азота. Выбросы оксида азота (N_2O) – парникового газа не превышают 60 тыс. т в год. Однако при учете стоимости экологического воздействия выясняется, что наибольший ущерб окружающей среде наносят NH_3 и N_2O .

Что касается минеральных азотных удобрений, особенно при использовании нитрата аммония, то здесь выбросы NH_3 незначительны (1,8 % от внесенного азота). Однако новые заводы в Великобритании производят карбамид (мочевину), при применении которого выбросы составляют 9,8 %. В связи с этим ставится задача по разработке эффективных ингибиторов, которые бы уменьшили непродуцируемые потери азота и не снижали усвоение его растениями.

Очень важно своевременно заделывать навоз в почву, чтобы избежать излишних потерь аммиака (рисунок 2).

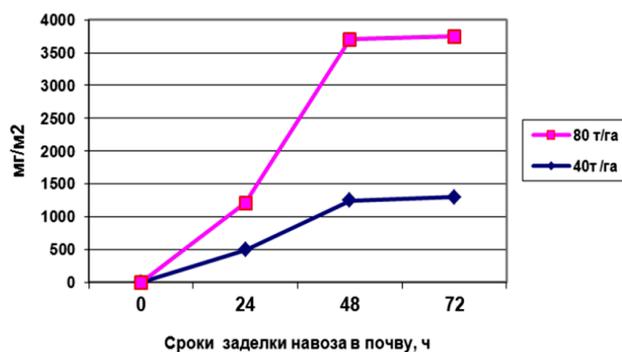


Рисунок 2. – Потери N-NH₃ (мг/м²) в зависимости от дозы внесения бесподстилочного навоза и сроков его заделки в почву, часов [1]

Ирландия. В отличие от других стран здесь преобладает пастбищное содержание крупного рогатого скота. Примерно 80 % пригодных сельскохозяйственных земель отведено под постоянные луговые угодья. Однако план развития сельского хозяйства этой страны предусматривает в ближайшие 10 лет увеличение поголовья молочных коров в ответ на либерализацию молочных квот ЕС, что сделает снижение выбросов аммиака в Ирландии еще более актуальным и требующим решения.

Национальная верхняя граница выбросов NH_3 для Ирландии составляет 116 тысяч тонн. Сельскохозяйственный сектор является источником 98,5 % выбросов аммиака, а остальное приходится на автотранспорт и бытовое сжигание угля.

Пастбищное сельскохозяйственное производство является самым важным элементом в развитии животноводства Ирландии вследствие конкурентного экономического преимущества, которое дают травы при пастбищном использовании.

На системы выращивания КРС (молочного и мясного) непосредственно приходится 75 % сельскохозяйственных выбросов аммиака, а на свиноводство и птицеводство – примерно 9,6 %. Наибольший процент принадлежит содержанию животных.

Таблица 2. – Разделение сельскохозяйственных выбросов аммиака по стадиям производства в 2010 году

СТАДИЯ ПРОИЗВОДСТВА	Доля с.-х. выбросов, %
Содержание животных	32,0
Хранение навоза	14,7
Внесение навоза на поля	23,4
Выбросы от выгульных дворов	5,9
Навоз, оставленный на пастбищах	11,7
Азот удобрений	12,3
Всего	100

В Ирландии примерно 80 % навоза, получаемого от КРС в зимний период, обрабатываются как жидкий навоз, а остальные 20 % – как подстилочный навоз.

При хранении жидкого навоза в навозохранилищах за пределами сельскохозяйственных построек его обычно не трогают до образования естественной корки, что уменьшает выбросы NH_3 примерно на 50 % по сравнению с хранилищами без корки.

Значительная часть жидкого навоза вносится с использованием метода дискового разбрызгивания (разбрасывания) с низкой траекторией. Частично он утилизируется при помощи специального распределителя или метода ленточного внесения. Подстилочный навоз либо хранится в выделенных местах, либо используется в качестве подстилки для животных, которая затем применяется для удобрения почвы. Внесение подстилочного навоза обычно происходит осенью, чтобы уменьшить загрязнение растений.

Выбросы аммиака, связанные с выпасом животных, значительно уступают выбросам из коровников, при хранении и при внесении навоза. Поэтому современная ирландская практика максимально длительного нахождения животных на выпасе оказалась эффективнее систем круглогодичного содержания животных в помещениях, которые распространены во многих европейских странах.

