

**Европейская экономическая комиссия**

Исполнительный орган по Конвенции
о трансграничном загрязнении воздуха
на большие расстояния

**Рамочный кодекс Европейской экономической комиссии
Организации Объединенных Наций для надлежащей
сельскохозяйственной практики, способствующей
сокращению выбросов аммиака***Резюме*

На своей тридцать третьей сессии (Женева, 8–11 декабря 2014 года) Исполнительный орган по Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния принял Рамочный кодекс Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций для надлежащей сельскохозяйственной практики, способствующей сокращению выбросов аммиака (Рамочный кодекс по аммиаку) и поручил секретариату выпустить его окончательный вариант на трех официальных языках Комиссии.

Содержащийся в настоящем документе Рамочный кодекс по аммиаку заменяет предыдущий вариант Кодекса (EB.AIR/WG.5/2001/7) и учитывает самые последние научные знания и опыт в области борьбы с выбросами аммиака, описание которых приводится в недавно вышедшем обновленном варианте руководящего документа по предотвращению и сокращению выбросов аммиака из сельскохозяйственных источников (ECE/EB.AIR/120). Его цель заключается в представлении Сторонам Конвенции легко усваиваемой информации о видах надлежащей практики, которые необходимы для сокращения выбросов аммиака из сельскохозяйственных источников.

Настоящий документ носит исключительно рекомендательный характер и не является предписывающим комплексом мер для принятия в полном объеме; в случае поступления соответствующих данных страны могут рассматривать альтернативные и новые меры и технологии. Рамочный кодекс по аммиаку предназначен для оказания поддержки Сторонам в разработке или обновлении их национальных рекомендательных кодексов надлежащей сельскохозяйственной практики для ограничения выбросов аммиака в соответствии с требованиями приложения IX к Протоколу о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном 1999 года с поправкой, внесенной в него в 2012 году.



Настоящий документ был подготовлен Целевой группой по химически активному азоту, которая использовала с этой целью свою Группу экспертов по сокращению выбросов азота из сельскохозяйственных источников.

Содержание

	<i>Пункты</i>	<i>Стр.</i>
I. Управление потоками азота с учетом полного азотного цикла	1–11	5
A. Введение	1–3	5
B. Элементы эффективного управления потоками азота	4–5	6
C. Средства для оптимизации управления потоками азота	6–11	6
II. Стратегии кормления скота	12–23	8
A. Введение	12–15	8
B. Методы уменьшения содержания азота в экскрементах	16	8
C. Свиноводство и птицеводство	17–19	9
D. Жвачные животные	20–23	9
III. Системы содержания сельскохозяйственных животных, обеспечивающие низкий уровень выбросов	24–41	11
A. Введение	24–26	11
B. Методы уменьшения выбросов в помещениях для содержания крупного рогатого скота	27–32	12
C. Система содержания свиней с образованием навозной жижи	33–34	13
D. Системы содержания свиней с использованием соломенной подстилки	35–37	15
E. Методы уменьшения выбросов в птичниках	38–41	15
IV. Системы хранения навоза, обеспечивающие низкий уровень выбросов	42–53	17
A. Введение	42	17
B. Хранение навозной жижи и других жидких видов навоза	43–53	17
V. Методы внесения навоза, обеспечивающие низкий уровень выбросов	54–65	22
A. Введение	54–55	22
B. Методы внесения в почву навозной жижи и других видов жидкого навоза, обеспечивающие низкий уровень выбросов	56–61	22
C. Методы внесения твердого навоза, обеспечивающие снижение уровня выбросов	62–63	24
D. Практические соображения	64–65	25
VI. Ограничение выбросов аммиака при использовании минеральных удобрений	66–77	28
A. Введение	66–67	28
B. Мочевина	68–72	29
C. Уменьшение выбросов аммиака при использовании мочевины	73	30
D. Сульфат аммония и фосфат аммония	74–75	30
E. Уменьшение выбросов аммиака из минеральных удобрений на основе аммиака	76	31
F. Бикарбонат аммония	77	31

Таблицы

1. Ориентировочные целевые уровни содержания протеина (%) в сухих кормах со стандартным содержанием сухого вещества (СВ) в размере 88% для стойловых животных в зависимости от категории 10
2. Эффективность и применимость методов борьбы с выбросами аммиака при хранении навозной жижи. 19
3. Практические соображения при выборе методов борьбы с выбросами аммиака в процессе внесения навоза в почву 27

Вставка

- Методы внесения жидкого навоза: инжекторы и ленточные разбрасыватели 32

I. Управление потоками азота с учетом полного азотного цикла

A. Введение

1. Азот (N) вместе с другими биогенными веществами играет важную роль в росте растений, и его достаточное количество необходимо для обеспечения оптимальной урожайности сельскохозяйственных культур. Выбросы азота в секторе сельского хозяйства происходят различными путями, включая выщелачивание и смывание нитратов и органического азота в воду и газообразные выбросы. С точки зрения роли сельского хозяйства в загрязнении воздуха наибольшую озабоченность вызывают аммиак (NH_3) и закись азота (N_2O), представляющая собой парниковый газ. Хотя настоящий Рамочный кодекс в основном касается выбросов NH_3 , эти выбросы взаимосвязаны с другими процессами преобразования, потери и усвоения азота сельскохозяйственными растениями и должны рассматриваться в совокупности. Поэтому, важно учитывать весь азотный цикл при разработке эффективных стратегий для:

- a) минимизации загрязнения водных ресурсов и атмосферы;
- b) оптимизации использования N в растениеводстве;
- c) учета воздействия мер по ограничению выбросов NH_3 на другие потери N.

2. По большей части усваиваемый растениями N в твердом или жидком навозе находится в форме аммиачного азота, который может непосредственно заменять минеральные удобрения. Выбросы NH_3 из органических и неорганических удобрений представляют собой потерю ценного N и тем самым увеличивают потребность в коммерческих удобрениях для повышения урожайности. По этой причине основные обязательства и приложение IX к Протоколу о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном 1999 года (Гётеборгский протокол) к Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния требуют от каждой Стороны должным образом учитывать необходимость сокращения потерь NH_3 во всем азотном цикле. В сельском хозяйстве это относится в основном к животноводству, производству зерновых и смешанным системам ведения сельского хозяйства. В частности, Протокол содержит рекомендации для Сторон относительно определения наилучших имеющихся вариантов сокращения выбросов NH_3 в сельском хозяйстве в руководящем документе о предотвращении и сокращении выбросов аммиака из сельскохозяйственных источников (Руководящий документ по аммиаку) (ECE/EB.AIR/120).

3. Основными источниками выбросов NH_3 являются жидкий и твердый навоз, образующиеся в процессе стойлового содержания скота, и применяемые азотные удобрения, а также, в меньшей степени, моча пастбищных животных и сельскохозяйственные культуры. Выделение аммиака из навоза происходит в животноводческих помещениях, из навозохранилищ и при внесении навоза в почву. Поскольку выбросы происходят последовательно, доля уменьшения выбросов NH_3 в результате мер, используемых на каждом этапе производства, является составной, а не суммированной. Это также означает, что меры по сокращению выбросов NH_3 на раннем этапе (т.е. в животноводческих помещениях и при хранении) должны сопровождаться мерами на более позднем этапе (т.е. при внесении навоза в почву), чтобы в полной мере воспользоваться результатами уменьшения выбросов на раннем этапе и не утратить их в дальнейшем. Во многих случаях оптимизированное внесение навоза в почву и стратегии кормления скота открывают наиболее широкие возможности для сокращения выбросов с точки зрения затратоэффективности.

В. Элементы эффективного управления потоками азота

4. Управление потоками азота значительно варьируется в регионе Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций (ЕЭК), а соответственно разнятся и выбросы NH_3 . В целом, выбросы азота имеют тенденцию к снижению в тех случаях, когда:

а) все источники азота на ферме подвергаются регулированию с учетом в полной мере перспектив «всей фермы» и «всего азотного цикла»;

б) используемые количества азота соответствуют потребностям растущих растений и животных, в том числе особенностям местных пород/сортов, почвенных условий, климата и т.д.;

в) в качестве аспектов рационального хозяйствования, нацеленного на достижение высокой продуктивности, в практически возможной степени сводятся к минимуму другие ограничивающие факторы производства (такие, например, как другие ограничения в отношении биогенных веществ, вредители, стресс);

г) источники азота хранятся эффективным образом, своевременно используются в дальнейшем и применяются с использованием правильных методов, в надлежащих количествах и в соответствующих местах;

е) все значительные каналы потерь азота рассматриваются комплексно для обеспечения того, чтобы принимаемые меры не имели непредвиденного побочного воздействия.

5. Использование всех источников N в хозяйстве должно быть тщательно спланировано, а количество используемого N не должно превышать потребности растений или скота. Необходимо принимать во внимание все каналы потерь: например, сохранение NH_3 после внесения навоза в почву может повысить выщелачивание при превышении оптимального количества N для питания растений. Применяемые количества и потери могут быть уменьшены за счет достижения более точного соответствия содержания азота в кормах потребностям животных. Принятие мер по сокращению выбросов NH_3 после внесения навоза и удобрений будет также непосредственно способствовать эффективному управлению за счет сохранения N для усвоения растениями. В странах, ограничивающих ежегодный объем внесения N, меры по ограничению выбросов NH_3 после внесения навоза и удобрений открывают возможности для повышения урожайности и концентрации белка.

С. Средства для оптимизации управления потоками азота

6. Обеспечение надлежащего управления потоками азота на фермах является сложной задачей, для решения которой требуются знания, технологии, опыт, планирование и мониторинг. Инструменты для прогнозирования оптимальных норм внесения минеральных удобрений и расчета азотного баланса и эффективности использования азота (ЭИА) являются ценными средствами для регулирования в отношении азота на фермах. Хотя принятые конкретные подходы должны согласовываться с размером соответствующей фермы, существуют надлежащие меры, приемлемые для всех типов хозяйств.