Повышение доли жидкого навоза, вносимого с использованием более эффективных технологий, дает возможность сократить выбросы. Исследования показали, что замена дискового разбрызгивания на внесение распределителем приводит к сокращению выбросов аммиака на 30 %, хотя является более затратной (таблица 3).

Чехия ратифицировала Гетеборгский Протокол в 1999 году. С этого момента в её сельском хозяйстве начали уделять серьезное внимание внедрению технологий по снижению выбросов аммиака для того, чтобы выполнить требования Приложения IX Гетеборгского Протокола. В законодательство Чехии была введена Директива 96/61 Еврокомиссии о комплексном предотвращении и контроле загрязнений.

Для определения данного показателя используются материалы таблицы 4, где каждая категория животных умножается на национальный коэффициент выбросов.

Таблица 3. – Дополнительные затраты на единицу продукции (C_u) и затраты на 1 кг снижения выбросов NH_3 по сравнению с базовым способом внесения дисковым разбрызгивателем

МЕТОД ВНЕСЕНИЯ	C_u (€ на m^3)	C_{NH_3} (€ на kg^{-1} снижения выбросов NH_3)
Гибкие шланги	0,59	2,00
Прицепной сошник	1,23	3,55
Поверхностная инъекция	1,91	2,76

Таблица 4. – Коэффициенты выбросов аммиака для Чехии

КАТЕГОРИЯ ЖИВОТНЫХ	Коэффициент выбросов (кг NH_3 /голову/год)			
	Содержание	Хранение	Внесение	Общие выбросы
КРС				
Твердый навоз				
Молочный скот	10	2,5	12	24,5
Нетели, быки, телята	6	1,7	6	13,7
Жидкий навоз				
Молочный скот	10	2,5	12	24,5
Нетели, быки, телята	5,5	2,5	5	13
Овцы и козы	0,3	0,03	0,1	0,43
Свиньи				
Поросята	2	2	2,5	6,5
Свиноматки	4,3	2,8	4,8	11,9
Супоросные свиноматки	7,6	4,1	8	19,7
Свиньи на откорме	3,2	2	3,1	8,3
Кролики				
Кролики на откорме	0,45	0,02	0,5	0,97
Самки кроликов	0,8	0,01	0,9	1,71
Птица				
Куры-несушки	0,12	0,02	0,13	0,27
Бройлеры	0,1	0,01	0,1	0,21
Утки и гуси	0,35	0,03	0,35	0,73
Индейки	0,35	0,03	0,35	0,73
Лошади	2,9	0,9	2,2	6,0

Вместе с сокращением поголовья сельскохозяйственных животных в Чехии снижались и выбросы аммиака (рисунок 3).

Все свиноводческие и птицеводческие хозяйства в соответствии с законодательством Европейского Союза обязаны принимать все меры по предотвращению выбросов аммиака. Эти хозяйства должны использовать только Наилучшие Доступные Технологии (НДТ). Эта практика позволяет снизить выбросы аммиака в атмосферу из животноводческих помещений как минимум на 20 %. Кроме того, в соответствии с законодательством Чехии по использованию удобрений, заделка жидкого навоза должна производиться в течение 24 часов

после внесения, независимо от размера хозяйства, что позволяет снизить выбросы аммиака как минимум на 30 %.

Все категории свиней, свиноматок и птицы получают рационы в соответствии с фазой их развития, содержащие такие аминокислоты, как лизин, метионин, треонин и триптофан. 91 % птицеводческих хозяйств используют кормовые добавки для уменьшения выбросов аммиака. При выращивании свиней кормовые добавки применяются реже. В Чехии большая часть навоза передается сторонним организациям для внесения на поля. Значительное внимание уделяется также сбраживанию отходов животных в метантенках.