7. Рекомендации по внесению удобрений, основанные на результатах тестирования почв и сельскохозяйственных культур, дают ориентировочные значения потребностей в питательных веществах сельскохозяйственных культур и пастбищ, что гарантирует невнесение излишних количеств удобрений, поскольку это ведет к увеличению выбросов. Такие методы, фертигация (внесение удобрений с

поливной водой) также могут способствовать сокращению выбросов за счет потенциального уменьшения нормы внесения удобрений. Рекомендации по использованию удобрений калибруются под местные условия и экономические соображения и поэтому рассчитываются в большинстве стран на национальном или региональном уровне. Это помогает фермерам соответствующим образом дозировать внесение навоза, других органических добавок и минеральных удобрений для оптимизации выхода продукции и избежания излишков питательных веществ. Тем не менее эта технология все еще недостаточно точна и является активной областью исследований во многих странах. Тестирование на фермах может оказаться весьма полезным.

8. Инструменты для расчета азотного баланса основаны на сопоставлении поступающего N и выводимого N. Баланс «вход–выход» по азоту (так называемый баланс «у ворот хозяйства») представляет собой общее количество – на уровне фермерского хозяйства – азота, поступающего в хозяйство (удобрения, корма, подстилка, выделения животных, а также фиксация азота овощными культурами и атмосферное осаждение азота), минус весь выход азота в продуктах (сельскохозяйственные культуры, животные продукты, навоз) из хозяйства. «Полевой баланс» является общей суммой поступления азота в поле, включая навоз и удобрения (в том числе фиксация N, осаждение и орошение), минус заготовленные продукты, такие как зерно, фураж или фрукты. Во всех балансах азота разница между поступлением и выходом азота может быть положительной (избыток) или отрицательной (дефицит). Избыток N является показателем давления на окружающую среду, в то время как дефицит указывает на истощение питательных веществ; оба они выражаются в килограммах (кг) азота на гектар (га) в год.

9. Общее количество выведенного азота, поделенное на общее количество введенного азота, составляет ЭИА (соотношение количества поступления азота с выходом азота, выраженное в кг на кг). Следует обратить внимание на то, что выход растительной или животной продукции по отношению к введенному азоту обеспечивает еще одно важное измерение ЭИА. Помимо этого показателя следует тщательно образом учитывать воздействие, которое оказывают на окружающую среду общие выбросы N из сельскохозяйственных систем.

10. Уменьшение избытка азота и увеличение ЭИА в течение определенного количества лет указывают на улучшение управления потоками азота. В этом контексте рекомендуется использовать период в пять лет как подходящий период оценки. Управление потоками азота может совершенствоваться до достижения уровня «наилучшей практики управления». И избыток азота, и значения ЭИА могут быть использованы для оценки функционирования хозяйств в сопоставлении друг с другом или для сравнения с образцовыми хозяйствами. Тем не менее для различных видов хозяйств характерны различные значения ЭИА и избытка N. Инструменты для расчета баланса и ЭИА имеются во многих странах.

11. Широкий спектр вариантов сокращения выбросов NH_3 представлен в следующих разделах, в которых эффективность, как правило, описывается в виде процентного сокращения по сравнению с эталонным методом. В целом же, если все сокращения выбросов представляют собой полезный вклад, то достижение 30-процентного сокращения выбросов из многокомпонентного источника может рассматриваться в качестве приемлемого исходного уровня эффективности для передовой практики. Существует много других доступных методов, обеспечивающих более амбициозные возможности сокращения выбросов.

II. Стратегии кормления скота

A. Введение

12. Сокращение выбросов из кормового компонента требует использования правильных методов ведения животноводства, таких как:

- a) правильно сбалансированная диета с учетом потребностей животных;
- b) хорошее состояние здоровья и благополучие животных;
- c) надлежащая организация среды содержания животных;
- d) правильные навыки ухода за скотом;
- e) соответствующая генетика.

13. Обеспечение того, чтобы сельскохозяйственным животным не скармливалось больше белка, чем требуется для целевого уровня производства, может уменьшить выведение N с экскрементами на единицу скота и на производственную единицу. Это должно включать максимизацию доли белка в рационе, которая может быть усвоена, и минимизацию фракции, которая усвоению не поддается. Уменьшение количества N в навозе уменьшит не только выбросы NH_3 на всех этапах существования навоза, но также и другие возможные выбросы N (выщелачивание, денитрификация). Выведение N с экскрементами у различных категорий скота сильно зависит от производственной системы. Следовательно, стандартные значения экскреции следует рассчитывать на национальном или региональном уровнях.

14. Избыток белка в кормовых рационах сельскохозяйственных животных выводится главным образом в виде мочевины (мочевая кислота в помете птицы). Эти соединения быстро разлагаются на NH_3 и аммоний, характеризующийся высокой способностью к эмиссии. Уменьшение содержания белка в кормах будет уменьшать количество N в экскрементах и долю неорганического азота, тем самым влияя на общее количество неорганического азота, выводимого из организма (т.е. общее количество аммиачного азота в экскрементах). Поскольку оптимизация рациона питания ведет к изменению общего объема азота, поступающего в этот поток, она открывает многообещающие возможности для сокращения выбросов аммиака. Кроме того, борьба с выбросами является эффективной на всех дальнейших этапах обращения с навозом (содержание скота, хранение, обработка, внесение в почву).

15. Даже при оптимальных условиях из сельскохозяйственных животных с фекалиями выводится более половины содержащихся в корме белков в виде различных азотных соединений. Как правило, почти для всех классов сельскохозяйственных животных и систем животноводства характерно избыточное содержание белков в кормах, уменьшение которого могло бы позволить уменьшить содержание N в экскрементах.

B. Методы уменьшения содержания азота в экскрементах

16. В целях уменьшения содержания азота в экскрементах сельскохозяйственных животных можно использовать следующие общие методы:

- a) уменьшение избыточного содержания белка в кормовом рационе, с тем чтобы белковое содержание не превышало значений, указанных в действующих рекомендациях по кормлению. В таблице 1 приведены ориентировочные целевые

уровни для содержания сырого белка (СБ) в рационе различных видов скота и на разных этапах производства;

б) более точный расчет состава кормового рациона в соответствии с потребностями отдельных сельскохозяйственных животных, например, в соответствии с фазой лактации, возрастом и весом животных, и т.д.;

с) уменьшение содержания сырого белка в кормовом рационе путем оптимизации содержания аминокислот. Для животных, имеющих однокамерный желудок, необходимое количество аминокислот можно регулировать с помощью добавления в кормовой рацион аминокислот в чистом виде или путем применения комбинирования различных белковых кормов;

д) достижение более высокого уровня ЭИА путем повышения продуктивности животных (надой молока, темпы роста, эффективность конверсии кормов и т.д.), с тем чтобы снизить долю от общей белковой потребности, необходимую для поддержания нормального физиологического состояния.

С. Свиноводство и птицеводство

17. Что касается свиней, то экскрецию азота можно уменьшить путем более точной корректировки кормового рациона в соответствии с конкретными потребностями на различных этапах роста животных и производства. Это может быть достигнуто путем:

а) недопущения превышения рекомендуемого уровня содержания белка в кормах или кормовом рационе;

б) применения различных кормовых рационов для кормящих и супоросных свиноматок;

с) применения различных рационов на различных этапах роста откормочных свиней (фазовое кормление);

д) учета изменчивости предлепокишечной (или илеальной) усвояемости СБ и отдельных аминокислот в ходе кормления или в интервалах.

18. Наряду с вышеуказанными методами, уровень содержания белка в кормовых рационах свиней можно снизить путем оптимизации содержания важнейших аминокислот, а не сырого белка. Эту задачу можно решить путем добавления в кормовой рацион аминокислот в чистом виде, в частности лизина, метионина и треонина. Даже если применение таких методов приводит к некоторому удорожанию кормов, эти методы относятся к наиболее экономичным мерам сокращения выбросов NH_3 .

19. В секторе птицеводства методы сокращения экскреции азота в целом являются такими же, что и в свиноводстве.

Д. Жвачные животные

20. Для жвачных животных избыток белка и экскреция азота в значительной степени зависят от доли травы, силоса, сена, злаковых культур и концентратов в рационе, а также от белкового содержания этих кормов. Избыточное содержание СБ и соответствующая экскреция азота и выбросы NH_3 достигают максимума для состоящих только из злаковых культур летних рационов на основе молодых, интенсивно удобренных трав или бобово-злаковых смесей. В таких случаях расчет рациона в соответствии с энергетическими потребностями животных неизбежно

приводит к значительному избытку белка. Для исправления такого положения можно использовать следующие методы:

- a) предупреждение передозировки азотных удобрений на пастбищах;
- b) улучшение энергетического и белкового баланса кормов путем:
 - i) замены определенного количества свежих трав грубыми кормами с меньшим содержанием белков (кукурузный силос, сено, собранное на поздних стадиях зрелости, солома и т.п.);
 - ii) использования более зрелых трав (более длительные интервалы между скашиванием) или рационирование количества травы и более высокоэнергетических концентратов и обеспечения соответствующего количества нерасщепляемого в рубце протеина. Вместе с тем, в системах животноводства, преимущественно основанных на выпасе скота, возможность применения этого метода зачастую ограничена ввиду отсутствия дальнейшей возможности гарантировать полное использование выращиваемых трав (в условиях ограничения производства, например введения молочных квот), а также из-за нарушения баланса питательных веществ на фермах.

21. Сократить выбросы NH_3 при содержании жвачных животных можно также путем увеличения времени, отводимого под выпас, поскольку значительная часть мочи просачивается в почву до того, как разлагается мочевина и образуются выбросы аммиака. Вместе с тем общая N-эффективность систем выпаса зачастую является ниже, чем при скашивании пастбищных угодий из-за неравномерного распределения экскрементов. Возможности выпаса скота обычно ограничены климатическими и почвенными условиями, а также структурой хозяйства. В некоторых странах в течение года может требоваться минимальный период выпаса для поддержания нормального физического состояния животных.

22. Одним из методов сокращения экскреции и потерь N в пересчете на единицу продукции является повышение эффективности усвоения корма путем увеличения надоев. Увеличение числа лактаций на корову может также снизить выбросы NH_3 в расчете на единицу производимого молока на протяжении жизни животного.

23. Преобразование азота травы и бобовых в белок жвачных животных может быть улучшено путем поддержания качества СБ при силосовании корма на зиму. Минимизация деградации чистого белка в силосе может быть достигнута путем:

- a) силосования травы как можно быстрее после скашивания;
- b) удаления кислорода из места хранения силоса как можно скорее после заполнения;
- c) исключения теплового повреждения.

Таблица 1

Ориентировочные целевые уровни содержания протеина (%) в сухих кормах со стандартным содержанием сухого вещества (СВ) в размере 88% для стойловых животных в зависимости от категории

<i>Виды</i>	<i>Категория</i>	<i>Этап производства</i>	<i>Среднее содержание СП в кормах животных</i>
Крупный рогатый скот	Молочные коровы	Ранняя лактация	15–16
	Молочные коровы	Поздняя лактация	12–14
	Замена (телки)		12–13

<i>Виды</i>	<i>Категория</i>	<i>Этап производства</i>	<i>Среднее содержание СП в кормах животных</i>	
Свиньи	Откорм	Телята (производство телятины)	17–19	
		Говядина < 3 месяцев	15–16	
		Говядина > 6 месяцев	12	
	Поросята	< 10 кг	19–21	
		< 25 кг	17–19	
		Свиньи на откорме	25–50 кг	15–17
			50–110 кг	14–15
			110–170 кг	11–12 (с определенными аминокислотами, такими как лизин и триптофан) 13–14 (без специфических аминокислот)
		Свиноматки	Беременность	13–15
	Лактация		15–17	
Птица	Бройлеры	Стартовый	20–22	
		Рост	19–21	
		Финишный	18–20	
	Несушки	18–40 недель	15,5–16,5	
		40+ недель	14,5–15,5	
	Индейки	<4 недель	24–27	
		5–8 недель	22–24	
		9–12 недель	19–21	
		13+ недель	16–19	
		16+ недель	14–17	

Ш. Системы содержания сельскохозяйственных животных, обеспечивающие низкий уровень выбросов

А. Введение

24. Содержание сельскохозяйственных животных наряду с внесением навоза в почву является одним из основных источников выбросов NH_3 в сельском хозяйстве. Для всех типов животноводческих помещений при определении плотности содержания сельскохозяйственных животных необходимо учитывать требования правил обеспечения нормального физиологического состояния животных. Рациональное использование площади фермы может способствовать сокращению выбросов NH_3 и других форм загрязнения. Реконструкция помещений для содержания скота в соответствии с требованиями защиты животных может привести к увеличению выбросов NH_3 (связано с увеличением площади на одного животного). Благодаря возможности совместного несения расходов принятие таких мер представляется удобным случаем для внедрения методов с низким уровнем выбросов аммиака, что позволяет снизить затраты по сравнению с модернизацией технологий. Таким образом, с помощью данного подхода можно обеспечить, чтобы меры по улучшению условий содержания животных не сопровождались увеличением выбросов NH_3 .

25. Существует ряд методов сокращения выбросов, которые варьируются как по своей стоимости – от высокой до крайне незначительной, – так и по степени их применимости к различным системам содержания сельскохозяйственных животных.

26. Для обеспечения сокращения выбросов NH_3 следует придерживаться нескольких общих принципов содержания скота:

а) все места содержания скота (активность, лежание, моцион) как внутри, так и вне помещений должны быть сухими и чистыми;

б) обеспечение минимального соприкосновения поверхности навоза с воздухом в навозосборниках (например, за счет использования частично решетчатых полов и наклонных стенок навозосборников);

в) быстрое разделение и удаление навоза и мочи, что может способствовать ограничению выбросов аммиака;

г) поддержание как можно более низкой скорости потока и температуры воздуха над поверхностями, загрязненными экскрементами (без уменьшения общей вентиляции), кроме случаев сушки навоза, например путем охлаждения поступающего воздуха или, в случае естественной вентиляции, с учетом господствующего направления ветра;

д) предоставление животным функциональных мест для лежания/сидения, кормления, дефекации, моциона (относится только к свиньям);

е) очистка отработанного воздуха в случае искусственно вентилируемых зданий.

В. Методы уменьшения выбросов в помещениях для содержания крупного рогатого скота

27. Содержание в боксах является наиболее распространенной системой размещения скота и рассматривается в качестве базовой. В некоторых странах молочный скот по-прежнему содержится на привязи; однако такое содержание не рекомендуется по соображениям гуманного отношения к животным и охраны их здоровья, если только животные не выводятся на прогулку ежедневно.

28. Добиться уменьшения выбросов NH_3 из зданий с естественной вентиляцией, используемых для размещения скота, непросто. Некоторые возможности открывает, как указано в разделе II, изменение кормовых рационов животных. В некоторых животноводческих помещениях можно использовать системы, предусматривающие частую уборку с помощью соскабливания и смыва. Применение воды уменьшает выбросы, но увеличивает объем подлежащей хранению и обработке навозной жижи. Проводятся исследования относительно возможности сокращения выбросов в зданиях с естественной вентиляцией путем уменьшения скорости потока воздуха над эмитирующей поверхностью (путем внесения изменений в расположение вентиляционных отверстий, применения ветрозащитных сеток и т.п.) без реконструкции общей системы вентиляции, но эта работа только начинается, и никаких рекомендаций до сих пор не сделано.

29. В зданиях с традиционным щелевым полом за счет формирования оптимального микроклимата в помещениях на основе теплоизоляции крыши и/или использования автоматически регулируемой системы естественной вентиляции можно добиться умеренного сокращения выбросов (20% по сравнению с обычной системой) в результате снижения температуры (особенно летом) и скорости воздухообмена.

30. Для систем беспривязного содержания скота на соломенной подстилке увеличение количества соломы в расчете на одно животное может снизить выбросы NH_3 из животноводческих помещений и при хранении навоза. Требуемое количество соломы зависит от породы, системы кормления, системы содержания скота и климатических условий.

31. Не существует доказательств значительно бóльших выбросов из животноводческих помещений с хорошо отлаженными системами использования соломы по сравнению с системами на основе навозной жижи, при условии что площадь, приходящаяся на одно животное, является одинаковой. Необходимы дополнительные исследования по соотношению выбросов в этих системах. Использование систем на основе соломы является более трудоемким, чем систем на основе навозной жижи.

32. Для уменьшения выбросов NH_3 из помещений, где содержится молочный и мясной скот, могут быть использованы следующие подходы, но могут потребоваться дополнительные оценки, указываемые ниже:

а) надлежащие условия содержания, например обеспечение максимальной чистоты проходов и загонов для животных, могут способствовать сокращению выбросов NH_3 на большинстве ферм;

б) система "рифленого пола" для содержания молочного и мясного скота, в которой используются "зубчатые" скребки, движущиеся по рифленому полу, – надежный метод сокращения выбросов NH_3 . Желобки должны быть снабжены отверстиями для стока мочи. Сокращение выбросов NH_3 на 25% и до более чем 40% по отношению к обычной системе может быть достигнуто, при условии что соскабливание производится достаточно регулярно;

в) добавление кислоты к смывной воде может значительно уменьшить выбросы NH_3 из зданий. Необходимо проведение дальнейших оценок.

С. Система содержания свиней с образованием навозной жижи

33. В случае планчатых полов следующие методы могут способствовать борьбе с выбросами:

а) *уменьшение площади поверхности планчатого пола*, например путем применения частично планчатых полов. Конструкция пола должна обеспечивать максимальное стекание навоза и мочи в навозосборные каналы. На участках со сплошным покрытием пола необходимо предусматривать возможность для стока мочи в мочесборники (например, пол с небольшим наклоном). Необходимо частое удаление навозной жижи из навозосборников в соответствующие хранилища за пределами свинарника. Эту задачу можно решить с помощью скребков или вакуумной системы, смыва водой, использования необработанного жидкого навоза (с содержанием сухого вещества менее 5%) или сепарации навозной жижи. На частично планчатом полу, составляющем 50% всей площади пола, в целом выделяется на 15–20% меньше NH_3 , особенно если планки изготовлены из металла или покрыты пластиком и навоз прилипает к ним меньше, чем к бетону;

б) *сокращение площади контактной поверхности навозной жижи под планчатым полом*, например путем устройства навозосборников с наклоненными вовнутрь стенками, т.е. навозосборник является более узким в нижней части, чем в верхней. Стенки должны быть изготовлены из гладкого материала, предупреждающего прилипание навоза. Сокращение площади выбросов за счет мелких V-образных лотков (максимальная ширина 60 см, глубина 20 см) может сократить выбросы в свинарниках на 40–65% в зависимости от категории свиней и наличия

частично планчатого пола. Лотки следует промывать два раза в день жидкой (разжиженной) фракцией навоза, а не водой. Для подсосных свиноматок сокращение выбросов на 65% может быть достигнуто за счет сокращения площади выбросов посредством устройства поддона под планчатым полом загона. Поддон представляет собой второй пол с уклоном (по меньшей мере, 3°) со стоком для навоза в самой нижней точке;