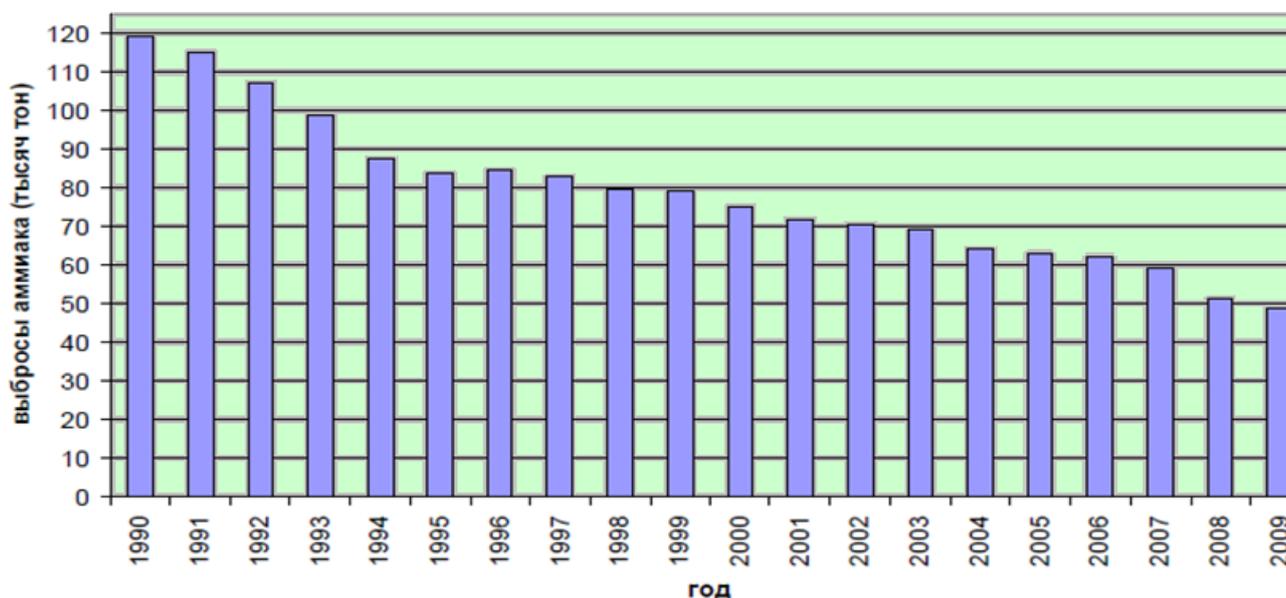


Рисунок 3. – Динамика изменения выбросов аммиака в сельском хозяйстве Чехии с 1990 по 2009 год

В **Канаде** особое внимание уделяется качеству воздуха и формированию в нем твердых частиц. Что касается аммиака, отдельное внимание уделяется лишь его окислительным свойствам.

В экологии **США**, напротив, обеспокоены эффектом от концентраций аммиака и его отложений в уязвимых экосистемах, особенно тех, в которых преобладают лишайники и мхи, например, в высокогорьях прибрежных горных массивов и в Колорадо.

Сочетание NO_x , SO_x и других кислотных газов с NH_3 увеличивает общую подкисляющую нагрузку, а формирование твердых частиц помогает переносу его на далекие расстояния.

В отличие от других загрязнителей воздуха выбросы аммиака в Канаде не снижались за последнее время. Среди выбросов сельскохозяйственными

источниками 46 % приходится на мясной КРС, 16 % – на свиней, 11 % – на молочный КРС, 5 % – на птицу и 22 % – на азотные удобрения.

Жидкий навоз производят 92 % свиноводческих ферм, 51 % – молочных, 43 % – птицеводческих предприятий яичного направления и 5 % хозяйств по выращиванию мясного скота. Остальные предприятия производят в основном твердый навоз, а в некоторых случаях полужидкий.

В Канаде нет ни нормативно-правовых актов, касающихся снижения выбросов, ни государственных систем поощрения. Тем не менее хозяйства предпринимают попытки по улучшению экологического состояния. Кроме того, их деятельность направлена на снижение затрат, связанных с потерей азота, и предотвращение неприятного запаха.

Бобовые, в особенности люцерна и клевер, высеваются на больших площадях и являются дешевым заменителем азотных удобрений, которые приходится разбрасывать по поверхности с потенциально высокими коэффициентами выбросов аммиака. В минеральных туках мочевины занимает 43 %, безводный аммиак – 24% и КАС – 17 %, часть которых, исключая безводный аммиак, вносится поверхностно. Следует отметить, что в Канаде стали возделываться сорта люцерны более устойчивые к условиям произрастания, которые не вызывают у животного вздутия желудка так же, как лядвенец рогатый и эспарцет.

Снижение концентрации сырого протеина (СП) в рационе при взрослении животных сокращает расходы на кормление. С другой стороны, богатые рационы (и улучшенная генетика) в молочном животноводстве увеличили надой молока от каждой коровы. В этой ситуации уменьшение количества коров даже с более низкой продолжительностью жизни, привело к значительному снижению общих выбросов от молочного сектора в Канаде.

По мнению специалистов, выбросы кишечного метана от животных на выпасе в настоящее время вызывают беспокойство и привлекают большое международное внимание.