с) *охлаждение навозной жижи*. В существующих типах животноводческих помещений температура навозной жижи в навозосборниках может быть снижена путем прокачки охлаждающего агента (например, грунтовой воды) через охлаждающие ребра, плавающие в навозной жиже (в некоторых странах или регионах может запрещаться рециркуляция грунтовых вод). Поверхностное охлаждение навоза теплоотводящими радиаторами замкнутой теплообменной системы может обеспечить сокращение выбросов на 45–75% в зависимости от категории животных. Этот метод является самым экономичным, если отобранное тепло использовать для обогрева других объектов, например свинарников для поросят-отъемышей;

д) *подкисление навозной жижи*. Сокращения выбросов NH_3 можно достичь за счет подкисления навозной жижи для сдвига химического баланса с NH_3 в сторону NH_4^+ . Навоз (особенно жидкая фракция) собирается в резервуар с подкисленной жидкостью (обычно это серная кислота, но могут использоваться и органические кислоты), поддерживающей pH ниже 6. При содержании поросят наблюдалось сокращение выбросов на 60%. Однако использовать химические вещества в помещениях для животных можно только при соблюдении всех медицинских норм и правил безопасности;

е) *улучшение поведения животных и конструкции боксов*. Поведение животных может быть улучшено путем предоставления свиньям функциональных зон для той или иной деятельности. Например, боксы с частично планчатым полом должны быть устроены таким образом, чтобы свиньи могли распознавать различные функциональные зоны для лежания, кормления, испражнения и физической активности. Цель этого заключается в том, чтобы свести к минимуму загрязнение сплошной части пола навозом и мочой в целях уменьшения выбросов NH_3 . Это может быть сделано путем учета характера поведения свиней во избежание испражнения в пищу и в местах для лежания за счет оптимизации компоновки боксов и климатического контроля. Например, расположение кормушек в передней части бокса, а поилок – в задней, над планчатой частью пола помогает избегать испражнения на сплошной пол. Высокая температура в помещении способствует тому, что свиньи ложатся на планчатую часть пола (зона испражнения), а не на сплошной пол. Это может приводить к загрязнению сплошной части пола и увеличению выбросов, ввиду чего будет возникать необходимость принятия дополнительных мер по борьбе с выбросами (например, улучшение вентиляции, регулирование температуры сплошного пола, с тем чтобы свиньи лежали именно на нем, или установку автоматических распылителей для охлаждения в летний период). Конкретные конструктивные решения и методы управления будут варьироваться от страны к стране и от региона к региону. В целом контролировать поведение свиней сложнее в более теплом климате;

ф) *недопущение вентиляции пространства непосредственно над поверхностью навозной жижи в навозосборных канавах*. Повышение скорости воздушного потока приводит к увеличению выбросов NH_3 с поверхности навоза. В свинарниках, где это является неизбежным, зазор между планчатыми переборками и поверхностью навозной жижи должен быть достаточно большим, с тем чтобы максимально снизить скорость воздушного потока;

г) *очистка воздуха от NH₃ с помощью кислотных скрубберов или капельных биофильтров.* Хотя использование скрубберов дороже, такой подход имеет наивысший потенциал (сокращение на 70–90%) для уменьшения выбросов в искусственно вентилируемых зданиях и может считаться приемлемым там, где на национальном, региональном или местном уровне существует серьезное намерение сократить выбросы NH₃ (например, в Европейском союзе поблизости от особо охраняемого района, затрагиваемого неблагоприятным воздействием).

34. В принципе, многие из способов уменьшения выбросов NH₃ из навоза в помещениях для содержания свиней также могут быть применены к навозной жиже в помещениях для крупного рогатого скота. Хотя, как правило, в них существует естественная вентиляция, что мешает беспрепятственному применению скрубберов для очистки отходящего воздуха, вполне сохраняется возможность применения стратегий по сокращению площади открытых поверхностей, снижения температуры навозной жижи, подкисления навозной жижи и минимизации вентилирования над поверхностью жидкого навоза.

D. Системы содержания свиней с использованием соломенной подстилки

35. В системах содержания свиней с подстилкой из соломы используются свежие, чистые, сухие и гигиенические подстилки. Должно существовать достаточное количество подстилочного материала, обеспечивающее полную адсорбцию мочи. Частая замена подстилки способствует поглощению мочи. Если полная адсорбция мочи не представляется возможной, то наклонные полы и желоба должны обеспечивать быстрый сток и удаление мочи. В любое время должна быть исключена возможность утечки воды из поильной системы для недопущения дополнительного увлажнения подстилки.

36. Системы содержания на соломенной подстилке позволяют обеспечить комфортные условия для животных по сравнению с системами на основе навозной жижи. На данный момент не существует каких-либо доказательств значительно больших выбросов из помещений для содержания животных с хорошо функционирующими системами на основе использования соломенной подстилки по сравнению с системами содержания в навозной жиже при условии, что на одно животное приходится одинаковая площадь. Для обеспечения комфортных условий для животных и по экологическим соображениям такие системы должны использоваться там, где свиньи лежат и испражняются в разных местах. Это соответствует естественному поведению свиней и в то же время сокращает выбросы. Управление системами, основанными на использовании соломенной подстилки, требует больше усилий, чем системы на основе навозной жижи.

37. В свинарниках использование системы естественной вентиляции сочетается с созданием функциональных зон. Выбросы NH₃ могут быть снижены на 20%. По сравнению с помещениями с принудительной вентиляцией для них требуется большее пространство. Затраты на строительство являются сопоставимыми.

E. Методы уменьшения выбросов в птичниках

38. Выбросы NH₃ являются минимальными, когда содержание сухого вещества в помете или подстилке составляет 60% или более. В этих условиях недостаточная влажность может привести к расщеплению мочевого кислоты и высвобождению аммиака. Это означает, что дополнительная сушка не увеличит выбросы NH₃. Напротив, сушка уже намокшего птичьего помета, в котором уже произошло расщепление мочевого кислоты, приведет к увеличению выбросов NH₃. По-

этому для помета птицы и навоза методы борьбы с выбросами должны быть направлены на увеличение содержания СВ путем предотвращения разлива воды, а в новых помещениях – на установку сушильного механизма, поддерживающего содержание СВ на уровне выше 60%.

39. В помещениях для содержания кур-несушек выбросы NH_3 из глубокого помесборника под клеточной батареей или из канальной системы могут быть сокращены за счет снижения влажности помета путем вентилирования отстойника для помета. Другие варианты борьбы с выбросами в помещениях для содержания кур-несушек включают в себя:

а) *системы сбора помета ленточными транспортерами (клеточные батареи, модифицированные клетки)*: сбор помета ленточными транспортерами с последующим его удалением во внешнее крытое хранилище также может сократить выбросы NH_3 , особенно если помет был высушен на ленточных транспортерах с помощью принудительной вентиляции. Помет, поступающий с ленточных транспортеров в активно вентилируемые туннельные сушилки, расположенные внутри или снаружи здания, может быть высушен до 60–80-процентного содержания СВ менее чем за 48 часов. При сушке на ленточном транспортере можно ожидать предотвращения существенного гидролиза, однако следует избегать нагревания лишь изредка удаляемого навоза и его увлажнения. Увеличение частоты удаления навоза от одного раза в неделю до двух–трех раз в неделю уменьшает выбросы NH_3 ;

б) *птичники (бесклеточное содержание)*, оснащенные ленточными транспортерами для частого сбора и удаления помета в крытое хранилище, сокращают выбросы более чем на 70% по сравнению с системами содержания на глубокой подстилке.

40. Отработанный воздух из птичников может очищаться от NH_3 с помощью кислотных скрубберов или биологических фильтров (с эффективностью уменьшения на 70–90%). Поскольку воздух из птичников содержит много крупных частиц пыли, которые могут засорить скруббер, рекомендуется применять многоступенчатые скрубберы, удаляющие крупные частицы на первом этапе. Такие многоступенчатые скрубберы обеспечивают сопутствующие выгоды, уменьшая выбросы NH_3 и других твердых частиц, которые также содержат значительное количество фосфора и других элементов, что позволяет перерабатывать их на питательные вещества для растений.

41. В помещениях для содержания бройлеров и индеек, как и в других системах содержания домашней птицы, качество подстилки является основным фактором, воздействующим на выбросы NH_3 , так как это влияет на степень разложения мочевой кислоты. В новых зданиях конструкция вентиляционных систем должна обеспечивать удаление влаги при любых погодных и сезонных условиях, при этом в птичнике должна быть хорошая теплоизоляция. В новых и существующих птичниках необходимо принимать меры по предупреждению конденсации (теплоизоляция), а в бройлерниках следует применять ниппелевые поилки, позволяющие свести к минимуму разлив питьевой воды.

IV. Системы хранения навоза, обеспечивающие низкий уровень выбросов

A. Введение

42. Основными источниками выбросов NH_3 , как правило, являются выбросы из животноводческих помещений и при вывозе навоза на поля; однако потери в процессе хранения навозной жижи и твердого навоза также могут вносить значительный вклад в общее количество выбросов аммиака. Хранение навоза позволяет использовать его в такое время года, когда растениям требуется азот, а риск загрязнения воды незначителен.

B. Хранение навозной жижи и других жидких видов навоза

43. После удаления из животноводческих помещений навозная жижа хранится в бетонных, стальных или деревянных накопителях (или хранилищах башенного типа), в открытых хранилищах котлованного типа или в мешках. Открытые хранилища котлованного типа имеют большую площадь на единицу объема и, следовательно, больший потенциал для выбросов NH_3 . На национальном и региональном уровнях могут действовать правила, регулирующие конструкцию, технологию строительства и эксплуатацию навозохранилищ.

44. К числу методов сокращения выбросов NH_3 из навозохранилищ относятся следующие:

а) *конструкция навозохранилища:*

i) *размер:* хранилища должны иметь достаточный размер, с тем чтобы предупредить попадание навоза в почву в периоды года, когда существует риск загрязнения воды (например, в результате выщелачивания нитратов), а также обеспечить возможность внесения удобрений в оптимальный период в соответствии с потребностями растений в азоте;

ii) *площадь поверхности:* следует уменьшать площадь поверхности (с которой происходят выбросы) хранилища. К примеру, площадь поверхности навозохранилища емкостью 1 000 м³ можно сократить более чем на одну треть, если увеличить высоту стенок на 2 м, т.е. с 3 до 5 м. В целом по технологическим причинам (смешивание, уменьшение необходимого объема на случай выпадения осадков), а также по соображениям ограничения выбросов высота навозохранилища должна составлять по возможности не менее 3 метров;

б) *крыши/покрытия для жижесборников и хранилищ башенного типа:* эффективным средством сокращения выбросов NH_3 является закрытие жижехранилищ крышей/покрытием. Способы закрытия жижесборников или навозохранилищ башенного типа представлены в таблице 2. Они включают в себя:

i) *жесткие крыши:* они обладают наибольшей эффективностью в плане сокращения выбросов NH_3 , но в то же время является наиболее дорогостоящим. Хотя обеспечение плотного прилегания крыши к стенкам для минимизации воздухообмена имеет важное значение, в то же время необходимо оставлять небольшие отверстия или оснащать навозохранилище вентилирующими устройствами для предотвращения скопления воспламеняющегося метана (CH_4), в особенности при устройстве покрытия из брезента. В районах с обильными осадками твердые крыши имеют то преимущество, что предотвращают попадание осадков в хранилище и, таким образом, по-

могут избегать увеличения подлежащего перемещению объема из-за дождевой воды;

ii) *плавающие покрытия*: такие покрытия изготавливаются из листов пластика и обладают меньшей эффективностью по сравнению с жесткой кровлей, хотя, как правило, они менее дорогостоящи. Для предупреждения образования пузырьков газа и погружения частей листа нередко используются двойные листы гофрированного полистирола. Плавающие покрытия следует фиксировать на вертикальных тросах, которые прикрепляются к стенке хранилища. Это позволяет не допускать их поворачивания при перемешивании навоза, а также их поднятия ветром. Некоторые виды плавающих покрытий также позволяют защищать хранилище от попадания в него дождевых осадков, тем самым увеличивая его полезный объем;

iii) *плавающие пластиковые предметы (гексапокрытие)*: плавающие шестиугольные пластиковые элементы образуют сплошное плавающее покрытие на поверхности навозной жижи. Вертикальные ребра крыши не дают ее элементам наезжать друг на друга. Они могут применяться только при хранении свиной навозной жижи или других видов жидкого навоза, не образующих естественной корки. Они не подходят для навозной жижи, богатой органическими веществами, поскольку становятся частью корки, которую будет трудно отделить;

iv) *естественная корка*: на поверхности навозной жижи, образовавшейся при содержании крупного рогатого скота или свиней, обычно образуется естественная корка из плавающих органических материалов. Это происходит лишь в случае высокого содержания сухого вещества в навозной жиже (>7%) и при минимальном перемешивании. Корка должна покрывать всю площадь поверхности навоза. Во избежание разлома корки заполнение хранилища должно осуществляться снизу. Эффективность корок зависит от того, насколько плотно они закрывают поверхность навоза, что, в свою очередь, зависит от толщины, полноты и срока их формирования. Следует иметь в виду, что для образования корки требуется определенное время;

v) *плавающая корка*: добавление соломы, гранулированной крошки или другого плавающего материала на поверхность навозной жижи в резервуарах или хранилищах котлованного типа может сократить выбросы за счет создания искусственной корки:

a. *гранулированная глина*: добавление гранул – очень простой метод. Он является более дорогостоящим, чем использование соломы, однако связанные с этим методом издержки составляют лишь около одной трети от расходов на устройство покрытий из брезента. Как правило, за год потери материала при опорожнении навозохранилища не превышают 10%. Сократить потери можно путем перемешивания за день до внесения навоза и краткого перемешивания непосредственно перед внесением;

b. *солома*: наиболее эффективный способ состоит в добавлении соломы из самодвижущейся соломорезки (косилки-измельчителя), порубленной на длину около 4 см. В опораживаемую или заполняемую емкость необходимо вдувать около 4 кг соломы на m^2 , при этом оператор должен быть хорошо проинструктирован и иметь опыт выполнения такой работы. Соломенное покрытие с достаточной степенью вероятности приведет к увеличению выбросов CH_4 и N_2O из-за возросшего содержания углерода. Возрастает также содержание сухого веще-

ства в навозной жиже, что, как следствие, увеличивает выбросы NH_3 после внесения жидкого навоза.

45. Применение нефтепродуктов и торфа не рекомендуется из-за практических трудностей, связанных с их использованием, и отсутствия соответствующего опыта в условиях фермерского хозяйства, а также из-за вероятности сильного увеличения выбросов CH_4 .

46. Уменьшить выбросы NH_3 при хранении навоза в котлованных навозохранилищах труднее, чем при хранении в емкостях. Замену действующих котлованных навозохранилищ на емкости следует рассматривать в качестве одного из методов ограничения выбросов. Строительство новых навозохранилищ котлованного типа следует ограничивать и отдавать предпочтение хранению навоза в емкостях или другим решениям с низким уровнем выбросов (см. ниже), если только не удастся разработать и подтвердить эффективные методы сокращения выбросов. Существуют новые технологии, включая плавающие запаны, которые разгораживают поверхность и могут облегчить применение плавающих покрытий, таких как гранулированная глина и солома, и формирование корок в больших навозохранилищах котлованного типа даже при сильном ветре, однако они нуждаются в проверке.

47. Мешки для хранения пригодны для сокращения выбросов из навозной жижи. Интерес к этому подходу растет, поскольку такие системы могут быть реализованы при значительно меньших затратах, чем строительство надземных навозохранилищ с жесткой крышей. Однако может существовать риск загрязнения воды при неправильной эксплуатации, и этот метод не пригоден для больших объемов или для навозной жижи с высокой концентрацией СВ.

Таблица 2

Эффективность и применимость методов борьбы с выбросами аммиака при хранении навозной жижи

<i>Мера по борьбе с выбросами</i>	<i>Категории животных</i>	<i>Сокращение выбросов (%)</i>	<i>Применимость</i>	<i>Примечания</i>
Жесткая крыша или кровля	Все	80	Только емкости и хранилища башенного типа	Не требуется дополнительного объема для дождевых осадков; ограничение по статическим требованиям
Гибкое покрытие (например, из брезента)	Все	80	Только емкости и хранилища башенного типа	Ограничения по статическим требованиям
Плавающее покрытие	Все	60		—
Плавающие пластиковые элементы	Все	прибл. 60	Непригодны для видов навоза, образующих корку	Необходимы дополнительные данные о сокращении выбросов
Естественная корка	Навозная жижа крупного рогатого скота и свиней с содержанием сухого вещества более 7%	40	Неприменим в хозяйствах, в которых производится частое унавоживание почвы	—

<i>Мера по борьбе с выбросами</i>	<i>Категории животных</i>	<i>Сокращение выбросов (%)</i>	<i>Применимость</i>	<i>Примечания</i>
Искусственная корка: солома	Навозная жижа свиней и крупного рогатого скота	40	Неприменим для негустого жидкого навоза или в хозяйствах, в которых часто производится унавоживание почвы	Может привести к увеличению выбросов N ₂ O и, возможно, CH ₄
Искусственные корки: гранулированная крошка из отвержденной вспененной глины и т.д.	Навозная жижа свиней, виды жидкого навоза	60	Применим также для негустого жидкого навоза; неприменим в хозяйствах, часто осуществляющих унавоживание почвы	Потери некоторой части гранулированной крошки из отвержденной вспененной глины при перекачке
Замена хранилищ котлованного типа на закрытые/открытые емкости	Все	30–60	–	Исходные условия в этой ситуации отражают более высокий уровень выбросов из открытых хранилищ котлованного типа
Навозные мешки	Все	100	Применение быстро растет по мере накопления опыта	Имеющийся опыт накоплен преимущественно на небольших свинофермах, но использование мешков имеет место и на более крупных молочных фермах

48. Другие аспекты, которые следует учитывать:

а) по возможности следует избегать частого перемешивания и опорожнения емкостей, поскольку эти операции приводят к увеличению выбросов NH₃. Вместе с тем операции по перемешиванию и забору навозной жижи для внесения на поля, как правило, осуществляются чаще на лугопастбищных угодьях, чем на пахотных землях, с тем чтобы обеспечить эффективное применение навозной жижи;

б) снижение скорости потока воздуха над поверхностью навозной жижи может быть достигнуто за счет достаточной **высоты свободного борта** и путем насаждения деревьев в виде защитной полосы;

в) заглубление жижесборников на открытой местности и экранирование хранилищ могут снизить температуру навозной жижи в резервуаре, и, таким образом, привести к значительному уменьшению выбросов NH₃ (и CH₄);

Хранение твердого навоза

49. На сегодняшний день существует немного методов сокращения выбросов NH₃ при хранении сухого навоза. Тем не менее применяются четкие руководящие принципы надлежащей практики. После удаления из животноводческих помещений сухой навоз можно складировать на специально отведенной площадке, в некоторых случаях обнесенной стенками и, как правило, оборудованной дренажом и ямой для стока просочившейся жидкости. В ряде стран допускается хранение навоза в буртах на почве в полевых условиях – по крайней мере, в течение непродолжительного времени. Однако это может привести к значительным потерям