Хотя большинство хозяйств разбрасывают навоз, наблюдается заметное распространение технологий с низкими выбросами (ленточное внесение, неглубокая и глубокая инъекция). Однако на осушенных почвах высок риск вымывания элементов питания растений при инъекции жидкого навоза.

Другим усложняющим фактором для сохранения аммиака является то, что в некоторых частях страны навоз, особенно жидкий от молочного скота, вносится под люцерну, так как она является доминирующей (экономящей азотные удобрения) фуражной культурой. Люцерна относительно невосприимчива к внесенному азоту, поэтому экономическая выгода от снижения выбросов низка, и риск вымывания азота при внесении навоза высок.

Увеличиваются выбросы от компостирования навоза, осуществляемого с целью уменьшения объема его внесения. Увеличению выбросов способствует также переработка навоза (с подсушиванием), направленная на производство подстилки для КРС. Внесение же сброженного органического осадка

нейтрально с точки зрения выбросов (ни увеличивает, ни уменьшает их по сравнению с обычным жидким навозом).

Повышают выбросы аммиака минимальная обработка почвы, беспривязное содержание коров, снижают – возделывание бобовых культур, специальные добавки, уменьшение протеина в рационах животных, оптимизация доз внесения азота с учетом его баланса в почве.

Усиленное внимание к аммиаку со стороны Агентства по охране окружающей среды США и недавнее завершение национального проекта по изучению и мониторингу выбросов в атмосферу (NAEMS) могут повлиять на дальнейшую формулировку директив касательно вопросов азота, которые, несомненно, затронут и Канаду.

Выводы

Имеющиеся технологии за рубежом в какой-то степени могли бы найти применение и в нашей стране. Ведь положение с утилизацией навоза пока оставляет желать лучшего. Особенно тревожит ухудшение его качества. В ряде случаев он становится источником жизнеспособных семян сорных растений. Неблагоприятно бесподстилочный навоз в избыточных дозах сказывается на качестве урожая и природных водах. В то же время при умелом использовании от навоза немалая польза. Недаром в Нидерландах наблюдается тенденция отказа от применения минеральных азотных удобрений. А ведь раньше их ставили в пример, как страну с самой интенсивной химизацией земледелия. Но в любом случае совместное применение органических и минеральных удобрений более эффективно в отношении плодородия почв и продуктивности возделываемых культур.

Наиболее перспективно анаэробное сбраживание бесподстилочного навоза, которое обеспечивает получение не только биогаза, но и экологически чистых органических удобрений без болезнетворных микроорганизмов, жизнеспособных семян сорных растений и неблагоприятного запаха стоков. Нужно иметь в виду, что для метантенков подходит лишь твердая фракция, которая составляет около 12 % от всего объема стоков крупного свиного комплекса, где влажность стоков достигает 97-98 %. Поэтому разговоры о том, что с помощью биогазовых установок можно коренным образом изменить экологическую ситуацию, пока преждевременны и слишком

оптимистичны. Необходим в данном случае комплекс мероприятий, включающий получение биогаза.

Будет способствовать экологизации земледелия и стимулирование работ по рациональному использованию бесподстилочного навоза с учетом при-

родоохранного эффекта, как это сделано в Белгородской области Российской Федерации. Там сельскохозяйственным организациям доплачивается по 60 рублей за каждый кубический метр свиностоков, заделанный в почву инжектированием [6].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ammonia workshop 2012 Saint Petersburg. Abating ammonia emissions in the UNECE and EECCA region. – Bilthoven, 2014. – 466 p.
2. Семенов, И. Не только огромная прибыль / И. Семенов // Агробизнес-Россия. – 2005. – № 8. – С. 95.
3. Папцов, А. Г. Современные тенденции в экономике свиноводства в Дании / А. Г. Папцов, Т. В. Бирюкова // Экономика и организация сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2012. – № 11. – С. 64-67.
4. Комалова, И. Инновации в животноводстве по-датски / И. Комалова // Свиноводство. – 2010. – № 1. – С. 44-47.
5. Производство грубых кормов : в 2-х кн. / Под общ. ред. Д. Шпаара. – Торжок : ООО "Вариант", 2002. – Кн. 1. – 360 с.
6. Югай, А. Стимулирование работ по восстановлению плодородия сельскохозяйственных земель России / А. Югай // Аграрная экономика. – 2015. – № 6. – С. 52-61.

Поступила 6.03.2017