в результате выбросов NH_3 , денитрификации и выщелачиванию. Куриную подстилку и помет, в особенности высушенный на воздухе помет кур-несушек, все чаще хранят в бункерах. Руководящие принципы сокращения выбросов NH_3 при хранении навоза предусматривают следующие меры:

а) *использование закрытых хранилищ для сухого навоза.* В то время как использование твердых покрытий не всегда может быть практичным, применение пластиковой пленки, как уже было показано, может существенно уменьшить выбросы NH_3 без значительного увеличения выбросов CH_4 или N_2O . Как и в случае с хранением навозной жижи при пониженном уровне выбросов, важно, чтобы за закрытым хранением твердого навоза следовало использование методов внесения в почву с низким уровнем выбросов (т.е. немедленная заделка), в противном случае экономия азота может быть утрачена на более позднем этапе;

б) *добавление в навоз значительного количества соломы.* Этот подход можно рассматривать как менее эффективный, чем укрытие твердого навоза, с переменной эффективностью в зависимости от типа навоза, условий и возможного увеличения выбросов N_2O и CH_4 ;

с) *максимально возможное уменьшение площади поверхности бурта* (например, путем установки стенок для увеличения высоты). Этот подход также можно рассматривать как менее эффективный, чем укрытие навоза;

д) *обеспечение максимальной сухости навоза.* Это особенно важно для подстилки в птичнике (в случае бройлеров и кур-несушек) и при ленточной сушке куриного помета, когда наличие влаги приводит к расщеплению мочевой кислоты и выделению аммиака. Меры для обеспечения сухости птичьего помета включают:

- i) устройство листовой крыши;
- ii) хранение помета под крышей, предпочтительно на бетонном покрытии;
- iii) при невозможности укрытия птичьего помета хранение в узких конусовидных буртах, которые более быстро теряют воду, хотя степень выгоды от такого подхода пока еще не определена в количественном отношении.

50. Высушиваемый на воздухе помет кур-несушек, собираемый на ленточные транспортеры, имеющий содержание сухого вещества не менее 60–70%, обеспечивает весьма низкий уровень выбросов аммиака. Такие виды навоза надо сохранять сухими, не допуская их повторного увлажнения. Поэтому хранение под крышей является наиболее подходящим вариантом.

51. Экскременты, накапливаемые в пометосборниках, расположенных под птичниками батарейного типа для содержания кур-несушек, которые нередко хранятся под зданием в течение года, являются источником интенсивных выбросов NH_3 ввиду низкого содержания в них сухого вещества (т.е. с высоким содержанием влаги). В целях уменьшения выбросов содержание сухого вещества может быть увеличено путем обдува складываемого помета воздухом, удаляемым вентиляцией из здания.

52. Другие методы включают поддержание температуры накапливаемого навоза ниже $50\text{ }^\circ\text{C}$ или увеличение соотношения C:N до более 25, например путем увеличения количества соломы или другого материала, используемого в качестве подстилки.

53. При размещении навозных буртов непосредственно на почве в полевых условиях крайне важно учитывать национальные или региональные нормы и правила в области предупреждения загрязнения водных ресурсов, учитывая значительные риски выщелачивания и стока, связанные с этой практикой.

V. Методы внесения навоза, обеспечивающие низкий уровень выбросов

A. Введение

54. На выбросы NH_3 в процессе внесения навоза (жидкий навоз и твердый навоз, например стойловый навоз и помет бройлеров) приходится значительная доля выбросов NH_3 , образующихся в сельском хозяйстве. На данном этапе управления потоками крайне важно свести к минимуму потери, поскольку эффект от борьбы с выбросами NH_3 на более ранних этапах (в процессе содержания животных и хранения навоза) окажется нулевым, если для внесения навоза на поля не будет использоваться надлежащий метод. Сокращение потерь NH_3 означает увеличение количества азота, который может быть усвоен растениями. Для обеспечения максимальной агротехнической эффективности от внесения навоза и недопущения повышения риска выщелачивания нитрата следует обратить внимание на содержание в навозе азота, с тем чтобы скорректировать дозировку, способ и сроки внесения навоза в соответствии с потребностями растений, учитывая при этом количество N, сохраняющегося при использовании практических методов, обеспечивающих низкий уровень выбросов.

55. Вкратце описываемые ниже методики позволяют сократить выбросы NH_3 за счет уменьшения времени нахождения навоза открытым на воздухе. Поэтому такие методы эффективны для всех климатических условий. Хотя абсолютные выбросы NH_3 будут зависеть от климата, имея тенденцию к увеличению с ростом температуры, было установлено, что доля сокращения выбросов NH_3 , полученная за счет применения соответствующих методов, не зависит от климата. Сокращения выбросов приведены в таблице 3.

B. Методы внесения в почву навозной жижи и других видов жидкого навоза, обеспечивающие низкий уровень выбросов

56. Наиболее эффективным средством сокращения выбросов аммиака при внесении в почву навозной жижи является применение таких надлежащих методов, как инъектирование или ленточное разбрасывание. Такие подходы также имеют преимущество в агрономическом отношении, поскольку обеспечивают более упорядоченное и точное внесение навозной жижи, позволяющее снизить риск вынесения навоза со стоками (см. вставку).

Методы внесения жидкого навоза: инъекторы и ленточные разбрасыватели

Инъекторы: Этот метод позволяет уменьшить выбросы NH_3 за счет заделки навоза под поверхность почвы, уменьшая таким образом площадь поверхности соприкосновения навоза с воздухом и увеличивая инфильтрацию в почву. Применяются три типа инъекторов:

а) *поверхностные (или бороздные) инъекторы:* прорезают в почве узкие борозды (обычно 4–6 см в глубину на расстоянии 25–30 см друг от друга), которые заполняются навозной жижей или жидким навозом. Обычно такие инъекторы используются на лугопастбищных угодьях. Эффективность сокращения выбросов зависит от того, заделывается ли навоз в открытые или закрытые борозды. Вносимые объемы могут быть ограничены объемом борозд;

б) *глубокие инъекторы:* позволяют вносить навозную жижу или жидкий навоз в почву на глубину 10–30 см при расстоянии между инъекторными труба-

ками около 50 см или даже 75 см. Инжекторные трубки часто оснащены боковыми лопатками для облегчения распространения навоза в почве и достижения высоких норм внесения удобрений. Этот метод является наиболее оптимальным для использования на пахотных землях ввиду риска механического повреждения травяного покрова;

с) *вспашные инжекторы*: этот метод основан на применении культиватора с пружинными или жесткими стойками и предназначен только для использования на пахотных землях.

Ленточные разбрасыватели: позволяют сократить выбросы NH_3 при внесении навозной жижи или жидкого навоза за счет уменьшения площади поверхности соприкосновения навоза с воздухом и уменьшения его обдува воздухом. Эффективность применения этих механизмов зависит от высоты травостоя. Существуют два основных типа таких механизмов:

а) *волоочильные шланги*: навозная жижа подается на пастбище или пахотное поле через ряд гибких шлангов на уровне земли. Возможно внесение навоза между рядами растущих растений;

б) *прицепные сошники (или «башмаки»)*: навозная жижа обычно подается через жесткие трубки, законцованные металлическими «башмаками», которые скользят по поверхности почвы, раздвигая растения, с тем чтобы навозная жижа попадала непосредственно на поверхность почвы. Некоторые типы таких механизмов делают в почве неглубокие щелевые надрезы, способствующие инфильтрации.

Быстрая заделка

57. Цель должна заключаться в как можно более быстрой заделке жидкого навоза в почву после его разбрызгивания по поверхности. Наиболее эффективное уменьшение выбросов достигается за счет немедленной заделки сразу же после внесения (т.е. в течение нескольких минут), что обеспечивает 70–90-процентное сокращение выбросов. При заделке в течение 4 часов, по оценкам, достигается 45–65-процентное уменьшение, а при заделке в течение 24 часов – 30-процентное уменьшение. Полное заглубление навозной жижи запахиванием является длительной операцией, и во многих случаях применение ножевого или дискового культиватора может быть столь же эффективно ввиду сокращения времени нахождения навозной жижи на поверхности, прежде чем она окажется хорошо смешана с почвой в процессе культивации. Привлечение подрядчиков или совместное использование оборудования может оказаться полезным для обеспечения быстрой заделки. Заделка твердого навоза обсуждается ниже.

Разбавление навозной жижи

58. Выбросы NH_3 из разбавленной навозной жижи с низким содержанием сухого вещества, как правило, меньше, чем из неразбавленной навозной жижи из-за более быстрой инфильтрации в почву. Возможны два варианта:

а) навозная жижа может добавляться в поливочную воду для орошения лугопастбищных угодий или культур, растущих на пахотных землях. Лучше всего это делать путем подачи навозной жижи в трубопровод оросительной воды и перекачки под низким давлением к разбрызгивателю или самоходной поливальной машине (а не к поливальной системе высокого давления, распыляющей смесь по земле). Нормы разбавления допустимо доводить до соотношения 50:1 (воды к навозной жиже) или по крайней мере до 1:1 для сокращения выбросов примерно на 30% (ECE/EB.AIR/120, пункт 146, и рис. 1);

б) к вязкому навозу вода может быть добавлена перед применением либо в хранилище навозной жижи, либо в цистерне. Для вязкой навозной жижи скота разбавление даже в соотношении 0,5:1 (вода к навозной жиже) может способствовать сокращению потерь. Однако дополнительные расходы на перевозку воды являются значительными, и важно, чтобы скорость внесения навозной жижи увеличивалась пропорционально уменьшению общего содержания азота в аммиаке (ОАА).

Системы выбора времени внесения

59. Перечисленные ниже методы, которые позволяют учесть внешние условия или время применения, также способны содействовать сокращению выбросов NH_3 при внесении навозной жижи, хотя и могут оказаться не столь эффективными и надежными, как те, которые были изложены выше:

а) внесение навоза в прохладную, спокойную и влажную погоду позволяет снизить уровень выбросов NH_3 ;

б) внесение незадолго до выпадения осадков (эффективно только тогда, когда происходит выпадение по крайней мере 10 миллиметров (мм) осадков сразу же после внесения навоза). Эта мера применима только на равнине и вдали от поверхностных водных путей, в противном случае будет существовать опасность вымывания;

с) внесение в вечернее время, когда скорость ветра и температура воздуха уменьшаются;

д) внесение на недавно окультуренных почвах при условии, что происходит более быстрая инфильтрация навоза.

Подкисление навозной жижи

60. Низкое значение pH уменьшает выбросы NH_3 из навоза. Понижение pH навозной жижи до устойчивого уровня 6 или менее обычно достаточно для сокращения выбросов NH_3 на 50% или более. Это может быть достигнуто путем добавления к навозной жиже серной кислоты. В настоящее время технология, которая автоматически дозирует серную кислоту при внесении навозной жижи, пользуется коммерческим успехом. При добавлении серной кислоты к навозу на любом этапе сельскохозяйственной деятельности необходимо соблюдать меры безопасности во избежание любого риска для работников, животных и окружающей среды.

Другие добавки

61. Использование других добавок к навозной жиже, помимо кислот, либо не доказало свою эффективность в уменьшении выбросов NH_3 или вызывает практические проблемы, ограничивающие их использование.

С. Методы внесения твердого навоза, обеспечивающие снижение уровня выбросов

62. Быстрая заделка в почву является единственным практическим методом сокращения выбросов NH_3 из твердого навоза, хотя в последнее время в Соединенных Штатах Америки наблюдаются определенные успехи в использовании инжекторов для заделки помета птицы в борозды. Большая часть NH_3 выделяется из твердого навоза в течение нескольких часов после внесения. Поэтому рекомендуется производить заделку в течение нескольких часов после внесения.

Навоз должен быть полностью перемешан с почвой или запахан для максимального уменьшения выбросов; этого часто труднее добиться при использовании определенных видов твердого навоза (например, содержащего значительное количество соломы), чем в случае навозной жижи.

63. Сокращение выбросов NH_3 на 60–90% может быть достигнуто при заделке твердых видов навоза в пахотные земли с помощью плуга в течение четырех часов после внесения. Для сравнения, согласно оценкам, заделка в течение 24 часов позволяет достичь уменьшения выбросов примерно на 30%. Исследования показали, что в отличие от навозной жижи заделка твердого навоза с помощью плуга всегда более эффективна, чем использование дисковой бороны или культиватора, несмотря на более медленную скорость вспашки.

D. Практические соображения

64. При выборе наиболее подходящего метода сокращения выбросов NH_3 следует учитывать эффективность сокращения выбросов, его применимость и соответствующие издержки. В таблице 3 приведены данные об эффективности и возможностях применения различных методов. Величина сокращения выбросов выражена в процентах по отношению к базовому методу. Базовый уровень выбросов при унавоживании определяется как уровень выбросов NH_3 , образующихся в результате распределения необработанной навозной жижи или твердого навоза по всей поверхности почвы («разбросное внесение удобрений»). Например, разбрызгивание навозной жижи может осуществляться с помощью цистерны, оснащенной выпускным патрубком и разбросным диском. Что касается твердого навоза, то базовым методом может быть оставление навоза на поверхности почвы в течение недели или более.

65. Следующие соображения актуальны для работы по сокращению выбросов NH_3 при внесении навоза:

а) объем сокращения выбросов при использовании методов ленточного разбрасывания и инжектирования зависит от содержания сухого вещества в навозной жиже, свойств почвы и характеристик растений;

б) эффективность заделки зависит от типа навоза и времени, прошедшего с момента внесения;

в) ленточные разбрасыватели (волоочильные шланги), как правило, более эффективны на пахотных землях, чем на лугопастбищных угодьях, а также при использовании разбавленного жидкого свиного навоза, чем более вязкого навоза крупного рогатого скота;

г) методы ленточного разбрасывания и инжектирования в открытые борозды не всегда пригодны для использования на крутых склонах из-за возможности вымывания. Внесение навозной жижи на таких землях следует избегать, чтобы свести к минимуму риск вымывания. Методы подпочвенного инжектирования неэффективны на особо каменистых или уплотненных почвах;

д) метод инжектирования в открытые борозды характеризуется лучшей применимостью для широкого диапазона типов почвы и условий по сравнению с инжектированием в закрытые борозды;

е) тяжелую технику трудно использовать на небольших полях неправильной формы; следует подбирать оборудование с низким уровнем выбросов, наиболее подходящее для местного ландшафта;

g) заделку можно применять только на обрабатываемых землях; для пастбищ наиболее подходящими являются методы ленточного разбрасывания и инжектирования;

h) системы, улучшающие логистику внесения навоза, могут влиять на выбросы потому, что они позволяют более своевременно вносить удобрения. Например, альтернативой установке устройства для внесения навоза на цистерне, буксируемой трактором, или на автоцистерне могут являться «пуповинные» системы, в которых приспособление для внесения навоза устанавливается непосредственно на тракторе или автоцистерне, а навоз подается из емкости или трубопровода через длинный гибкий шланг. Преимуществом таких систем является более высокая производительность и снижение риска повреждения влажной почвы. Тем не менее развертывание и свертывание шлангов отнимает много времени;

i) разбавление навозной жижи в ирригационных системах ограничивается ситуациями, в которых целью использования таких систем является орошение, и в этом случае оно может быть весьма эффективной мерой для сокращения выбросов NH_3 ;

j) разбавление навозной жижи в мобильных системах целесообразно применять только на небольших фермах, поскольку использование дополнительного количества воды для внесения разбавленной жижи в почву будет снижать его эффективность и увеличивать соответствующие издержки;

k) по капитальным и текущим затратам системы, обеспечивающие низкий уровень выбросов, по всей видимости, являются более дорогостоящими по сравнению с методами «разбросного» внесения удобрений, однако экономия минеральных азотных удобрений может более чем компенсировать эти дополнительные затраты при использовании наиболее эффективных режимов;

l) способствовать регулированию содержащихся в навозе питательных веществ может отделение твердой фракции от жидкой. Применение жидкой фракции из эффективного сепаратора может обеспечить значительное сокращение выбросов NH_3 в пределах 20–30% за счет более быстрой инфильтрации, обусловленной низким содержанием сухого вещества. Для использования преимуществ этого подхода жидкая фракция должна вноситься, насколько это возможно, при состоянии почвы, способствующем инфильтрации (например, когда почва не является насыщенной или уплотненной). Если не принимать никаких мер, то выбросы из твердой фракции будут больше (вследствие высокого содержания сухого вещества, ограничивающего проникновение в почву). Поэтому выбросы из твердой фракции должны быть уменьшены в процессе хранения и внесения (т.е. путем быстрой заделки в почву), или же твердую фракцию следует применять для других целей (например, для анаэробного сбраживания);

m) в целом, выбросы после внесения сырого навоза и жидкости, оставшейся после анаэробного сбраживания, мало чем отличаются друг от друга. Хотя жидкость, остающаяся после анаэробного сбраживания, имеет низкое содержание сухого вещества, обеспечивающее ей быструю инфильтрацию при внесении в хорошо дренированные почвы, она, тем не менее, имеет высокое значение pH, чреватое высоким уровнем выбросов NH_3 . Как и в случае сырого навоза здесь следует использовать методы снижения уровней выбросов (например, инжекторное внесение в почву, ленточное разбрасывание или подкисление);

n) при инжекторном внесении ширина захвата является ограниченной, в то время как методы ленточного разбрасывания предлагают гораздо большую ширину захвата. Из-за небольшой ширины захвата возрастает ущерб, наносимый

колесами, что следует учитывать при использовании систем инжекторного внесения навоза;

о) кислование навоза обычно производится путем добавления концентрированной серной кислоты в навозную жижу до или во время внесения в почву. Однако серная кислота является опасным химическим веществом, и обращаться с ней следует с осторожностью, чтобы не подвергнуть риску работников, животных и окружающую среду.

Таблица 3

Практические соображения при выборе методов борьбы с выбросами аммиака в процессе внесения навоза в почву

<i>Метод борьбы с выбросами</i>	<i>Тип навоза</i>	<i>Категория земель</i>	<i>Типовой уровень сокращения выбросов (%)^a</i>	<i>Ограничения по применимости</i>
Волочильные шланги	Навозная жижа и жидкий навоз	Лугопастбищные и пахотные земли	30–35	Уклон, размер и форма поля. Не слишком вязкая навозная жижа. Ширина следа для растущих злаковых культур. На возделываемых полях выбросы уменьшаются с увеличением высоты растений.
Прицепной сошник	Навозная жижа и жидкий навоз	Пастбища и пахотные земли (предпосевное внесение) и пропашные культуры	30–60	Как и выше. Обычно не подходит для пропашных культур, но могут быть пригодны для розеточной стадии пропашных культур.
Поверхностное инжектирование	Навозная жижа и жидкий навоз	Лугопастбищные угодья и пахотные земли. Также при выращивании злаков	Открытая борозда – 70; закрытая борозда – 80, при глубине в 10 см	Как и выше. Не для очень сухих, каменистых или очень уплотненных почв.
Глубокое инжектирование (включая вспашные инжекторы)	Навозная жижа и жидкий навоз	Пахотные земли	90	Как и выше. Необходим трактор большой мощности. Не применимо на маломощных почвах, на глинистых почвах (>35%) при очень сухой погоде; на торфяных почвах (содержание органического вещества >25%) и на дренированных с помощью дренажных труб почвах, подверженных выщелачиванию.

<i>Метод борьбы с выбросами</i>	<i>Тип навоза</i>	<i>Категория земель</i>	<i>Типовой уровень сокращения выбросов (%)^a</i>	<i>Ограничения по применимости</i>
Активное разбавление навозной жижи для использования в оросительных системах	Навозная жижа	Пахотные и лугопастбищные земли	50-процентное разбавление (т.е. 1 навозная жижа: 1 вода) = 30-процентное сокращение	Только там, где практикуется орошение. Только для оросительных систем низкого давления.
Разбавление до внесения с помощью мобильных систем	Особо вязкая навозная жижа	Пахотные и лугопастбищные земли	До 50% особо вязкой навозной жижи (50-процентное разведение = 30-процентное сокращение)	Для внесения требуется дополнительный объем. Только для небольших фермерских хозяйств и для орошения. Доза должна быть увеличена пропорционально уменьшению ОАА.
Регулирование сроков применения	Все виды навоза	Пахотные и лугопастбищные земли	Переменный	Этот метод требует проверки на местах.
Внесение в почву	Навозная жижа	Пахотные земли, в том числе новые лугопастбищные угодья, рассада. Эффективно только в случае заделки сразу после внесения	Немедленная заплата = 90; немедленная заделка в почву без переворота пласта = 70; заделка в течение 4 часов = 45–65; заделка в течение 24 часов = 30	Обрабатываемые земли.
Внесение в почву	Твердый навоз	Пахотные земли, в том числе лугопастбищные угодья. Эффективно только в случае заделки сразу после внесения	Немедленная заплата = 90; немедленная заделка в почву без переворота пласта = 60; заделка в течение 4 часов = 45–65; заделка в течение 12 часов = 50; заделка в течение 24 часов = 30	Обрабатываемые земли.

^a По сравнению с базовым методом, см. пункт 64.

VI. Ограничение выбросов аммиака при использовании минеральных удобрений

A. Введение

66. Основными источниками выбросов NH_3 являются навоз и навозная жижа сельскохозяйственных животных, однако во многих странах с умеренным климатом около десяти или более процентов выбросов связано с применением азотных удобрений, когда большие площади используются для выращивания сельскохо-

зайственных культур. Выбросы, связанные с нитратом аммония (NH_4NO_3), как правило, невелики и зачастую составляют 0,5–5% от общего количества внесенного азота. Выбросы при внесении других азотных удобрений, например фосфата аммония, сульфата аммония, мочевины и смеси мочевины и нитрата аммония, могут быть значительно большими – в диапазоне 5–40% в зависимости от условий.

67. Благоприятные условия для эффективного поглощения ионов аммония в почве существуют, когда: а) удобрение вносится в почву; б) почва имеет высокую способность поглощения; в) почва достаточно увлажнена; г) почва имеет низкий показатель рН; и е) температура низкая.

В. Мочевина

68. Чтобы быть полезной в качестве удобрения, мочевина должна расщепляться вырабатываемым естественным путем ферментом уреазы. Этот процесс сопровождается выделением NH_3 и диоксида углерода. Если это происходит на поверхности почвы, то NH_3 (и диоксид углерода) выделяется в атмосферу. Если мочевина не разлагается до ее внесения в почву, то NH_3 фиксируется содержащимися в почве глиной и органическими веществами или образует более стойкие соединения. Поэтому при применении мочевины необходимо строго соблюдать технологию, с тем чтобы добиться максимальной эффективности ее использования в качестве удобрения и снизить вероятность выбросов NH_3 . В этой связи важно обеспечить перемешивание и инфильтрацию мочевины в почву до ее распада.

69. Наибольшие выбросы NH_3 чаще всего происходят при применении мочевины на легких песчаных почвах, что связано с низким содержанием глины и ограниченной возможностью абсорбции нитрата аммония. Несмотря на их высокий показатель рН, выбросы на меловых почвах могут быть меньше по сравнению с другими типами почв ввиду более высокого содержания глины и кальция, а также их возможности фиксировать нитрат аммония. Гидролиз мочевины при ленточном внесении имеет тенденцию вызывать локальное увеличение показателя рН и может привести к высокому уровню выбросов, если только мочевина при этом не инжигируется или же не заделывается в почву, которая будет удерживать улетучивающийся аммиак.

70. В сухой период выбросы NH_3 при внесении мочевины на лугопастбищных угодьях могут быть выше, чем на участках с посевными культурами.

71. Выбросы NH_3 из водных растворов мочевины являются такими же, как и при использовании сухих смесей. Количество воды, добавляемой в растворимые удобрения, является весьма незначительным и, как правило, недостаточным для инфильтрации мочевины в почву. Тем не менее абсолютные выбросы могут быть меньше, если нормы внесения будут значительно ниже.

72. Некорневая подкормка мочевиной может увеличить концентрацию азота в зернах мукомольной пшеницы и других зерновых культур, однако может также вызвать увеличение выбросов аммиака.

С. Уменьшение выбросов аммиака при использовании мочевины

73. Для минимизации выбросов NH_3 при использовании удобрений на основе мочевины следует соблюдать перечисленные ниже руководящие принципы:

а) *заделка мочевины в почву*. По возможности, следует обеспечить быстрое внесение мочевины в почву. Этот вариант уменьшает выбросы из мочевины примерно на 50–80%. Данный способ неприменим при поверхностном внесении мочевины на растения или на пастбищах, однако может использоваться в случае ее внесения в подготовленную для посева почву или между рассадных грядок;

б) *инжектирование мочевины в почву*. Инжекторная заделка в закрытые борозды твердой и жидкой мочевины является более эффективной, чем внесение на небольшую глубину, и обеспечивает сокращение выбросов до 90%. Для неправильно заделанных или внесенных полос мочевины характерен очень высокий уровень выбросов в связи с повышением рН на полосе, когда происходит гидролиз мочевины. Рост рН сдерживается медленным высвобождением продуктов, содержащих мочевины, и ингибиторами уреазы. Так же как и для всех азотных удобрений, при внесении мочевины в подготовленную для посева почву необходимо принимать меры для предотвращения обильного внесения мочевины поблизости от семян, поскольку это может повлиять на их прорастание/всхожесть. Опасность травмирования сельхозкультур уменьшается при использовании продуктов, замедляющих гидролиз мочевины;

в) *ингибиторы уреазы* могут использоваться для замедления распада мочевины до момента ее достаточно глубокой инфильтрации в почву и в целях предотвращения резкого увеличения рН, особенно на полосах внесения удобрений, что обеспечивает сокращение выбросов на 40% для жидкой смеси мочевины и нитрата аммония и на 70% для твердой мочевины;

г) *орошение полей после применения мочевины*. Орошение, по крайней мере, на 5 мм сразу после внесения мочевины приводит к уменьшению выбросов на 40–70%. Этот метод может быть практичным в тех случаях, когда существует необходимость в воде для орошения;

д) *гранулы мочевины с полимерным покрытием* обеспечивают медленное высвобождение удобрения, в результате чего выбросы сокращаются примерно на 30% из-за задержки гидролиза. Тем не менее на сегодняшний день практического опыта накоплено не так много;

е) *замена мочевины на NH_4NO_3 в качестве удобрения* может существенно уменьшить выбросы NH_3 (до 90%). Возможным отрицательным побочным эффектом является потенциальное увеличение прямых выбросов N_2O , но это происходит в основном во влажных условиях и на почвах с тонким гранулометрическим составом (должно быть зачтено в счет уменьшения косвенных выбросов N_2O в результате выбросов NH_3). Удобрения с NH_4NO_3 могут быть более дорогими (на 10–30%), чем мочевина, но чистые издержки могут быть незначительными из-за меньших выбросов N. В некоторых странах NH_4NO_3 не всегда имеется в наличии.

Д. Сульфат аммония и фосфат аммония

74. Потенциал выбросов NH_3 из сульфата аммония и фосфата аммония в значительной степени зависит от величины рН почвы. Они являются незначительными из почв с рН < 7,0.

75. На известковых почвах ($\text{pH} > 7,5$) не следует использовать удобрения на основе фосфата аммония или сульфата аммония, если отсутствует возможность быстрой заделки, инжектирования в почву, немедленного орошения или использования удобрений с полимерным покрытием, а необходимо изыскивать альтернативные источники N, фосфора и серы.

Е. Уменьшение выбросов аммиака из минеральных удобрений на основе аммиака

76. Некоторые из описанных выше методов для мочевины, в том числе заделка, инжектирование, немедленное орошение и использование удобрений с медленным высвобождением, также могут быть использованы для уменьшения выбросов NH_3 из удобрений на основе сульфата аммония и фосфата аммония и NH_4NO_3^- .

Ф. Бикарбонат аммония

77. В ряде районов ЕЭК может применяться бикарбонат аммония. Согласно замерам, потеря N с газообразными выбросами может достигать 50%. Хотя выбросы могут быть уменьшены в ходе внесения бикарбоната аммония на полях с использованием соответствующих методов (см. пункт 76), значительные потери также происходят при хранении бикарбоната аммония. Учитывая очень высокие темпы эмиссии NH_3 , бикарбонат аммония не следует по этой причине использовать в качестве азотного удобрения. Согласно приложению IX к Гётеборгскому протоколу Сторонам запрещено использовать это удобрение.